

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Д. П. Семенюк, О. В. Петренко

ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Підручник

Харків
ХДУХТ
2017

УДК 621.56
ББК 31.392
С 30

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. Е. В. Білецький,
д-р техн. наук, проф. О. В. Богомолів

Рекомендовано до друку вченою радою Харківський державний університет харчування та торгівлі, протокол № 9 від 28.11.2016 р.

Семенюк Д. П.

С 30 Холодильне обладнання [Електронний ресурс] : підручник /
Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ,
2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Розглянуто сучасне холодильне обладнання, що використовується у сфері виробництва та продажу продуктів харчування. Висвітлені питання практичного застосування холодильного обладнання, яке знайшло найбільш широке розповсюдження на підприємствах торгівлі, готельно-ресторанного бізнесу, харчової та переробної індустрії. Розглянуто його номенклатуру, конструкцію, будову та принцип дії. Наведено алгоритми розрахунку та підбору.

Підручник призначено для студентів освітнього ступеня бакалавр, що навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка». Може бути корисним студентам інших спеціальностей та широкому загалу читачів, яким необхідна інформація про сучасне холодильне обладнання.

УДК 621.56
ББК 31.392

© Семенюк Д. П., Петренко О. В., 2017
© Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	9
Розділ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	11
1.1. Історія та масштаби застосування холоду	11
1.2. Класифікація процесів холодильної обробки харчових продуктів та сировини	12
1.3. Класифікація холодильного обладнання	28
Розділ 2. ХОЛОДИЛЬНЕ ТОРГОВЕЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ТА КОРОТКОТЕРМІНОВОГО ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	30
2.1. Класифікація холодильного обладнання торговельних підприємств	30
2.1.1. Класифікація систем холодопостачання торговельних підприємств	30
2.1.2. Класифікація торговельного холодильного обладнання	32
2.2. Аналіз основних видів холодильного торговельного обладнання	34
2.2.1. Ларі	34
2.2.2. Шафи	39
2.2.3. Холодильні вітрини	46
2.2.4. Бонети (ванни або гондоли)	56
2.2.5. Гірки	69
2.3. Холодильні та морозильні камери	76
2.3.1. Збірні холодильні камери	80
2.3.2. Збірні холодильні камери ІРБІС товщиною 80 мм	81
2.3.3. Збірні морозильні камери ІРБІС товщиною 100 мм	84
2.4. Правила експлуатації, сервісне обслуговування та модернізація холодильного торговельного обладнання	88
2.4.1. Правила експлуатації та техніка безпеки	88
2.4.2. Сервісне обслуговування торговельного холодильного обладнання	91
2.4.3. Модернізація торговельного холодильного обладнання	94
Розділ 3. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОБУТУ	98
3.1. Класифікація холодильного обладнання для побуту	98
3.2. Компресійні побутові холодильники	103
3.2.1. Конструкція компресійного холодильника	103
3.2.2. Робота холодильного агрегату	106
3.2.3. Комплектуючі побутових компресійних холодильників	107
3.2.4. Конструкція холодильника	137
3.2.5. Холодоагент R600A – перспективний холодоагент побутових холодильників	143
3.3. Абсорбційні холодильники	147
3.3.1. Особливості абсорбційних холодильників	147
3.3.2. Принцип роботи	153

3.4.	Термоелектричні холодильники	155
3.4.1.	Принцип роботи	155
3.4.2.	Аналіз термоелектричних холодильників	158
3.5.	Системи розподілу та циркуляції повітря побутових холодильників	162
3.5.1.	Аналіз основних систем розподілу та циркуляції повітря	162
3.5.2.	Системи циркуляції повітря у відділеннях	165
3.6.	Якість побутових холодильників	167
3.6.1.	Основні показники якості побутових холодильників	167
3.6.2.	Оцінювання рівня якості побутових холодильників	168
Розділ 4.	ФРИЗЕРИ. ЛЬОДОГЕНЕРАТОРИ	171
4.1.	Історія виникнення морозива та класифікація фризерів	171
4.2.	Принцип роботи та будова фризерів	175
4.2.1.	Основні елементи холодильної машини фризера	176
4.3.	Аналіз найбільш поширених видів фризерів	180
4.3.1.	Фризери для морозива безупинної дії	181
4.3.2.	Обладнання для твердого морозива	185
4.3.3.	Фризери для м'якого морозива	187
4.4.	Порівняння технічних характеристик апаратів для приготування морозива різних виробників	189
4.4.1.	Апарати італійського виробництва	189
4.4.2.	Апарати виробництва компанії TAYLOR COMPANY (США)	190
4.4.3.	Апарати для приготування м'якого морозива українського виробництва	191
4.4.4.	Фризери для приготування м'якого морозива китайського виробництва	192
4.5.	Льодогенератори	193
4.5.1.	Класифікація льодогенераторів	193
4.5.2.	Льодогенератори блокового льоду	195
4.5.3.	Трубчасто-блокові льодогенератори безпосереднього охолодження	196
4.5.4.	Льодогенератори з пошаровим наморожуванням блокового льоду	197
4.5.5.	Льодогенератори трубчастого та пластинчастого льоду	198
4.5.6.	Льодогенератори лускоподібного та сніжного льоду	199
4.5.7.	Льодогенератори кубикового льоду	205
4.5.8.	Льодогенератори стаканчикового льоду	209
4.5.9.	Розшифрування прийнятих виробниками скорочень	213
Розділ 5.	ХОЛОДИЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ	215
5.1.	Класифікація холодильного транспорту	215
5.2.	Залізничний холодильний транспорт	216
5.3.	Автомобільний холодильний транспорт	222
5.3.1.	Кузови ізотермічних автомобілів і авторефрижераторів	222

5.3.2.	Системи охолодження авторефрижераторів	224
5.3.3.	Авторефрижератори EUROFRIGO серії С - BASIC	228
5.4.	Повітряний холодильний транспорт	229
5.5.	Водний холодильний транспорт	230
5.6.	Холодильні контейнери	236
Розділ 6.	СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ	242
6.1.	Історія створення кондиціонера	242
6.1.1.	Віхи історії	243
6.1.2.	Історія кондиціювання в колишньому СРСР	244
6.2.	Основні функції систем кондиціювання повітря	245
6.2.1.	Охолодження	245
6.2.2.	Нагрівання	246
6.2.3.	Осушування	246
6.2.4.	Вентилювання	246
6.2.5.	Очищення	247
6.2.6.	Насичення киснем	247
6.2.7.	Іонізація	247
6.3.	Класифікація систем кондиціювання повітря	248
6.4.	Принцип роботи кондиціонера	257
6.5.	Найбільш поширені системи кондиціювання повітря	262
6.5.1.	Спліт-системи	263
6.5.2.	Мультизональні системи зі змінюваною витратою холодоагенту (VRF і VRV системи)	267
6.5.3.	Системи кондиціювання VRV Plus і Hi-VRV	270
6.5.4.	Канальні кондиціонери	271
6.5.5.	Моноблочні кондиціонери	274
6.5.6.	Промислові кондиціонери	276
6.5.7.	Шафові кондиціонери	278
6.5.8.	Прецизійні кондиціонери	280
6.5.9.	Дахові кондиціонери	281
6.5.10.	Фанкойли	282
6.6.	Будова основних типів кондиціонерів	284
6.6.1.	Будова віконного кондиціонера	284
6.6.2.	Будова кондиціонера спліт-системи настінного типу	289
6.7.	Особливості експлуатації кондиціонерів за мінусових температур	292
6.8.	Порядок підбору кондиціонера	296
6.8.1.	Одиниці виміру	296
6.8.2.	Розрахунок потужності під час підбору кондиціонера	297
Розділ 7.	СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ПОВІТРЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	300
7.1.	Системи розподілу повітря в камерах холодильної обробки харчових продуктів	300
7.2.	Системи розподілу повітря в камерах зберігання харчових продуктів	303

7.3.	Основи розрахунку параметрів повітря	305
7.3.1.	Основи розрахунку параметрів повітря, що рухається за закономірностями вільних струменів	305
7.3.2.	Основи розрахунку параметрів повітря, що рухається за закономірностями обмежених струменів	308
Розділ 8. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ		312
8.1.	Обладнання камер охолодження м'яса	312
8.1.1.	Обладнання камер із природним рухом повітря	312
8.1.2.	Обладнання камер із примусовим рухом повітря	321
8.1.3.	Основи розрахунку камер охолодження м'яса	326
8.1.4.	Порівняльні показники камер охолодження м'яса	331
8.2.	Обладнання для охолодження риби	333
8.2.1.	Обладнання для охолодження риби водою чи льодо-водяною сумішшю	334
8.2.2.	Судновий вакуумний рибоохолоджувач	341
8.2.3.	Основи розрахунку обладнання для охолодження риби водою чи льодо-водяною сумішшю	342
8.3.	Обладнання для охолодження плодів і овочів	346
8.3.1.	Обладнання камер із інтенсивним рухом повітря	346
8.3.2.	Обладнання для охолодження фруктів в ізотермічних вагонах, автомобілях із ізотермічними кузовами та вагонах-холодильниках	347
8.3.3.	Обладнання для охолодження овочів у вакуумі	348
8.3.4.	Установки для охолодження плодів і овочів у воді	348
8.3.5.	Установка для охолодження овочів льодом	349
8.3.6.	Основи розрахунку камер із інтенсивним рухом повітря	350
8.4.	Апарати для охолодження птиці	351
8.4.1.	Апарати тунельного типу	351
8.4.2.	Апарат для охолодження тушок птиці зрошенням	352
8.4.3.	Апарат для охолодження тушок птиці зануренням	352
8.4.4.	Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодо-водяну суміш	353
8.4.5.	Основи розрахунку апарата для охолодження тушок птиці зрошенням	354
8.5.	Автоматизовані пластинчасті установки для охолодження молока і молочних продуктів	355
8.5.1.	Пластинчасті охолоджувачі для молока ООЛ-3 та ООЛ-5	356
8.5.2.	Пластинчастий охолоджувач для молока 001-В10 (ООЛ-10)	356
8.5.3.	Пластинчастий охолоджувач для молока ООЛ-25	357

Розділ 9. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	360
9.1. Холодильне технологічне обладнання камер заморожування м'яса	360
9.1.1. Обладнання камер із примусовим рухом повітря	360
9.1.2. Обладнання камер із природним рухом повітря	365
9.1.3. Порівняльні показники камер заморожування м'яса	367
9.1.4. Основи розрахунку камер заморожування м'яса	369
9.2. Повітряні морозильні апарати	372
9.2.1. Візкові морозильні апарати з ручним та механізованим переміщенням візків	374
9.2.2. Конвеєрні морозильні апарати	382
9.2.3. Основи розрахунку конвеєрних апаратів	399
9.3. Флюїдизаційні апарати	407
9.3.1. Апарат малої продуктивності	407
9.3.2. Апарат середньої продуктивності	409
9.3.3. Апарати великої продуктивності	410
9.3.4. Основи розрахунку флюїдизаційних апаратів	415
9.4. Апарати безконтактного заморожування харчових продуктів	419
9.4.1. Плиткові апарати	420
9.4.2. Роторні апарати	431
9.4.3. Морозильні апарати барабанного типу	438
9.4.4. Основи розрахунку плиткових апаратів	441
9.4.5. Апарати для заморожування продуктів рідкими холодоносіями	452
9.5. Апарати контактного заморожування харчових продуктів	460
9.5.1. Кріогенні апарати	461
9.5.2. Основи розрахунку апарата з розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку	482
9.5.3. Вуглекислотні апарати	487
9.5.4. Апарати для заморожування продуктів холодоносіями	490
9.6. Лінії для виробництва морожених продуктів	493
9.6.1. Лінії для виробництва мороженого блокового м'яса та морожених м'ясних продуктів	493
9.6.2. Лінії для виробництва мороженої риби та морожених рибних продуктів	491
9.6.3. Лінії для виробництва морожених овочевих пюре, овочевих гарнірів, картоплі, картопляних котлет і ягід	500
9.6.4. Лінії для виробництва морозива	505
Розділ 10. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ КАМЕР ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	511
10.1. Прилади охолодження камер зберігання	511
10.1.1. Повітроохолоджувачі	511
10.1.2. Батареї	531
10.2. Зволожуючі пристрої	536

10.2.1.	Пристрої для зволоження повітря водою	536
10.2.2.	Пристрої для зволоження повітря парою	539
10.2.3.	Механічний зволожувач повітря	541
10.2.4.	Мікропроцесорний регулятор вологості й температури	542
10.2.5.	Основи розрахунку зволожуючих пристроїв	543
10.3.	Обладнання для створення та підтримання складу газового середовища	544
10.3.1.	Будова та принцип роботи газогенераторної установки	548
10.4.	Фільтри. Озонатори	549
10.4.1.	Фільтри	549
10.4.2.	Озонатори	549
Розділ 11. УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ		560
11.1.	Установки з підведення тепла до поверхні продукту	562
11.1.1.	Установки для розморожування харчових продуктів у потоці повітря	562
11.1.2.	Обладнання для організації процесу дефростації в камерах	563
11.1.3.	Дефростер Cabinplant TC- 2	565
11.1.4.	Дефростери серії VGKL (Китай)	566
11.1.5.	Установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря	568
11.1.6.	Установки для розморожування харчових продуктів у вакуумі	569
11.1.7.	Установки для розморожування продуктів зануренням у воду	570
11.1.8.	Установка для розморожування харчових продуктів водою шляхом зрошення	572
11.1.9.	Дефростери серії H2-ИТА	576
11.1.10.	Установка для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою	576
11.2.	Установки з підведенням тепла до об'єму продукту	580
11.2.1.	Високі частоти в харчовій промисловості	580
11.2.2.	Апарати для розморожування SAIREM (Франція)	584
11.2.3.	Мікрохвильові дефростери виробництва АМТЕК Microwaves	590
11.3.	Основи розрахунку установок для розморожування харчових продуктів	593
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		598

ПЕРЕДМОВА

Сьогодні техніка низьких температур застосовується в усіх сферах діяльності людини. Без неї неможливий подальший розвиток цивілізації. Про масштаби застосування техніки низьких температур свідчить той факт, що споживання електроенергії холодильним обладнанням, включаючи системи кондиціонування повітря та побутові холодильники, у загальному енергобалансі розвинених країн, складає 15-20%.

Значення холодильного обладнання в житті сучасної людини складно переоцінити. Практично неможливо знайти таку галузь промисловості або сферу життя, у якій би не використовувалися холодильники, морозильні камери та ін.

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

Саме тому актуальним завданням є підготування висококваліфікованих наукових та інженерних кадрів із виробництва та раціонального використання штучного холоду для потреб підприємств торгівлі, ресторанно-готельного бізнесу, харчової та переробної індустрії.

На сьогоднішні практично відсутня навчальна література, в якій би було висвітлено та систематизовано сучасне холодильне обладнання для вищезазначених підприємств.

Метою підручника 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, холодильне торговельне обладнання, холодильний транспорт, системи кондиціонування повітря), яке знайшло найбільш широке застосування на підприємствах торгівлі, у готельно-ресторанному бізнесі, харчовій та переробній індустріях.

У підручнику розглянуто процеси холодильної обробки харчових продуктів та сировини, способи їх реалізації, зроблено їх загальну класифікацію, надано характеристику й алгоритми розрахунку та підбору холодильного обладнання, систем холодопостачання та розподілу повітря, перспективи подальшого розвитку холодильного обладнання.

Підручник складений відповідно до профілю програми підготовки бакалавра за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» для забезпечення спеціальних (фахових) компетенцій. Підручник буде корисним для студентів під час вивчення дисциплін, у яких розглядається застосування холодильного обладнання в різних галузях економіки, під час виконання курсових та дипломних проектів, а також студентам інших спеціальностей, яким необхідна інформація про сучасне холодильне обладнання.

Авторами узагальнено досягнення вітчизняної та зарубіжної науки та техніки в галузі холодильного обладнання та розглянуто питання номенклатури, конструкції, будови, принципу роботи, алгоритму розрахунку, галузей практичного застосування та сучасних тенденцій подальшого розвитку холодильного обладнання. Матеріали, які ввійшли до підручника, зібрані та систематизовані авторами під час відвідування спеціалізованих виставок, використана інформація інтернет-порталів, інтернет-сторінок фірм, які реалізують відповідне обладнання, каталоги обладнання провідних фірм-виробників.

Автори вдячні рецензентам за корисні поради та зауваження в процесі рецензування та підготовки рукопису.

КЛАСИФІКАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1. Історія та масштаби застосування холоду

На початковій стадії машинного охолодження обладнання було громіздким, дорогим і малоефективним. Крім того, воно вимагало постійної присутності механіка або інженера з експлуатації, що робило можливим застосування машинного охолодження тільки на заводах з виробництва льоду, м'ясопереробних підприємствах і у великих холодильниках для зберігання продуктів.

Протягом декількох десятиліть холодильна техніка перетворилася в гігантську швидко зростаючу промисловість, якою вона є сьогодні. Кілька причин сприяли цьому бурхливому росту. По-перше, за умови розвитку високоточних методів виробництва стало можливим виготовлення більш ефективного обладнання з меншими габаритними розмірами. Створення безпечних холодоагентів і винахід електродвигуна потужністю менш 0,7 кВт привели до розробки невеликих холодильних агрегатів, які широко використовуються, наприклад, у домашніх холодильниках і морозильниках, невеликих кондиціонерах і торговельному холодильному обладнанні.

Мало людей поза сферою холодильної промисловості уявляють сутність холодильної техніки в створенні високотехнічного суспільства ступінь залежності суспільства від машинного холоду. Наприклад, без машинного охолодження було б неможливо зберегти достатню кількість продуктів для харчування зростаючого міського населення. Крім того, якби не відбувалося кондиціонування повітря, неможливо було б перебувати в літні місяці через спеку в багатьох великих будинках, де розташовуються торговельні й промислові підприємства.

На додаток до добре відомих випадків застосування холоду, як, наприклад, для комфортного кондиціонування повітря, для обробки, заморожування, зберігання, перевезення та демонстрації швидкопсувних продуктів, машинне охолодження використовується також під час обробки й виробництва майже всіх товарів. Нових процесів і виробів, що з'явилися в результаті застосування машинного холоду, безліч. Наприклад, за допомогою холоду стало можливим будівництво великих гребель, необхідних для створення іригаційних систем і гідроелектростанцій. Холод дозволяє будувати дороги і тунелі, а також фундаментні і шахтні колодязі в нестійких ґрунтах. Застосування холоду сприяло початку виробництва пластмас і синтетичного каучуку, а також багатьох нових і корисних матеріалів і виробів. За допомогою машинного охолодження пекарі випускають більше батонів хліба з одного кілограма борошна, виробники текстильних виробів і паперу підвищують ефективність роботи обладнання та збільшують кількість продукції; покращилося загартування сталі для виробництва верстатів. Існують сотні способів використання машинного холоду, і з кожним роком з'являються нові. Єдиний стримуючий фактор, що сповільнює розвиток холодильної промисловості, – це недостатня кількість кваліфікованого персоналу.

1.2. Класифікація процесів холодильної обробки харчових продуктів та сировини

Усі харчові продукти за тривалістю їхнього зберігання можна розподілити на дві групи: продукти, які в звичайних умовах довгий час не псуються (борошно, крупа, цукор), і продукти швидкопсувні (м'ясо, риба, птиця, молоко, овочі тощо), якість яких – смак, запах, колір та ін. – під час зберігання погіршується.

Псування продуктів викликають різні фактори (наприклад, вплив кисню повітря й сонячне світло, надмірно низька або висока вологість повітря). Особливо сильною є руйнівна дія на продукти мікроорганізмів й тканинних ферментів. Останні можуть викликати розкладання білків, гідроліз жирів, глибокі перетворення вуглеводнів й інші зміни.

Для запобігання псуванню продуктів під час тривалого зберігання застосовують спеціальну обробку – консервування. Основне завдання консервування зводиться до уповільнення руйнівної дії мікроорганізмів і тканинних ферментів. Із усіх методів консервування (пастеризація, стерилізація, сушіння, соління, копчення та ін.) найбільш ефективним є обробка холодом, що найменше змінює первісні властивості продуктів.

Питання дослідження складу й властивостей продуктів під час зміни температури, вибору найбільш сприятливих режимів охолодження й подальшого зберігання для різних видів продуктів, створення технічних засобів реалізації розроблених способів докладно розглядаються в окремій галузі харчової технології – у холодильній технології харчових продуктів.

Консервування холодом засновано на зниженні життєдіяльності мікроорганізмів і активності тканинних ферментів за зниження температури. У результаті вповільнюються реакції, що природно протікають у деяких продуктах (наприклад, подих і дозрівання плодів) і викликаються діяльністю мікроорганізмів.

Залежно від температури під час обробки холодом продукти умовно поділяють на охолоджені – з температурою в центрі продукту 0...4°C, заморожені – з температурою -6°C, дефростовані, тобто піддані повному розморожуванню.

Основним фактором, що робить істотний вплив на охолодження продуктів, є низька температура. За заморожування, крім того, відбувається зневоднювання тканин, пов'язане з переходом води у твердий стан. Недостатня вологість повітря погіршує якість м'яса, риби, свіжої зелені: продукти усихають і в'януть.

Різні мікроорганізми по-різному реагують на вплив холоду. Найбільш холодостійкі цвілеві гриби й дріжджі, гірше переносять холод бактерії: за замерзання середовища їхнього перебування вони в основному гинуть через порушення обміну речовин і ушкодження структури клітин. Деякі види бактерій за -5...-8°C вимирають майже повністю протягом 10...14 місяців та після цього у звичайних умовах практично не розвиваються. Інші види бактерій

після витримки при зазначеній температурі у звичайних умовах починають знову розвиватися через 5...6 днів.

При заморожуванні мікроорганізмів звичайно гине 90...99% кліток. Хвороботворні бактерії протягом багатьох годин витримують температуру рідкого повітря (біля -190°C).

Ефективність холодильного зберігання істотно знижується через початкове забруднення продуктів мікробами, а також поганого санітарного стану холодильних камер, тобто зараженості їх цвілью. Хоча ріст плісені і припиняється при -9°C , але з підвищенням температури при розморожуванні вони знову «оживають» і викликають псування продуктів під дією виділюваних ферментів. Діяльність ферментів при заморожуванні повністю не припиняється навіть при дуже низькій температурі (-80°C), і втрата їхньої активності спостерігається тільки при багаторазовому заморожуванні й розморожуванні. Щоб уникнути появи цвілі необхідний ретельний мікробіологічний контроль за станом холодильних камер і строге дотримання санітарних правил і технологічних інструкцій.

До допоміжних засобів, що подовжують терміни зберігання харчових продуктів, відноситься обробка продуктів ультрафіолетовими променями, вуглекислотою, озоном, антибіотиками й антиокислювачами, а також застосування спеціальної тари й пакувальних матеріалів.

Консервуючу дію, ультрафіолетових променів засновано на їхній здатності вбивати мікроорганізми. Найбільш інтенсивна дія ультрафіолетових променів проявляється при низьких позитивних температурах, при негативних температурах ефект опромінення незначний. Тривалість опромінення залежить від ряду факторів і насамперед від виду продукту і його стану. Багато продуктів у результаті опромінення одержують бактеріостатичні властивості, тобто роблять протягом деякого часу гнітючу дію на мікроорганізми, у результаті чого значно збільшується термін зберігання продуктів. Подовжує терміни зберігання швидкопсувних продуктів і обробка ультрафіолетовими променями приміщень, холодильних камер, обладнання, тари. Для одержання ультрафіолетових променів користуються спеціальними бактерицидними лампами.

Порівняно новим і досить перспективним засобом збереження харчових продуктів у сполученні з холодом є іонізуюче опромінення (радіопастеризація), під впливом якого відбувається руйнування живих кліток мікроорганізмів і істотно вповільнюються ферментативні процеси. Крім того, бактерицидний вплив на мікроорганізми робить іонізуюче середовище, створюване при опроміненні.

Одним з допоміжних засобів, застосовуваних у сполученні з холодом, є вуглекислота в газоподібному виді в суміші з повітрям, що придушує життєдіяльність мікроорганізмів, особливо плісені і бактерій. Дія вуглекислоти заснована на зменшенні кількості кисню в жирах і повітрі сховища. При цьому вповільнюються процеси окислювання жирів і продуктів які містять жири, зменшується інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів у фруктах, овочах і ін. За правильного застосування вуглекислоти термін зберігання продуктів

може бути збільшений у 1,5...3 рази. Звичайно продукти поміщають у спеціальні контейнери, пакети або іншу тару, у яку вуглекислота надходить із балонів або у вигляді сухого льоду. Після перебування продукту у вуглекислотному середовищі з нього з часом виділяється вуглекислота, тобто відбувається десорбція.

Для збереження якості харчових жирів і продуктів, які містять жири, останнім часом у них стали вводити в малих кількостях (у сотих і навіть тисячних частках відсотках від маси продукту) антиокислювачі – речовини, що запобігають процесам окиснювання і затримують їх (фенольні антиокиснювачі, гваякова смола, кефалін).

Під час зберігання харчових продуктів у холодильних камерах часто використовують озон (атомарний кисень) як засіб дезінфекції камер перед прийомом продуктів на зберігання. При цьому усуваються сторонні запахи й забезпечується повне очищення камер від мікроорганізмів протягом декількох діб. Оскільки озон за концентрації більше 2 мг/м³ шкідливо діє на організм людини, озонування камер відбувається за відсутності обслуговуючого персоналу або використовуються спеціальні запобіжні маски. Озон одержують у стаціонарних або пересувних установках, де він утворюється при електричному розряді високої напруги.

Істотне значення для збереження харчових продуктів мають тара й пакувальні матеріали. Найбільш перспективні пакувальні засоби, виготовлені з полімерних матеріалів.

Охолодження продуктів

У холодильній технології для збереження продуктів широко використовується охолодження.

Процес охолодження продуктів полягає в тому, що продукт за високої температури (звичайно це температура продукту під час збирання врожаю або забою) направляють в камеру для остигання, або камеру попереднього охолодження, де він повинен бути охолоджений якомога швидше до температури зберігання, а потім продукт переміщують із камери остигання у холодильну камеру. Поводження із продуктом на стадії охолодження помітно позначається на його кінцевій якості та терміні зберігання. Основними параметрами при цьому є кінцева температура продуктів і швидкість їхнього охолодження. Кінцева температура залежить від виду продукту, його вихідного стану й звичайно перебуває в межах 0...4°C.

Швидкість охолодження також залежить від виду продукту. Якщо вона недостатньо велика, то часто відбуваються небажані зміни внаслідок руйнівної дії мікробіологічних і ферментативних процесів, які можуть випереджати процес охолодження. Практика показує, що чим швидше й глибше охолоджено свіжі продукти, тим краще зберігається їхня первісна якість і менші втрати маси. Це стосується як м'яса й риби, так і інших продуктів тваринного й рослинного походження.

Для продуктів як охолоджуюче середовище можуть бути використані повітря, холодна вода або розсіл, лід, що тане, або сніг.

Температура в камері охолодження до надходження теплого продукту повинна бути знижена до кінцевої температури. Під час завантаження й у початковий період охолодження різниця температур і тисків пари в продукті й повітрі в камері значні, і продукт швидко віддає тепло й вологу. Температура й вологість повітря в камері в цей період піднімаються до пікового рівня. Наприкінці процесу температура в камері охолодження знову понизиться до скінченної величини. Дуже важливо, щоб продуктивність холодильного обладнання була достатньою для запобігання надлишковому підвищенню температури в камері в піковий період охолодження.

Відносна вологість і швидкість циркуляції повітря. Необхідний рівень відносної вологості в камерах охолодження залежить від продукту, зокрема від того, упакований він чи ні. Природно, якщо продукт охолоджується в паронепроникному впакуванні, рівень вологості в камері не має значення. Під час завантаження й на початкових стадіях охолодження вологість буде високою, якщо контейнери із продуктами мокрі, проте вона незабаром понизиться під час випару вільної вологи.

Продукти, охолоджувані у своєму природному (неупакованому) вигляді, втрачають вологу дуже швидко, внаслідок чого на початковій стадії в камері охолодження утворюється туман. Це явище спостерігається, коли температура продукту й тиск пари високі. У цей час бажані швидке охолодження й висока швидкість циркуляції повітря для максимального зниження температури й тиску пари в продукті, щоб запобігти надлишковій втраті вологи й усушці. Висока швидкість циркулюючого повітря необхідна також для віднесення пари й запобігання конденсації вологи на поверхні продукту.

Висока швидкість циркуляції повітря збільшує інтенсивність випару вологи із продукту, проте, вона значно прискорює й інтенсивність охолодження, у результаті чого швидше знижуються температура й тиск пари в продукті. Зниження тиску пари через більш високу інтенсивність охолодження з надлишком компенсує підвищення інтенсивності випару внаслідок більш високої швидкості циркуляції повітря. Значення більш високої швидкості циркуляції повітря на початковій стадії охолодження полягає в зниженні загальної втрати вологи із продукту. На кінцевій стадії охолодження, коли температура й тиск пари продукту вже знижені, висока швидкість циркулюючого повітря в камері остигання збільшує втрати вологи. Тому необхідно знизити швидкість повітря, циркулюючого в камері остигання.

Вологість у камері повинна бути високою під час охолодження продуктів, підданих усушці. Для зниження втрат вологи деякі продукти, наприклад птицю й рибу, часто охолоджують у крижаній шухляді. З цієї ж причини яйця іноді занурюють у світле мінеральне масло до охолодження й зберігання. Крім того, птиця, риба й деякі овочі часто пересипаються льодом з метою охолодження й зберігання. Коли пересипані льодом продукти поміщають у холодильну камеру, лід, що повільно тоне, утримує вологу на поверхні продукту й запобігає надлишковій усушці.

Окремі овочі й фрукти обробляються за допомогою гідроохолодження, що включає зрошення продукту охолодженою водою або занурення у ванну з

оохолодженою водою, що перемішується. Занурення полягає в змиванні продукту більшою кількістю води, яка подається самопливом, а зрошення здійснюється з розташованих зверху сопел.

Деякі свіжі овочі, зокрема ті, що мають високе відношення площі поверхні до обсягу, попередньо оохолоджують за допомогою швидкого випару води з поверхні продукту під вакуумом. Цей процес називається вакуумним оохолодженням. Попереднє оохолодження здійснюється у вакуумному оохолоджувачі при зниженні тиску в ньому до рівня, за якого відповідна температура насичення води нижче температури оохолоджуваного продукту. При цьому відбувається випар води з поверхні продукту з відведенням відповідної схованої теплоти. Оохолодження триває до необхідної температури за подальшого зниження тиску.

Комбіноване оохолодження та зберігання. Не рекомендується використовувати ту саму камеру для оохолодження й зберігання м'ясних і інших продуктів, які залежні від коливань температури, відносної вологості й швидкості циркуляції повітря. Проте обмеження не відносяться до камер для фруктів, наприклад, яблук і груш. Досвід показує, що їх можна обробляти в комбінованих камерах оохолодження й зберігання без шкідливих наслідків для продукту. Це відбувається через відносно короткий інтервал часу закладення продукту, а також незначної або повної відсутності коливань температури в камері. Виключеннями є також низькотемпературні камери, у які продукт надходить за температури до 7°C.

Способи оохолодження. Оохолодження в повітрі. Повітря – найпоширеніший холодоагент. Воно не має запаху й на більшість продуктів не робить шкідливого впливу (за винятком дії кисню, що окислює). До недоліків оохолодження в повітрі можна віднести слабку інтенсивність процесу консервації, випар вологи з поверхні продуктів, що супроводжується втратою їхньої маси за недостатньої вологості повітря.

Для інтенсифікації теплообміну підвищують швидкість переміщення повітря й збільшують перепад температур між ним і оохолоджуванним продуктом. Для цього служать повітроохолоджувачі, вентилятори, що оохолоджують змішувачі.

Оохолодження у холодній воді або розсолі. Воно може бути контактним і безконтактним. За контактного оохолодження продукт поміщають у рідке оохолоджувальне середовище, й процес відбувається інтенсивніше, ніж у повітрі, тому що коефіцієнт тепловіддачі до рідини набагато більше, ніж до повітря. Проте за такого оохолодження продукт втрачає свій зовнішній вигляд, набухає тощо. За безконтактного оохолодження продукт попередньо поміщають у вологонепроникну оболонку, у результаті знижується тепловіддача й ускладнюється технологічний процес. Рідкі оохолоджувачі великого практичного застосування не одержали.

У останні роки широко застосовують холодну (крижану) воду (1...4°C) для оохолодження тушок птиці до 4...6°C, поміщаючи їх у спеціальні ванни або зрошуючи через форсунки, що розпоршуюють.

Для охолодження риби широко застосовують лід, а також охолоджені рідкі середовища – воду, 2...4%-ний водяний розчин кухонної солі або морську воду зі змістом солі 3...4%.

Для охолодження плодів і овочів застосовують холодне повітря, крижану воду, сніжно-крижану масу, а також спеціальну вакуумну камеру. Під час розрідження повітря із тканин плодів і овочів інтенсивно випаровується частина вологи, на що витрачається значна кількість внутрішнього тепла, й вони швидко охолоджуються.

Молоко охолоджують на фермах за допомогою водоохолоджувальних холодильних машин, танків-охолоджувачів із безпосереднім випаром холодоагенту або із проміжним холодоносієм. На заводах молоко, що надійшло, перед зберіганням охолоджують до 4...5°C у пластинчастих охолоджувачах, у яких перебувають дві системи каналів: одними тече молоко, іншими – охолоджувальна вода або розсіл. Молочні продукти – масло, сир, сметану, кефір, кисляк та ін. – охолоджують на різних етапах їхнього виробництва або в готовому вигляді. При цьому використовують ті ж пристрої, що для охолодження молока, або звичайні холодильні камери.

Заморожування харчових продуктів

Заморожування являє собою перетворення в лід більшої частини тканинної рідини, що втримується в продукті. При цьому зводиться до мінімуму життєдіяльність багатьох мікроорганізмів, і протягом тривалого часу зберігаються високі якості продукту. Для кожного продукту вибирають певні умови заморожування й зберігання, тому що перетворення води в лід викликає побічні явища, що приводять до деякого погіршення якості.

Розчини солей і цукрів, що містяться в тканинах харчових продуктів, замерзають за більш низької температури, ніж чиста вода (іноді за -60°C). Установлено, що за -4°C виморожується 3/4 води, що міститься в м'ясі, рибі, яйцях, і 1/2 – у плодах і картоплі. За подальшого зниження температури кількість води, що виморожується, різко скорочується.

Основними параметрами, що характеризують заморожування продуктів, є середня (за глибиною продукту) кінцева температура, тривалість і швидкість заморожування.

Швидкість заморожування впливає на величину кристалів льоду й рівномірність їхнього розподілу в тканині продукту; вона характеризує економічність процесу й можливість його механізації та автоматизації. Швидкість заморожування збільшується зі зниженням температури теплопровідного середовища, зменшенням товщини продукту, що заморожується, і збільшенням коефіцієнта тепловіддачі з його поверхні.

Якщо продукт треба зберегти у його первісному свіжому стані протягом тривалого часу, його звичайно заморожують і зберігають приблизно за температури -18°C або нижче. Звичайно заморожують не тільки продукти, які зберігаються у свіжому стані, наприклад, фрукти, фруктові соки, ягоди, м'ясо, птицю, морепродукти та яйця (без шкарлупи), але також багато готових

виробів, наприклад, хліб, булочки, морозиво й цілий асортимент спеціально приготовлених і готових до вживання блюд, включаючи повні обіди.

На кінцеву якість і термін зберігання будь-якого замороженого продукту впливають такі фактори: природа й склад продукту, що заморожується; вибір способів обробки й готування продукту для заморожування; спосіб заморожування; умови зберігання.

Заморожувати можна тільки високоякісні продукти в гарному стані. Під час заморожування овочів дуже важливим є вибір відповідного сорту. Деякі сорти непридатні для заморожування, а результатом заморожування інших може бути низька якість або обмежена стійкість під час зберігання.

Овочі, що заморожуються, і фрукти повинні бути зібрані за повного ступеня зрілості, оброблятися й заморожуватися якомога швидше після збирання врожаю для того, щоб уникнути небажаних хімічних змін унаслідок ферментної або мікробної активності.

Овочі й фрукти вимагають значної обробки до заморожування. Після чищення й промивання для видалення з поверхні листів, бруду та ін. овочі бланшують у гарячій воді або парі за 100°C для інактивації природних ферментів. Необхідно пам'ятати, що ферменти не руйнуються за низької температури, хоча їхня активність значно зменшується й триває з низькою інтенсивністю під час зберігання продуктів навіть за -18°C і нижче. Отже, бланшування, що руйнує більшість ферментів, значно збільшує термін зберігання заморожених овочів. Тривалість бланшування залежить від сорту овочів і коливається від 1 до 1,5 хв для зеленої квасолі й до 11 хв для кукурудзи. Більша частина бактеріальної популяції руйнується разом із ферментами в процесі бланшування, але багато бактерій виживають. Для запобігання псуванню через ці бактерії овочі повинні бути охолоджені до 10°C негайно після бланшування й до впакування перед завантаженням у морозильний апарат.

Фрукти, як і овочі, повинні бути очищені й промиті для видалення коренів, листя, бруду й зниження мікробного забруднення. Фрукти більш піддані ферментному псуванню, ніж овочі, проте їх не можна бланшувати, тому що це приведе б до погіршення їхньої якості.

Ферменти, які є каталізаторами окиснювання й викликають швидке покоричневіння м'якоті, обумовлюють найбільші ушкодження заморожених фруктів. Для запобігання окиснюванню фрукт, що заморожується, покривають цукровим сиропом. Іноді для цього використовують аскорбінову, лимонну кислоти або сірчистий ангідрид.

М'ясні продукти, як правило, не вимагають спеціальної обробки до заморожування. У зв'язку з попитом, що збільшується, все більшу кількість спеціально приготовленого м'яса й м'ясних продуктів заморожують. Це стосується також птиці й продуктів моря.

Свинину й рибу звичайно заморожують якнайшвидше після охолодження через відносну нестійкість їхньої жирової тканини. Яловичина часто «дозріває» в камері остигання протягом декількох днів до заморожування, тобто трохи зм'якшується під дією ферментів. Якщо дозрівання яловичини триває більше 6...7 днів, це скорочує термін її зберігання.

Досвід показує, що птиця, заморожена через 12...24 год після забою, більш ніжна, ніж заморожена відразу. Затримка в заморожуванні більше 24 год приводить до скорочення терміну зберігання без помітного збільшення ніжності м'яса.

Способи заморожування. Харчові продукти можуть бути піддані повільному або швидкому заморожуванню. Повільне заморожування здійснюється під час завантаження продукту в низькотемпературну камеру без примусової циркуляції повітря. Температура в цих камерах підтримується в діапазоні -18...-40°C. Циркуляція повітря здійснюється за рахунок природної конвекції, а теплопередача від продукту триває від 3 год до 3 діб залежно від кількості продукту й умов у камері. У таких камерах заморожують яловичі й свинячі напівтуші, птицю в ящиках, патрану й цілу рибу, фрукти в бочках, яйця (білки, жовтки або цілі) в упакуванні по 5 і 15 кг.

Швидке заморожування здійснюється одним способом або будь-якою комбінацією із трьох способів: зануренням; контактним заморожуванням упакованих продуктів; в інтенсивному потоці повітря.

Контактне заморожування в повітрі. Застосовується найчастіше. Розрізняють заморожування із природним переміщенням повітря (у камерах) і зі змушеним рухом повітря (тунельні морозилки, гравітаційно-конвеєрні й флюїдизаційні швидкоморозильні апарати). Перевагою заморожування із природним рухом повітря є простота методу, за якого не треба використовувати спеціальні пристосування й пристрої. Основний недолік – тривалість процесу (до 48 год) і, внаслідок, низька якість заморожених продуктів.

На сьогодні основним методом повітряного заморожування є створення швидкісного потоку охолодженого повітря в морозильних пристроях. Це дозволяє залежно від виду продукту й конструкції апарата значно скоротити тривалість заморожування (наприклад, для фруктів і овочів вона становить 0,1...2 год).

Для різних способів заморожування існують спеціальні апарати й кожний, як правило, призначений для заморожування продуктів, однакових за формою, структурою й складом.

У висхідному потоці повітря продукти можна заморожувати методом обдування (у щільному шарі) або продування повітрям. В останньому випадку за певної швидкості повітря продукт може перейти у зважений стан. Цей вид заморожування називається флюїдизацією. Він дозволяє значно інтенсифікувати процес заморожування. Швидкоморозильні апарати, у яких заморожування продукту здійснюється у зваженому стані, називаються флюїдизаційними.

Інтенсифікувати процес заморожування в повітряних апаратах можна зниженням температури повітря й збільшенням його швидкості. І те, й інше має свої оптимальні межі, пов'язані з енергетичними показниками роботи холодильних машин і вентиляторів. Флюїдизаційні швидкоморозильні апарати за способом транспортування в них продукту поділяють на лотокові й конвеєрні. У лотокових апаратах заморожується продукт, що переміщається за рахунок руху повітря й певного нахилу лотка або підтримуючих грат.

Переміщення продукту в конвеєрних апаратах здійснюється за допомогою сітчастого конвеєра.

Апарати лотокового типу прості за конструкцією, але їх можна використовувати для заморожування тільки дрібних продуктів. Для обробки продуктів великих розмірів (персики, сливи, томати та ін.) необхідна значна швидкість повітря, що не вигідно з економічної точки зору. Великі продукти доцільно заморожувати в потоці повітря за часткової флюїдизації або без неї.

Істотні переваги флюїдизаційних швидкоморозильних апаратів порівняно зі звичайними – скорочення часу заморожування й більш висока якість заморожених продуктів. Основні недоліки – обмежене застосування й високі енергетичні витрати.

Контактне заморожування в рідкому середовищі. Рідкими середовищами для контактного заморожування продуктів служать розчини солей (наприклад, кухонної солі). Поряд із перевагами (простота й доступність, прискорення процесу й відсутність втрат маси) цей спосіб заморожування має істотний недолік (проникнення солі в продукт), що приводить до зміни кольору й погіршення зовнішнього вигляду.

Найбільше поширення цей спосіб одержав під час заморожування риби, а для заморожування м'яса він виявився неприйнятним, тому що сіль викликає потемніння й побуріння м'яса. Був запропонований спосіб, що знижує дифузію (проникнення в продукт, що заморожується) солі – вологоповітряне заморожування, що здійснюється в два етапи. Спочатку рибу охолоджують у розсолі до $-2...-3^{\circ}\text{C}$, потім із неї змивають плівку розсолу й швидко доморожують за допомогою повітряного апарата. Недолік цього способу полягає в непродуктивних витратах енергії для нагрівання риби під час змивання розсолу. Крім того, дифузія солі знижується незначно.

Останнім часом для виключення дифузії солі застосовують упакування продуктів у різноманітні плівки. Проте при цьому підвищується термічний опір теплообміну й ускладнюється технологія заморожування.

Заморожування киплячими холодоагентами. Воно буває безконтактним і контактним. *Безконтактне заморожування* здійснюється переважно в швидкоморозильних апаратах, де продукти затискаються між порожніми металевими плитами, у яких «кипить» холодоагент. За *контактного заморожування* використовують рідкий азот або фреони (хладони). Рідкий азот сприяє збільшенню швидкості процесу, забезпечує простоту технології під час заморожування продуктів, що відрізняються високою вартістю. Рідкі фреони є перспективними холодоагентами для заморожування, але вони не повинні містити фтор. (Фреони, що містять фтор, маркують як «фреон-фрізант» на відміну від «фреону-холодоагенту»).

Основними й найпоширенішими технологічними засобами заморожування харчових продуктів є морозильні пристрої з машинним охолодженням – морозильні камери й морозильні апарати.

Морозильні камери являють собою приміщення холодильників із посиленою тепловою ізоляцією огорожень. Батареї безпосереднього охолодження камер розраховані на підтримання в них низьких температур

(біля -30°C), додаткова циркуляція забезпечується вентиляторами. У камерах установлюють різне обладнання для розміщення й транспортування продуктів. Істотним недоліком морозильних камер є необхідність періодичного завантаження й вивантаження продуктів.

Морозильні апарати можуть бути повітряного охолодження, у яких продукти різноманітних асортиментів заморожуються в інтенсивному потоці холодного повітря; багатоплиточні, у яких продукти (рибне філе, розфасовані плоди, м'ясо та ін.) затискаються за допомогою гідравлічного пристрою між металевими плитами, що мають канали циркуляції киплячого холодоагенту або холодного розсолу; із заморожуванням у охолоджуючій рідині, у яких продукти (наприклад, тушки птиці, попередньо впаковані в полімерну плівку) піддаються впливу низької температури, і в ємності, що містить охолоджуючу рідину; із заморожуванням рідким азотом або фреоном, коли продукти покладені на стрічку транспортера.

Зберігання харчових продуктів

Машинне охолодження використовується частіше для зберігання швидкопсувних товарів, зокрема харчових продуктів на це необхідно звернути особливу увагу під час вивчення холодильного обладнання.

Зберігання харчових продуктів на сьогодні є дуже важливою проблемою. Сучасне міське населення потребує великої кількості харчових продуктів, які виробляються й обробляються у віддалених сільських районах. Природно, ці продукти необхідно зберегти під час перевезення й наступного тривалого зберігання. Воно може тривати від годин, днів, тижнів, місяців, до років. Багато продуктів, зокрема фрукти й овочі, відрізняються сезонним характером, тому що ростуть тільки в певну пору року. Необхідно передбачити відповідне зберігання для цілорічного постачання їх населенню.

Питання збереження харчових продуктів із давніх часів є найважливішою проблемою. Майже із самого початку існування людства проводився пошук способів збереження продуктів у сезони достатку для того, щоб вижити в періоди їх нестачі. Природно, що людина знайшла й розвила такі способи збереження продуктів, як сушіння, копчення, маринування й засолювання, хоча причини псування були ще невідомі. Ці досить прості способи усе ще широко використовуються на сьогодні не тільки відсталими суспільствами, що не мають інших засобів, але й високорозвиненими, у яких вони доповнюють більш сучасні способи збереження харчових продуктів. Наприклад, мільйони кілограмів зневоднених (сушених) фруктів, молока, яєць, риби, м'яса, картоплі тощо споживаються щорічно разом із копченими, маринованими й солоними продуктами, такими, як окіст, бекон, ковбаса та ін.. Незважаючи на те, що ці старі способи придатні для збереження деяких видів харчових продуктів і завдяки ним створюються незвичайні і смачні продукти, вони мають деякі недоліки, які обмежують їхнє застосування. У результаті такої обробки зовнішній вигляд і смак продуктів часто різко змінюються, що в багатьох випадках робить їх непридатними, і тому ці способи не можна вважати універсальними. Крім того, збереження якості продуктів, оброблених таким чином, обмежено в часі. Якщо продукт повинен бути

збережений протягом невизначеного або тривалого часу, необхідно використовувати інші способи.

Винахід мікроскопа й наступне виявлення мікроорганізмів як основної причини псування продуктів привело до розвитку консервування ще на початку ХІХ століття. Винахід консервування дав можливість зберігати продукти протягом тривалого часу. Перевагою консервованих продуктів є майже повна відсутність псування, легкість обробки, зручність перевезення й зберігання. На сьогодні консервування посідає перше місце серед всіх інших способів збереження продуктів. Головний недолік полягає в тому, що консервовані продукти повинні бути піддані стерилізації, у результаті чого вони зазнають теплової обробки. Тому, хоча консервовані продукти мають своєрідний і приємний смак, вони значно відрізняються від свіжих.

Єдиним способом збереження продукту в первісному стані є його охолодження. Це, звичайно, принципова перевага холоду над усіма іншими способами збереження продуктів. Охолодження проте теж має певні недоліки. Наприклад, коли продукт зберігається за допомогою холоду, процес охолодження повинен бути початий відразу після збирання врожаю або забою худоби чи птиці. Причому він повинен тривати до споживання продуктів. Для цього потрібно відносно дороге й громіздке обладнання, що в багатьох випадках незручно й нееконімічно.

Очевидно, немає жодного способу, що був би оптимальним у всіх випадках. Вибір способу залежить від низки факторів, наприклад, виду продукту, тривалості його зберігання, наявності транспортних засобів і обладнання для зберігання. Дуже часто для одержання необхідних результатів потрібне застосування декількох способів одночасно.

Холодильне зберігання продуктів. Під зберіганням швидкопсувних продуктів за допомогою холоду розуміється використання низької температури для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів і ферментів, що викликають псування. Низькі температури не руйнують збудників псування настільки ефективно, як високі, проте зберігання швидкопсувних продуктів за низької температури значно знижує активність ферментів і мікроорганізмів, створюючи тим самим практичну можливість збереження продуктів у свіжому стані протягом тривалого часу. Вибір температури для зберігання продуктів залежить від виду продукту й тривалості його зберігання.

Продукти, що зберігаються, можуть бути розділені на дві категорії: продукти, які перебувають в «живому» стані; продукти, які перебувають в «неживому» стані. «Неживі» продукти, наприклад, м'ясо, птиця і риба більше сприятливі до мікробного обсіменіння й псування, чим «живі», і звичайно вимагають більш суворого режимів зберігання.

Під час зберігання «неживих» продуктів проблема полягає в захисті мертвої тканини від гниття як ферментного, так і мікробного характеру. Життєва активність інших продуктів, наприклад, фруктів і овочів, є значним захистом проти бактеріальної інвазії, і проблема полягає в основному в збереженні продуктів в «живому» стані, зменшенні природної активності ферментів із метою уповільнення процесів дозрівання.

Овочі й фрукти після збирання настільки ж активні, як і в період росту. До збирання вони безупинно живляться від зростаючої рослини. Потім коли припиняється природне живлення, процес життєдіяльності триває за рахунок споживання накопичених живильних речовин. Це викликає зміни в овочі або фрукті, у результаті яких починається розкладання й повний розпад продукту. Основна мета холодильного зберігання таких продуктів полягає в уповільненні процесів життєдіяльності за допомогою пригнічення ферментної активності, що дозволяє зберігати продукти більш тривалий час.

Активність природних ферментів негативно позначається також на продуктах тваринного походження. Найбільш небажана дія ферментів, які каталізують гідроліз і окиснювання, пов'язані з розкладанням тваринного жиру. Прогірклість є основним чинником, що обмежує термін зберігання продуктів тваринного походження в замороженому й не замороженому станах. Прогірклість обумовлена окиснюванням тваринного жиру, тому що деякі його види менш стійкі, то термін зберігання цих продуктів залежить частково від складу жиру. Наприклад, через відносну стійкість яловичого жиру термін зберігання в яловичини значно довше, ніж у свинини або риби.

Процеси окиснювання й гідролізу регулюються за рахунок зменшення активності природних ферментів за допомогою охолодження. Швидкість окиснювання ще більше знижується в разі впакування продуктів тваринного походження в газонепроникну упаковку, що запобігає надходженню повітря (кисню) до поверхні продукту. Непрактичне зберігання фруктів і овочів у газонепроникному впакуванні в незамороженому стані. Це «живі» продукти, і таке впакування викличе їхнє псування. «Мертві» фрукти й овочі розкладаються дуже швидко.

Можна стверджувати, що за низьких температур забезпечується більш тривалий термін зберігання харчових продуктів.

Класифікація холодильного зберігання. Холодильне зберігання можна розділити на короткочасне, тривале, низькотемпературне. Під час короткочасного й тривалого продукт охолоджується й зберігається за температури вище точки його заморожування, а за низькотемпературного зберігання продукт заморожується й зберігається за температури від -12 до -23°C , але найчастіше за -18°C .

Короткочасне зберігання звичайно застосовується на торговельних підприємствах, де здійснюється швидкий збут продуктів. Тривалість зберігання залежно від продукту коливається від 1 або 2 днів до 1 тижня і рідко триває більше 15 днів.

Тривале зберігання звичайно практикується в промислових холодильниках. Тривалість залежить від виду продукту і його стану під час надходження на зберігання. Максимальний період тривалого зберігання становить 7...10 днів для швидкопсувних продуктів, наприклад зрілих помідорів, і 6...8 місяців для інших, більш стійких до псування продуктів, наприклад, цибулі, копченого м'яса. Коли необхідно зберігати швидкопсувні продукти більш тривалий час, вони повинні бути заморожені й поміщені на низькотемпературне зберігання. Деякі свіжі

продукти не направляються на низькотемпературне зберігання, тому що вони ушкоджуються в процесі заморожування, наприклад помідори. За необхідності тривалого зберігання таких продуктів варто застосовувати інші способи.

Низькотемпературне зберігання. Підтримання точної температури під час низькотемпературного зберігання не є визначальним чинником, якщо вона досить низка й постійна. Для короткочасного зберігання звичайно досить -18°C , але оптимальна температура для тривалого зберігання оптових запасів продуктів – це -21°C . Під час зберігання продуктів із нестійким жиром (який окиснюється, з вільними жирними кислотами) температура повинна бути -24°C або нижче для забезпечення максимального терміну.

Під час зберігання продуктів за температури вище -29°C , що є нормальною умовою, температура в камері зберігання повинна бути постійною з коливаннями не більше $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Значні коливання температури зберігання викликають поперемінне розморожування й заморожування продукту, у результаті чого збільшуються розміри кристалів льоду з одночасним ушкодженням кліток, як за повільного заморожування.

Багато пакувальних матеріалів не забезпечують повного захисту від усушки, у зв'язку із чим відносна вологість повинна підтримуватися на високому рівні (85...90%) у низькотемпературних камерах, особливо за тривалого зберігання.

Надто важливо також правильно розташовувати продукти, для того щоб забезпечити достатню циркуляцію повітря біля продукту. Дуже важливо зберегти достатній повітряний простір між продуктом і стінами камери схову, що не тільки сприяє циркуляції повітря біля продукту, але й виключає можливість поглинання продуктом тепла від стін.

Умови зберігання. Оптимальні умови під час короткочасного або тривалого зберігання залежать від природи кожного окремого продукту, терміну зберігання, чи перебуває він в упакованому або неупакованому вигляді. Взагалі, умови, необхідні для короткочасного зберігання, більше гнучкі, ніж для тривалого, і звичайно продукти можна зберігати за більш високої температури. Умови, що рекомендуються для короткочасного й тривалого зберігання, приблизний термін зберігання різних продуктів і інших характеристик наведені в таблицях. Більш високу температуру застосовують під час змішаного зберігання з метою запобігти ушкодженню схильних до захворювань продуктів, коли вони зберігаються при температурах нижче їхньої критичної температури. Більш висока температура скорочує термін зберігання деяких продуктів, проте це є серйозною проблемою.

У разі необхідності тривалого зберігання в більшості розподільних (оптових) і виробничих холодильників є холодильні камери для роздільного зберігання продуктів. Загальноприйнятою практикою під час змішаного зберігання є угруповання різних продуктів, що вимагають приблизно однакових умов.

Інша проблема, пов'язана зі змішаним зберіганням, полягає в поглинанні продуктами сторонніх запахів. Деякі продукти поглинають або виділяють запахи під час зберігання. Необхідно уникати спільного зберігання таких

продуктів навіть протягом короткого часу. Зокрема, молочні продукти дуже чутливі до запахів інших продуктів, що зберігаються разом із ними. Картопля виділяє найбільшу кількість неприємних запахів, і її не можна зберігати із фруктами, яйцями, молочними продуктами або горіхами.

Стан продукту під час закладання на зберігання є найважливішим чинником, що визначає термін зберігання в охолодженому стані. Охолодження припиняє або сповільнює природні процеси псування. На зберігання необхідно закладати овочі й фрукти тільки високої якості. Ушкоджені овочі й фрукти (особливо з ушкодженням шкірки) значною мірою втрачають свій природний захист від впливу мікроорганізмів, у результаті чого псуються. Дозрівання овочів і фруктів триває й після збирання. Тому їх необхідно збирати до повного дозрівання. Термін зберігання повністю дозрілих, але ушкоджених овочів і фруктів надзвичайно короткий навіть за оптимальних умов зберігання. Такі продукти треба направляти в торговельну мережу для запобігання надлишковим економічним втратам. Харчові продукти починають псуватися негайно після збирання врожаю або забою, і тому необхідно вживати негайних заходів для їхнього збереження. Максимальний термін зберігання з мінімальним погіршенням якості забезпечується при можливо більш швидкому охолодженні продукту до температури зберігання. Якщо необхідно перевозити продукти на значну відстань до місця зберігання, то необхідно попередньо їх остудити й перевозити холодильним транспортом.

Розглянуті вище процеси охолодження й заморожування продуктів є підготовчими етапами до холодильного зберігання – періоду, коли продукти після охолодження або заморожування перебувають у сховищі за температури, до якої були доведені. Зберігають продукти в тих же приміщеннях, де їх охолоджували (заморожували), або направляють у спеціальні холодильні камери (сховища).

Для кожного продукту встановлені оптимальні температурні режими зберігання: зі збільшенням термінів зберігання повинна підтримуватися більш низька температура. Граничним називається такий термін зберігання за даною температурою, після закінчення якого в продуктах з'являються сторонні запахи, погіршуються колір і зовнішній вигляд.

Під час зберігання швидкопсувних продуктів потрібно дотримуватися обов'язкових умов: доброякісність продуктів, відповідність їх ДСТУ, чистота камер (періодична дезінфекція й прибирання), сталість (у припустимих межах) заданих температур, відносна вологість й швидкість циркуляції повітря.

Під час зберігання в холодильних камерах із продуктів випаровується волога, що приводить до їхньої усушки, тобто зниження маси й погіршення якості. Для зменшення усушки, яка викликана надходженням у камери зовнішнього тепла, застосовують високоефективну теплову ізоляцію огорожень, теплозахисну повітряну оболонку в зовнішніх стінах камер, а також більш щільне укладання продуктів або штучне зволоження повітря (за повітряного охолодження).

Умови зберігання охолоджених, переохолоджених, підморожених і заморожених продуктів різні.

Зберігання охолоджених продуктів. Терміни зберігання продуктів в охолодженому стані значною мірою залежать від їхніх властивостей і від температури, що встановлюється звичайно в інтервалі від $-1,5$ до 10°C .

Протягом усього періоду зберігання повинна підтримуватися постійна температура повітря, тому що її коливання приводять до конденсації вологи на поверхні продуктів і створення умов, сприятливих для розвитку цвілі й мікроорганізмів.

Продукти найчастіше розміщують штабелями з дотриманням відступів від огорожень і обладнання камер і зазорів для вентиляції. Тара з дерева, пластмаси, картону повинна сприяти циркуляції повітря, швидкому відведенню тепла від продукту. Використання різного типу піддонів і контейнерів дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні й транспортно-складські роботи.

Режими зберігання продуктів вибираються відповідно до рекомендацій Міжнародного інституту холоду (МІХ). Так, за 4°C термін зберігання яловичини в тушах (без упакування) становить 10...15 днів, за $-1,5^{\circ}\text{C}$ 3...5 тижнів. Відносна вологість повітря в камерах для зберігання охолодженого м'яса повинна бути 85...95%, для рибопродуктів – приблизно 100% (для солоних рибопродуктів припустима вологість 75...90%, для сушених, без захисного впакування – близько 50%).

Зберігання переохолоджених і підморожених продуктів. Переохолоджені й підморожені продукти можуть зберігатися довше охолоджених. Так, наприклад, терміни зберігання підмороженого м'яса подовжуються в середньому в два рази. Підморожене м'ясо, що зберігалось протягом місяця за $-2...-3^{\circ}\text{C}$ у штабелях висотою 1,5 м, мало чим відрізняється від охолодженого.

Підморожування доцільно вести до середньооб'ємної температури $-1,2^{\circ}\text{C}$. Підморожений шар 4 см, який утворюється при цьому, забезпечує можливість транспортування й зберігання напівтуш у штабелях.

Рибу підморожують до температури в товщі від 0 до -1°C , а в підмороженому шарі – від -3 до -5°C . Підморожену рибу, упаковану в ящики, зберігають або транспортують за $-2...-3^{\circ}\text{C}$.

Підморожене м'ясо всіх видів (у штабелях або підвішене) зберігають за -2°C не більше 20 діб, з огляду на тривалість транспортування. Курячі яйця переохолоджують і зберігають за $-2...-2,5^{\circ}\text{C}$, і далі знижувати температуру не треба.

За даними МІХ терміни зберігання підморожених курчат ($t=-2^{\circ}\text{C}$) у проникній плівці становлять 3...4 тижнів, а в аналогічних умовах за $+4^{\circ}\text{C}$ – один тиждень.

Зберігання заморожених продуктів. Під час зберігання заморожених продуктів підтримується досить низька температура, за якої деякі

ферментативні процеси істотно загальмовуються, життєдіяльність мікрофлори припиняється. Немає потреби для збільшення тривалості зберігання застосовувати різні засоби (наприклад, регульоване газове середовище тощо) й найчастіше використовується головний фактор – температура. Міжнародний інститут холоду рекомендує зберігати заморожені продукти за температури не вище -12°C і відносної вологості повітря не менше 95%. Від температурних режимів залежать припустимі терміни зберігання. Так, птиця за -12°C може зберігатися 3 місяці, за -18°C – від 6 до 8 місяців.

Відповідно до вимог технологічних інструкцій із охолодження, заморожування, розморожування й зберігання продуктів на підприємствах м'ясної промисловості в камерах допускається помірна циркуляція повітря (0,2...0,3 м/с). Для збільшення термінів зберігання м'яса передбачене застосування більш низьких температур (-25°C).

Морожену рибу зберігають за $-18\text{...}-30^{\circ}\text{C}$, жирні сорти риби – за $-30\text{...}-35^{\circ}\text{C}$. Тривалість зберігання в трюмах і камерах риби, замороженої в повітрі за $-15\text{...}-20^{\circ}\text{C}$, становить для осетрових і лососевих 3...8 місяців, частикових і тріскових 7...9, сельдевих 2...5 місяців.

Морозиво зберігають за -20°C ; припустимі терміни зберігання становлять для більшості сортів від одного (молочне вагове) до трьох (пломбір ваговий без наповнювача) місяців. У торговельній мережі морозиво дозволяється зберігати за температури не вище -12°C .

Заморожені продукти зберігають у щільних стійких штабелях із застосуванням піддонів, у тому числі стійкових, а також в упакованому вигляді.

Розморожування харчових продуктів (дефростація) застосовується для певної категорії продуктів (яйця, фрукти, овочі, банкові консерви та ін.), щоб вони, потрапляючи з холодного середовища в тепле, не запотівали, тобто щоб на них не конденсувалася волога з повітря, що є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Для деяких продуктів (вершкового масла, сметани, виробів із риби) волога, що конденсується на їхній поверхні, нешкідлива.

Розморожування здійснюється в спеціальних камерах із посиленою циркуляцією повітря, яке кондиціонується – дефростерах – протягом 30...40 годин. При цьому температура повітря в дефростері підтримується на $2\text{...}3^{\circ}\text{C}$ вище температури продуктів, а вологість – на рівні 80%. Кінцева температура розморожування залежить від температури й вологості зовнішнього повітря: якщо повітря сухе (відносна вологість 40...50%), то ця температура повинна бути нижче його температури на $4\text{...}5^{\circ}\text{C}$, якщо вологе – на $2\text{...}3^{\circ}\text{C}$.

Розморожування продуктів проводять перед уживанням або переробкою для повернення продукту в стан, близький до вихідного, який він мав перед заморожуванням, при цьому кристали льоду в продукті перетворюються на рідину.

Існує два методи розморожування продуктів: поверхневе й внутрішнє нагрівання. В разі поверхневого нагрівання енергія для відтавання надходить від поверхні продукту, а як носії тепла використовують повітря, пароповітряні суміші, рідини (воду, розсіл). Під час внутрішнього нагрівання теплова енергія

виділяється усередині продукту, при цьому для одержання тепла використовують електричний струм високої частоти, інфрачервоні промені й ультразвук.

У повітрі розморожуються майже всі продукти. Камеру, де відбувається розморожування, обладнують кондиціонерами або калориферами й системою повітряних каналів. Температуру циркулюючого повітря поступово збільшують, підтримуючи її постійно на 5...6°C вище температури продукту, який розморожується. Розморожування закінчується, коли температура в товщі продукту дорівнює 0°C.

У воді продукти розморожують шляхом занурення (наприклад, м'ясо, птицю, рибу) або зрошенням. Під час розморожування у воді скорочується тривалість процесу, й виключається втрата маси внаслідок випару вологи.

Методи внутрішнього нагрівання пов'язані з більшими енергетичними витратами, чим розморожування в повітрі або у воді, але дуже прості, гігієнічні й технологічні, вони знаходять застосування в основному для розморожування, розігрівання й приготування кулінарних виробів.

1.3. Класифікація холодильного обладнання

Для зручності вивчення холодильне обладнання поділяють на шість загальних типів: побутове, торговельне, промислове, морське, холодильний транспорт, обладнання для кондиціонування повітря.

Побутове холодильне обладнання обмежується переважно домашніми холодильниками, морозильниками та холодильниками-морозильниками. Проте внаслідок великої кількості працюючих агрегатів побутове холодильне обладнання складає значну частину холодильної промисловості.

Побутові агрегати звичайно невеликого розміру з номінальною потужністю від 35 до 375 Вт. Це обладнання герметичного типу.

Торговельне холодильне обладнання. Передбачається конструювання, монтаж й обслуговування агрегатів, використовуваних у магазинах, ресторанах, готелях і інших підприємствах для зберігання, демонстрації, обробки й продажу всіх видів швидкопсувних продуктів.

Промислове холодильне обладнання часто плутають із торговельним, тому що немає його чіткого розподілу. Як правило, промислове обладнання більше торговельного, і потребує постійної присутності інженера з експлуатації. Промислове обладнання застосовується на заводах із виробництва льоду, великих підприємствах із переробки продуктів (м'яса, риби, птиці, заморожених продуктів і тощо), на пивоварних підприємствах, молокозаводах, а також на промислових підприємствах, наприклад, нафтопереробних і хімічних заводах, на заводах із виробництва гумовотехнічних виробів та ін. Промислове холодильне обладнання використовується також у будівельній промисловості.

Морське холодильне обладнання можна віднести частково до групи торговельного й частково до групи промислового обладнання. Проте спеціалізація в цих областях досягла такого розвитку, що вимагає особливого розгляду.

Морське холодильне обладнання звичайно включає обладнання на борту морських суден, наприклад, на рибальських судах, суднах, що транспортують швидкопсувні продукти, а також холодильне обладнання для зберігання продуктів на судах всіх типів.

Холодильний транспорт включає обладнання авторефрижераторного транспорту для далеких і місцевих перевезень, а також холодильного залізничного транспорту.

Обладнання для кондиціонування повітря регулює стан повітря в певному обмеженому просторі, включаючи не тільки температуру, але й вологість, циркуляцію, фільтрацію й очищення повітря.

Обладнання для кондиціонування повітря поділяється на два типи залежно від призначення, тобто для комфортного або промислового кондиціонування. Комфортне кондиціонування повітря – це кондиціонування з метою створення комфортних умов для організму людини, наприклад, у житлових будинках, школах, конторах, готелях, магазинах, громадських будівлях, на фабриках і заводах, в автомобілях, автобусах, поїздах, літаках, на судах і тощо.

Кондиціонування повітря, що не призначене для створення комфортних умов, називається промисловим кондиціонуванням, або технологічним. Це не означає, що воно не може також служити для створення комфортних умов.

Запитання до розділу

1. Назвіть особливості холодильних технологій, що використовуються у харчовій та переробній галузях.
2. Роль холодильних технологій на підприємствах ресторанно-готельного бізнесу та торгівлі.
3. Які види середовищ застосовують для охолодження харчової сировини та продуктів?
4. Назвіть способи заморожування харчової сировини та продуктів.
5. Охарактеризуйте суть та методи холодильного зберігання.
6. Назвіть способи дефростації харчових продуктів.
7. За якими критеріями класифікують холодильне обладнання?
8. Як впливає специфіка технологічних процесів на конструкцію та вид холодильного обладнання?

ХОЛОДИЛЬНЕ ТОРГОВЕЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ТА КОРОТКОТЕРМІНОВОГО ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

2.1. Класифікація холодильного обладнання торговельних підприємств

2.1.1. Класифікація систем холодопостачання торговельних підприємств

70% обігу середньостатистичного продовольчого магазину становлять товари, зберігання яких можливо тільки за середніх (0...+8°C) і низьких (0...-24°C) температур. Зрозуміло, що без холодильного обладнання жоден, продуктовий магазин не зможе функціонувати.

Все холодильне обладнання поділяється на три великі групи: убудований холод, виносний холод і центральний холод.

Убудованим холодом називають холодильне обладнання з убудованими агрегатами. Кожна одиниця цього обладнання має свій холодильний агрегат, змонтований усередині вітрини, шафи, гірки, ларя тощо. Таке обладнання просте й зручне, але є рентабельним лише для невеликих магазинів торговельною площею менше 150 м², а також для торговельних підприємств, що орендують площу на строк менше 3...5 років. Справа в тому, що конденсатор холодильного агрегату передає тепло навколишньому середовищу, тобто повітрю торговельного залу. Якщо в магазині багато подібного обладнання, то безперервна віддача тепла підвищує температуру повітря й, як наслідок, збільшує теплоприплив до охолоджуваних об'ємів холодильних меблів. У таких умовах агрегати починають працювати інтенсивніше й віддають у повітря ще більше тепла. Цього можна уникнути, оснащуючи торговельні зали системою кондиціонування.

Якщо компресор і конденсатор, холодильного агрегату монтуються поза торговельним залом, а випарники вбудовані в холодильні меблі, то таке обладнання називається **виносним**.

Виносне холодопостачання має низку переваг перед убудованими агрегатами:

- низький рівень шуму в торговельному залі;
- відсутність викиду тепла в торговельний зал;
- більш стабільний температурний режим, можливість його регулювання в широкому діапазоні;
- значна економія електроенергії.

Крім того, власник магазину має можливість істотно збільшити площу для викладення товару в холодильному обладнанні. У виносних систем є деякі недоліки: не можна підключати до одного агрегату обладнання різного призначення – холодильне й морозильне. Виносне холодопостачання вимагає монтажу магістралей для циркуляції холодоагенту, а значить – і гарних фахівців для виконання робіт. За великої кількості споживачів зростає кількість виносних компресорів і конденсаторів, а також збільшується загальна довжина трубопроводів. Такі системи не мають високий ККД, крім того значно

збільшується вартість монтажу й обслуговування, а для усунення несправностей потрібно зупиняти всю систему.

Центральне холодопостачання (централь) (ЦХ) торговельного підприємства, складу – це, як правило, дві холодильні машини (ЦХМ), одна з яких забезпечує холодом все середньотемпературне обладнання, а друга – низькотемпературне. Крім цього, розроблена універсальна ЦХМ для всього обладнання торговельного залу. Вона являє собою кілька компресорів, які монтуються на одній рамі з комплектом автоматики й додаткового обладнання. Окремо, переважно на вулиці, монтується один загальний повітряний конденсатор. ЦХ відрізняє надійність і стабільність. Цей вид обладнання дуже надійний, тому що кілька компресорів ЦХМ працюють паралельно: в разі виходу з ладу одного з них інші продовжують повноцінно функціонувати. Центральне холодопостачання має більш тривалий термін служби, тому що моторесурс кожного з компресорів виробляється однаково. Перевагою є й універсальність ЦХ. В разі використання такої системи холоду до однієї ЦХМ можна одночасно підключати різнопланове обладнання (вітрини, гірки, камери та ін.).

Нижче наведені системи холодопостачання, що рекомендуються для торговельних підприємств різних типів (табл. 2.1).

За умови використання системи централізованого холодопостачання істотно знижуються не тільки експлуатаційні витрати, але й капітальні. І чим більше споживачів холоду, тим вигідніше застосовувати централізоване холодопостачання.

Установка центрального холодопостачання дозволяє використовувати тепло конденсації для потреб опалення й підігріву технічної води.

Таблиця 2.1 – Рекомендації для вибору систем холодопостачання

Параметр	Гіпермаркет (торговий центр)	Супермаркет	Мінімаркет
Загальна холодопродуктивність, кВт	135–370	30–135	20–30
у тому числі за середньотемпературними споживачами (-10°C)	100–300	25–100	15–20
у тому числі за низькотемпературними споживачами (-15°C)	35–70	10–35	5–10
Система холодопостачання, що рекомендується	Централь	Централь/ компресорно- конденсаторні агрегати	Компресорно- конденсаторні агрегати
Середній термін служби, років	15–20	7–15	7–15

Залежно від холодопродуктивності й вимог до її регулювання централь має від 2 до 6 компресорів, включених паралельно, що мають загальні системи нагнітання й усмоктування. Такий компресійний блок, ізольований від торговельних і допоміжних приміщень, забезпечує холодом 20...25 кінцевих споживачів, з'єднаних із ним холодомагістралями. Крім того, подібні системи проектуються з необхідним запасом потужності, що дозволяє проводити планове обслуговування й екстрений ремонт будь-якого холодильного агрегату без втрат холодопостачання обладнання.

2.1.2. Класифікація торговельного холодильного обладнання

Наведена нижче класифікація охоплює всю номенклатуру торговельного холодильного обладнання, пропонованого на світовому ринку, у тому числі й на українському.

Торговельне холодильне обладнання класифікують за такими ознаками.

За місцем зберігання швидкопсувних товарів:

- для зберігання запасу товарів поза торговельним залом, у складських приміщеннях (холодильні камери й закриті холодильні шафи);
- для зберігання виставочного й поточного запасу товарів у торговельному залі (вітрини, прилавки-вітрини, прилавки й холодильні шафи закриті й відкриті).

За методами продажу:

- для робочого місця продавця;
- для продажу методом самообслуговування;
- для ексклюзивного продажу.

За температурним режимом зберігання:

- для охолоджених швидкопсувних продуктів, середньотемпературний режим (від 0°C до 5°C);
- для охолоджених напоїв, режим охолодження (від 15°C до 17°C);
- для короткочасного зберігання заморожених продуктів, низькотемпературний режим (від -1°C до -18°C);
- для тривалого зберігання заморожених продуктів, режим глибокого заморожування (від -18°C до -30°C).

За призначенням:

- для зберігання швидкопсувних товарів:
 - холодильні камери;
 - холодильні середньотемпературні й низькотемпературні шафи з металевими дверцятами;
 - закриті прилавки;
- для демонстрації й продажу товарів покупцям:
 - прилавки;
 - вітрини;
 - прилавки-вітрини;
 - низькотемпературні прилавки з розсувною прозорою кришкою;
 - низькотемпературні ларі з алюмінієвою кришкою;

- середньотемпературні шафи зі скляними дверцятами;
- тільки для демонстрації зразків товарів у віконних прорізах, вітринах, торговельних залах магазинів, на виставках:
 - демонстраційні вітрини;
 - шафи-вітрини;
- для швидкого заморожування води:
 - льодогенератори.

За комплектністю:

- одиничне;
- комплексне;
- групове (різних видів і типів).

За способом розміщення:

- пристінне;
- острівне (двостороннє);
- яке стоїть окремо.

За захищеністю від доступу тепла до охолоджуваного об'єкта:

- закрите (є глухі або прозорі двері чи кришки);
- відкрите без повітряної завіси;
- відкрите з повітряною завісою (охолоджуваний обсяг захищається від доступу тепла потоком холодного повітря, створюваного вентилятором).

За доступністю до товару:

- відкрите, з вільним доступом до товарів для покупців;
- закрите, установлене в торговельному залі, з вільним доступом для покупців;
- закрите, установлене на робочому місці, з доступом тільки для продавця.

За характером руху повітря:

- з природною циркуляцією повітря;
- з примусовою циркуляцією повітря (вентилятором).

За способом охолодження:

- з машинним охолодженням;
- з льодосоляним охолодженням;
- з охолодженням сухим льодом.

За розташуванням агрегату:

- з убудованим агрегатом;
- з агрегатом, який монтується окремо;
- з централізованим холодопостачанням.

За видом охолоджувальних машин:

- з компресійними машинами;
- з абсорбційними машинами.

За видом застосовуваного холодоагенту:

- аміачне;
- хладонове.

За конструктивними особливостями компресорів:

- з відкритими агрегатами;
- з герметичними агрегатами;
- з ротаційними агрегатами.

За конструктивними особливостями конденсаторів:

- з повітряним охолодженням;
- з водяним охолодженням.

За кліматичними зонами використання:

- для районів із помірною температурою (від 12°C до 32°C);
- для південних районів (до 40°C).

Різновиди холодильних ємностей

За загальним призначенням обладнання поділяють на кілька видів:

- морозильні й холодильні ларі;
- холодильні шафи;
- вітрини;
- прилавки;
- прилавки-вітрини;
- морозильні ванни (бонети);
- гірки.

За рівнем температури в робочій камері обладнання поділяється на низькотемпературне й середньотемпературне. Все перераховане вище обладнання, крім гірок, виконується в низькотемпературному й середньотемпературних варіантах.

Багато заводів-виготовлювачів випускають так звані серії обладнання. Під серією розуміють набір обладнання в такому складі: вітрина середньотемпературна, вітрина низькотемпературна, вітрина кондитерська, шафа середньотемпературна, ларь. Серії виконані в єдиній колірній гамі, схожі за формою й призначені для використання як стандартний набір холодильного торговельного обладнання для невеликого магазину або відділу у великому супермаркеті.

2.2. Аналіз основних видів холодильного торговельного обладнання

2.2.1. Ларі

Попередником нинішніх моделей був радянський низькотемпературний прилавок, за яким продавали морозиво. Його виготовляв завод торговельного обладнання в Йошкар-Олі. Союзний раритет відрізняли добротность виготовлення, масивність і, як наслідок, довговічність і надійність у експлуатації. Сьогодні про нього пам'ятають лише ветерани торгівлі. Супермаркети й невеликі продуктові магазини заповнені ларями з Європи, а останнім часом – і з Росії. Перше обладнання надійшло до нас в 90-х роках разом із імпортом морозивом. Морозиво в Росії робити навчилися, а от ларі купують дотепер. За морозивом прийшли заморожені напівфабрикати, для

зберігання яких були потрібні не тільки низькі температури (-18...-24°C), але й відповідні ємності, а також наявність вітринного скла для демонстрації.

Виробники пропонують моделі для вуличної торгівлі, контейнерних й 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.

Ларі практичніші й зручніші вітрин: їх можна завантажити під кришку, продукти в них зберігаються довше, ніж у вітринах, і, нарешті, ларі дешевше, ніж вітрини й всі інші різновиди морозильного обладнання.

Морозильні ларі відносяться до холодильного обладнання, якому скрізь знайдеться місце. Компактність і можливість вільного пересування – їхні основні переваги. Місце морозильному ларю можна знайти й на вулиці, і у великому торговельному залі, і в дуже маленькому привокзальному наметі.

Конструктивно всі види торговельного холодильного обладнання (і морозильні ларі в тому числі) мають багато спільного. Основною несучою конструкцією холодильного обладнання (а морозильний ларь є його яскравим представником) є металевий каркас різної конфігурації. Із зовнішньої й внутрішньої сторони він облицьований пластиком, склом, або сталевими листами, покритими синтетичною емаллю.

У якості технологічних декоративних елементів під час виготовлення можуть використовуватися нержавіюча сталь, кольоровий пластик; алюмінієвий профіль; скло; дзеркала.

Стінки й дверцята торговельного холодильного обладнання мають багатшарову конструкцію. За зовнішніми оздоблювальними матеріалами є гідроізоляційний прошарок і теплоізоляційний шар. Так здійснюється підтримання потрібної температури морозильного ларя.

Після теплоізоляційного шару є гідроізоляційна прокладка й далі внутрішнє опорядження охолоджуваного простору морозильного ларя. Оскільки внутрішня поверхня охолоджуваних камер морозильних ларів і іншого холодильного обладнання може стикатися із продуктами, вона виконана з матеріалів, які не піддаються корозії.

Для більш ефективного використання внутрішнього охолоджуваного обсягу морозильні ларі, 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 ларів і всього холодильного обладнання в цілому. Сьогодні на ринку з'являються й сучасні моделі морозильних ларів 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 ларів перед морозильними ваннами є відсутність втрати холоду. Наявність дверей забезпечує постійне

підтримання температурного режиму. Проте, не завжди можна встежити за тим, щоб двері морозильного ларя були щільно закриті. Тому деякі компанії оснащують їх механізмами автоматичного закривання дверей. Морозильні ларі відрізняються досить простою технологією виробництва й дуже привабливими ринковими якостями для споживача.

Ларі морозильні ELCOLD (Данія) – продукція провідного європейського виробника морозильного обладнання – датської фірми Elcold Fryserne Horbo Ap. Перевагою ларів цієї марки (після стабільної якості) є ціна, подібна цінам на аналогічне обладнання вітчизняного виробництва. Ларі фірми Elcold випускаються для застосування в діапазоні температурного режиму - 18...-25° С, з трьома різновидами верхніх кришок (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд морозильних ларів Elcold: а – ларі морозильні із прямим розсувним склом; б – ларі морозильні з вигнутим розсувним склом; в – ларі морозильні із глухою кришкою

Особливості ларів Elcold:

- підвищена потужність: агрегат Danfoss дозволяє в період спеки підтримувати задану температуру;
- полімерне покриття: на відміну від порошкового фарбування дозволяє тривалий час зберігати естетичний вид корпусу ларів навіть в умовах вуличної торгівлі;
- висока щільність термоізоляції (пінополіуретан не менше 50 кг/м²): приводить 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.

Деякі конструктивні особливості ларів Elcold наведено на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Конструктивні особливості ларів Elcold

Основні технічні характеристики зазначеного обладнання наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики ларів морозильних марки Elcold

Модель	Комплектація	Габаритні розміри, мм	Об'єм, л	Потужність, Вт
Ларі з прямим розсувним склом				
ELCOLD CSG 35	3 кошика, замок	1054×654×916	349	167
ELCOLD CSG 45	4 кошика, замок	1304×654×916	440	212
ELCOLD CSG 53	4 кошика, замок	1504×654×916	530	275
ELCOLD CSG 61	4 кошика, замок	1704×654×920	611	275
ELCOLD CSG 71	5 кошиків, замок	1900×654×920	710	275
Ларі з вигнутим розсувним склом				
ELCOLD CX 35	3 кошика	1054×654×899	321	167
ELCOLD CX 45	4 кошика	1304×654×899	413	212
ELCOLD CX 61	4 кошика	1704×654×899	562	275
Ларі з глухою кришкою				
ELCOLD EL 45	3 кошика, замок	1310×730×860	447	212
ELCOLD EL 53	4 кошика, замок	1500×730×860	527	275
ELCOLD EL 61	4 кошика, замок	1700×730×860	607	275
ELCOLD EL 71	5 кошиків, замок	1900×730×860	710	275

Ларі морозильні Italfrost (Росія) ідеально підходять для вітчизняної торгівлі. Область їхньої експлуатації – від супермаркетів до невеликих павільйонів. Безсумнівними перевагами ларів є оптимальні габарити (за достатнього обсягу для зберігання продуктів), простота в експлуатації, можливість одночасної демонстрації й зберігання продуктів. Останній фактор є досить істотним для ларів, тому що їхня вартість набагато нижче в порівнянні з іншим обладнанням, що виконує аналогічні функції (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд морозильних ларів Italfrost: а – ларь С із гнутими розсувними стеклами; б – ларь F із прямими розсувними стеклами; в – ларь S із глухою кришкою, що піднімається

Повний модельний ряд морозильних ларів із прямими й гнутими розсувними стеклами й глухою кришкою обсягом від 209 до 580 л дозволяє задовольнити будь-які запити споживача, як за внутрішнім охолодженням обсягом, так і за зовнішніми розмірами. Технічні характеристики морозильних ларів наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики морозильних ларів «Italfrost»

Найменування	Обсяг, л	Температура, °C	Потужність, Вт	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Вага, кг	Кошик, шт.
200С	218	-18/-23	200	806	662	939	49	3
300С	296	-18/-23	250	1016	662	939	55	4
400С	370	-18/-23	300	1216	662	939	65	5
500С	452	-18/-23	410	1436	662	939	72	6
600С	534	-18/-23	480	1656	662	939	79	7
200F	235	-18/-23	200	806	662	928	49	3
300F	319	-18/-23	250	1016	662	928	55	4
400F	398	-18/-23	300	1216	662	928	65	5
500F	485	-18/-23	410	1436	662	928	72	6
600F	572	-18/-23	480	1656	662	928	79	7
200S	235	-18/-23	200	806	743	927	49	3
300S	319	-18/-23	250	1016	743	927	55	4
400S	398	-18/-23	300	1216	743	927	65	5
500S	485	-18/-23	410	1436	743	927	72	6
600S	572	-18/-23	480	1656	743	927	79	7

Під час виробництва ларів використовуються новітні європейські технології, що відповідають світовим стандартам якості. Кожний ларь проходить 100% комп'ютерне тестування на всіх етапах виробництва. Компресор Electrolux, використовуваний під час виробництва ларів Italfrost, має більший запас потужності й термін служби, а також забезпечує надійну роботу за високих температур навколишнього середовища. Конденсатор і випарник

виконані з матеріалів високої якості. Ретельно розрахований тепловий баланс і використання високоякісних теплоізоляційних матеріалів дозволили досягти високого коефіцієнта корисної дії й, як наслідок, економічності й оптимального співвідношення габаритних розмірів.

Особливості конструкції ларів Italfrost наведено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Конструктивні особливості ларів Italfrost

За якістю й технічними характеристиками ларі Italfrost відповідають рівню обладнання провідних європейських виробників:

- надійна робота за високих температур навколишнього середовища;
- короткий час виходу на робочу температуру (40 хвилин);
- використання імпортного компресора з великим запасом потужності й терміном служби;
- ретельний комп'ютерний контроль якості на всіх етапах складання;
- базова комплектація: замок і колісні опори;
- особлива міцність конструкції корпусу;
- надміцне багат шарове порошкове фарбування;
- екологічна, протипожежна й висока електробезпека;
- простота в експлуатації.

2.2.2. Шафи

Найважливішим видом торговельного холодильного обладнання є холодильні шафи, призначені для зберігання, демонстрації й продажу швидкопсувних товарів. Так само, як і всі інші види обладнання, вони мають три види режиму зберігання:

- плюсовий;
- середньотемпературний (від 0°C до 8°C);
- низькотемпературний (від - 12°C до -22°C).

Залежно від цього вони можуть призначатися для зберігання напоїв, охолоджених і заморожених продуктів.

Пропоновані на ринку холодильні шафи можна класифікувати за різними ознаками.

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);
- зі скляними (прозорими) дверима (у зоні 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.

На ринку холодильних шаф пропонується більше 25 торговельних марок. В основному на вітчизняному ринку представлені моделі таких фірм: «Маріхолодмаш», «Торгмаш», «Mavi», «Derby», «Caravell», «Polair», «Libnert».

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 пропонованих 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 установа герметичних склопакетів, які складаються із двох або навіть трьох шарів скла з вакуум-прошарком, окантованих спеціальними герметичними профілями.

Від ступеня герметизації з'єднаних у пакет стекол та щільності прилягання двері до корпусу шафи залежить запотівання стекол 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 (у цьому випадку стає можливим круговий огляд продуктів, що зберігаються й демонструються – острівний варіант).

На ринку з'явилися шафи з опуклими скляними дверима, що збільшує охолоджуваний обсяг, які відрізняються оригінальним дизайном. Природно, ці моделі дорожче 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 перенавішення, що дозволяє відкривати їх уліво або вправо. Це створює додаткові зручності для продавців у процесі роботи, тому що дробить можливим найбільш прийнятне 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. Найбільш досконалі 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 обсягом 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 впакуванні доцільніше використовувати шафи з маркуванням V у назві, що означає «примусова вентиляція».

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 нитковидні 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 Росії, 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.

Холодильні шафи Polair за ліцензією Surfrigo (Італія), корпус герметичний цільнозалитий

Шафи призначені для зберігання охолоджених або заморожених харчових продуктів за температури навколишнього повітря від 12 до 40°C.

Корпус шафи цільний металевий, теплоізоляція – твердий пінополіуретан, що забезпечує мінімальні втрати холоду. Шафа працює від електричної мережі 220 В. 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 завнутрішнім обсягом. Різниця температур угорі й унизу у шафі не більше 1°C;

- **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.

Середньо- і низькотемпературні холодильні шафи зі скляними дверима й дверима-купе призначені для зберігання, демонстрації й продажу охолоджених харчових продуктів і напоїв. Розраховані для роботи за температури навколишнього середовища до +32°C, температура у внутрішньому обсязі +1...+10°C і 0...-8°C (рис. 2.5). Технічні характеристики наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики холодильних шаф зі скляними дверима й дверима-купе

Найменування	Внутрішній обсяг, л	Робочий діапазон, °C	Габаритні розміри, мм	Товщина стінки, мм	Кількість полиць, шт	Маса шафи, кг
ШХ-0,5ДС	500	+1...+12	697×2028×620	40	4(5)	130
ШХ-0,7ДС	700	+1...+12	697×2028×854	40	4(5)	156
ШХ-0,7ДСН	700	+1...+12	697×2028×854	40	4(5)	156
ШХ-1,0ДС	1000	+1...+12	1402×2028×620	40	8(10)	210
ШХ-1,0 купе	1000	+1...+12	1402×2028×620	40	8(10)	210
ШХ-1,4ДС	1400	+1...+12	1402×2028×854	40	8(10)	264
ШХ-1,4 купе	1400	+1...+12	1402×2028×854	40	8(10)	264



а



б

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд середньо- і низькотемпературних холодильних шаф: а – ШХ-1,4 DC; б – ШХ-0,7 DC, ШХ-0,5 DC

Особливості:

- герметичний цільнозалитий корпус (твердий ППУ BASF) з оцинкованої сталі з полімерним покриттям, товщина стінок 40 мм;
- агрегат на базі компресора Danfoss і вентилятора EBM;
- електронний блок керування Danfoss;
- рама й ручка дверей з алюмінієвого профілю, петлі мають зворотну пружину й фіксатор положення, подвійний склопакет;
- полиці й напрямні виготовлені з оцинкованого металу з полімерним покриттям і витримують навантаження до 40 кг.

Середньо- й низькотемпературні холодильні шафи з металевими дверима призначені для зберігання невеликого запасу охолоджених і заморожених харчових продуктів у торговельному залі для їхнього продажу. А так само для установлення на кухнях ресторанів, барів і інших підприємств харчової індустрії (рис. 2.6). Технічні характеристики наведено в табл. 2.5.

Особливості:

- герметичний цільнозалитий корпус (твердий ППУ BASF) з оцинкованої сталі з полімерним покриттям, товщина стінок 40 і 60 мм;
- агрегат на базі компресора Danfoss і вентилятора EBM;
- електронний блок керування Danfoss;
- полиці й напрямні виготовлені з оцинкованого металу з полімерним покриттям і витримують навантаження до 40 кг;
- у низькотемпературних шафах (ШН) за контуром дверей прокладений тен, що запобігає примерзанню;
- розраховані для роботи за температури навколишнього середовища до +40°C, температура у внутрішньому обсязі 0..+6°C і -18..-20°C.



– а



б

Рисунок 2.6 – Загальний вигляд середньо- і низькотемпературних холодильних шаф із металевими дверима: а – ШХ-0,7, ШХ-0,5, ШХ-0,7; б – ШХ-1,4, ШХ-1, ШХК-1,4 (0,7+0,7)

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики холодильних шафи із металевими дверима

Найменування	Внутрішній обсяг, л	Робочий діапазон, °С	Габаритні розміри, мм	Товщина стінки, мм	Кількість полиць, шт	Маса шафи, кг
ШН-0,7	700	не вище -18	735×2064×884	60	8(10)	155
ШН-1,4	1400	не вище -18	1474×2064×884	60	8(10)	260
ШХ-0,5	500	0...+6	697×2028×620	40	4(5)	115
ШХ-0,7	700	0...+6	697×2028×854	40	4(5)	140
ШХ-1,0	1000	0...+6	1402×2028×620	40	8(10)	175
ШХ-1,4	1400	0...+6	1402×2028×854	40	8(10)	230
ШХК-1,4 (0,7+0,7)	700+700	не вище -18	1402×2028×854	40	8(10)	265

Середньо- й низькотемпературні холодильні шафи з іржостійкої сталі з металевими дверима призначені для зберігання невеликого запасу охолоджених і заморожених харчових продуктів у торговельному залі для їхнього продажу. А так само для установлення на кухнях ресторанів, барів і інших підприємств харчової індустрії (рис. 2.7). Технічні характеристики наведено в табл. 2.6.

Особливості:

- герметичний цільнозалитий корпус (твердий ППУ BASF) з нержавіючої харчової сталі марки AISI 304, товщина стінок 40 і 60 мм;
- агрегат на базі компресора Danfoss і вентилятора EBM;
- електронний блок керування Danfoss;

- полиці й напрямні виготовлені з оцинкованого металу з полімерним покриттям і витримують навантаження до 40 кг;
- у низькотемпературних шафах (ШН) за контуром дверей прокладений тен, що запобігає примерзанню;
- розраховані для роботи за температури навколишнього середовища до +40°C, температура у внутрішньому обсязі 0...+6°C і -18...-20°C.



а



б

Рисунок 2.7 – Загальний вигляд середньо- і низькотемпературних холодильних шаф із іржостійкої сталі з металевими дверима: а – ШН-0,7; б – ШН-1,4

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики

Найменування	Внутрішній обсяг, л	Робочий діапазон, °С	Габаритні розміри, мм	Товщина стінки, мм	Кількість полиць, шт	Маса шафи, кг
ШН-0,7 (нерж.)	700	не вище -18	735×2064×884	40	4(5)	155
ШН-1,4 (нерж.)	1400	не вище -18	1474×2064×884	60	8(10)	260
ШХ-0,7 (нерж.)	700	0...+6	697×2028×854	40	4(5)	140
ШХ-1,4 (нерж.)	1400	0...+6	1402×2028×854	60	8(10)	230

2.2.3. 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 повинні бути відкритими й забезпечувати покупцям доступ до товарів для самостійного їхнього вибору.

Холодильні вітрини, так само як і шафи, класифікують за окремими ознаками.

За *конструктивним виконанням* розрізняють такі види вітрин:

- закриті, установлювані 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 устанавлення*:

- 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.

Найбільш популярні із всіх видів холодильного обладнання в Україні вітрини. Вони є, мабуть, єдиним видом обладнання, що забезпечує одночасно й короткочасне 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-виготовлювачі 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, у силу внаслідок доступності за ціною відноситься широко розповсюджена в Україні продукція італійської фірми ARNEG. Ширина цих вітрин від 97 до 120 см. Використовується як гнуге, так і пряме скло. Охолодження внутрішнього обсягу відбувається в стаціонарному й примусовому режимі з використанням вентилятора.

В Україні найбільшим попитом користується досить дешеве вітчизняне, російське й польське обладнання. Російське обладнання, виробляється двома заводами: Люберецьким заводом «Торгмаш» і заводом «Маріхолодмаш».

Завод у Йошкар-Олі випускає серійні моделі чотирьох типорозмірів: 1,0, 1,2, 1,5 і 1,8 м довжиною. До першого типорозміру відноситься модель «Фуршет» у настільному й підлоговому варіантах. Вона одержала поширення в міні-барах і кафе, а в настільному варіанті широко використовується для оснащення ринків, оскільки обладнання гарно працює як у залі, так і на вулиці.

До серійних вітрин довжиною 1,2 м відносяться моделі Таір-150, 150М2, довжиною 1,5 м – Таір-1209, довжиною 1,8 м – вітрини Таір-106М, Таір-106М2, Таір-1201. Практично всі вони працюють на імпортних компресорах. Порівняння з польськими аналогами не на користь вітчизняного обладнання через його зовнішній вигляд. У цих моделях використовується в основному пряме скло й фарбований металевий лист замість нержавіючої сталі, від чого страждає дизайн.

На сьогодні у серійне виробництво упроваджується комплект російського обладнання нового дизайну, що використовує стару торговельну марку «Таір». Вітрини цього комплекту «Таір-1204», «Таір-1206» виготовляються з використанням гнутих стекол, італійських профілів, французьких компресорів марки LUNITE HERMETIK. Крім того, у конструкції цих виробів передбачена можливість роботи як убудованого агрегату, так і з'єднання вітрин у лінію обслуговування з підключенням до єдиного могутнішого виносного агрегату.

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 гнутим 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 лотоків 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. Найбільш поширені розмірні ряди вітрин – 1,2; 1,5; 1,7 і 2,0 м. У цьому класі вітрин в основному використовується гнуте скло.

Холодильні прилавки та прилавки-вітрини

Холодильні прилавки використовують для короткочасного 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 з убудованим або комплектуватися холодильним агрегатом, який монтується окремо, а також підключатися до системи централізованого холодопостачання.

Холодильні прилавки можуть складатися з декількох секцій, що з'єднуються торцевими сторонами на місці установа. 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 й слугує для демонстрації й продажу продуктів. У міру необхідності продукти із прилавка переносять у вітрину. Відрізняється це обладнання тим, що всі охолоджувані ємності закриті дверцятами або зашклені з боку покупця. Лицьова й бічна сторони вітрини закриті подвійними стеклами, а з боку продавця є розсувні скляні дверцята й 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 збільшилося 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.

У нижчому ціновому розряді можна знайти вітрини, що виготовляються російськими виробниками, такими як «Маріхолодмаш», «Совіталпродмаш». Проте відома марка «Таір» не відрізняється високою якістю. Хоча це обладнання ще використовується в більшості магазинів вітчизняної глибинки, воно вже не відповідає сучасним вимогам.

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 Вуфуч, Cold, Себеа, 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.

Найбільш якісні й відповідно самі дорогі прилавки-вітрини виготовляє фірма Вуфуч. 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, самого нижнього рівня, наприклад, можна віднести найбільш просту 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.

Сама престижна 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 Norge аналогічний рівень представлений серією прилавків-вітрин Паллас Панорама, в Linde – прилавками Zeta.

Холодильні вітрини «Ліра» фірма Аріада (Росія) (люкс-класу) розроблена для підключення до систем **убудованого/виносного холодопостачання й централіям**. Прилавки збираються в будь-яку лінію й конфігурацію з використанням охолоджуваних кутів (рис. 2.8).

Модифікації:

- середньотемпературна (BC 4);
- низькотемпературна (BH 4).

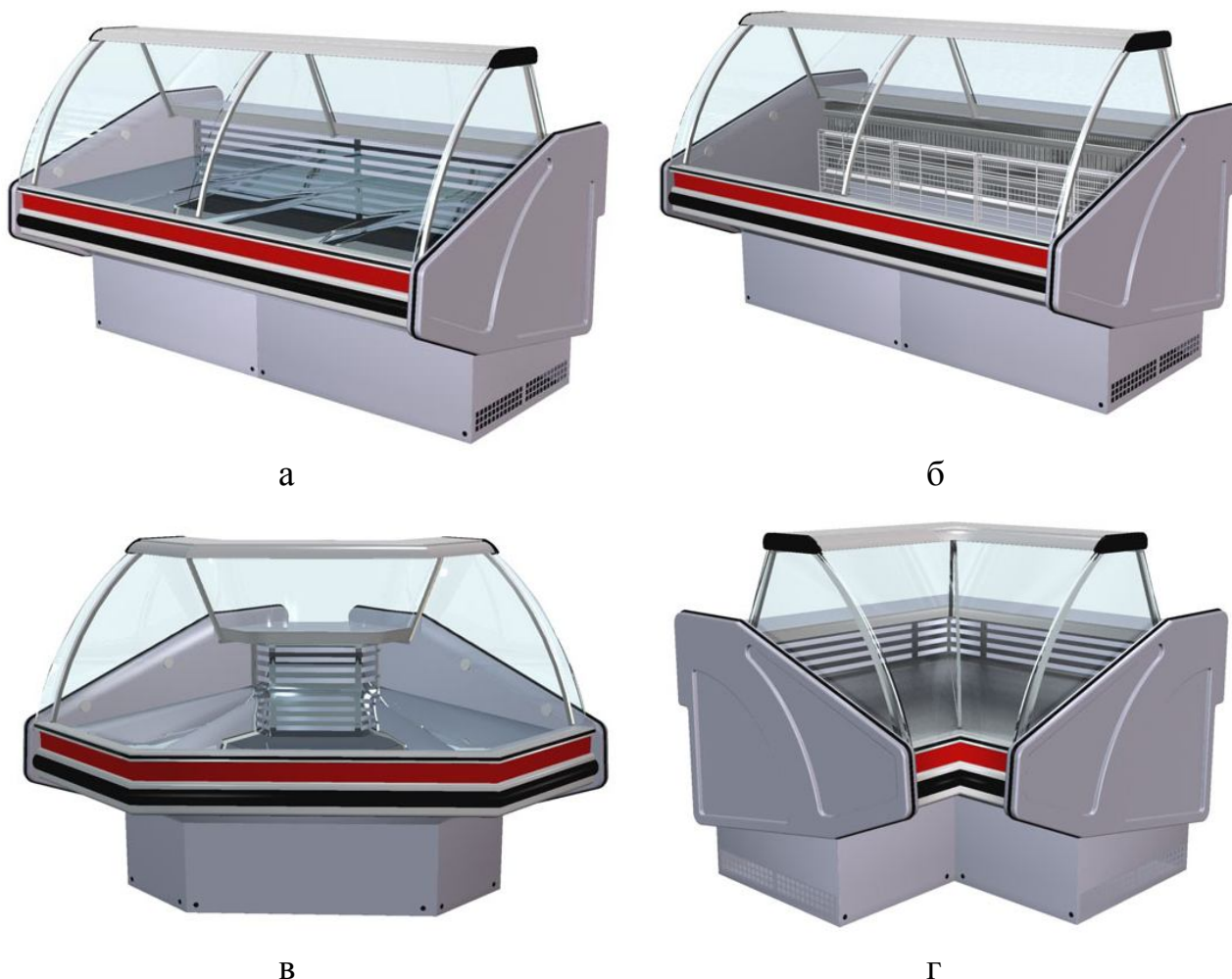


Рисунок 2.8 – загальний вигляд вітрин «Ліра»: а – BC 4; б – BH 4; в – BC 4 УН; г – BC 4 УВ

Стандартна комплектація:

- убудований холодильний агрегат;
- фронтальне скло, що піднімається;
- електронний блок керування: Eliwell ID 974;
- захисний бампер;
- комплект для підключення дренажу;
- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Додаткова комплектація:

- столик розрахунковий без захисних засобів;
- скляна полиця L 1100...1500;
- перегородка стаціонарна повна;
- перегородка мобільна (до рівня стільниці).

Габаритні розміри вітрин «Ліра» наведено на рис. 2.9, а технічні характеристики в табл. 2.7, 2.8.

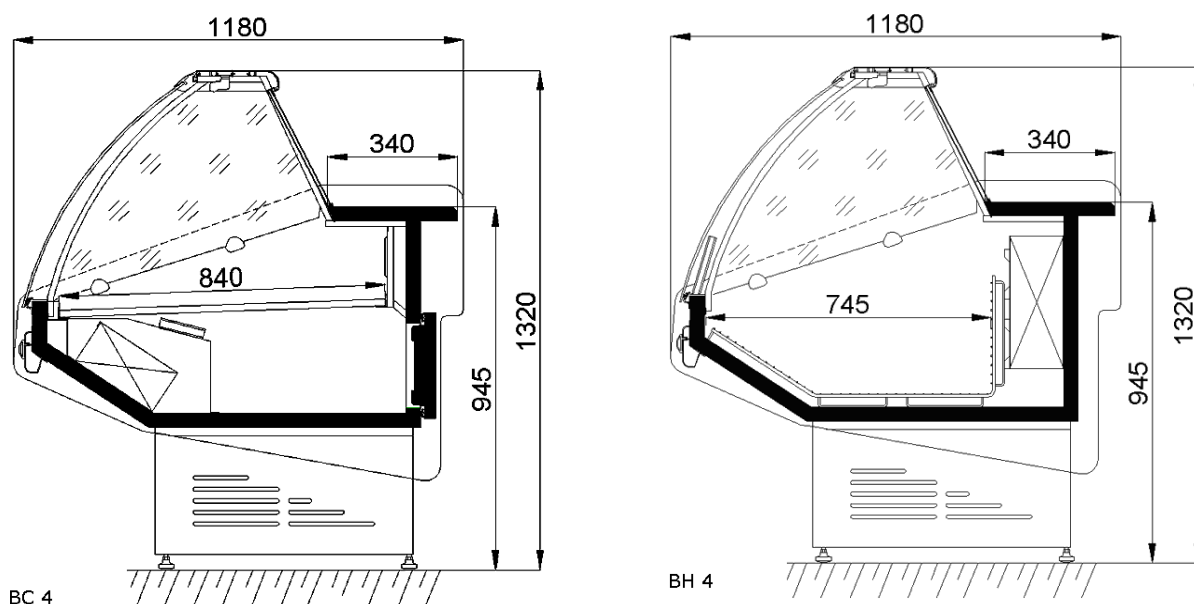


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри вітрин «Ліра»

Таблиця 2.7 – Основні характеристики вітрин «Ліра»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C ... +25°C
Температурний діапазон	середньотемпературна: 0°C ... +6°C низькотемпературна: мінус 18°C...-10°C
Номінальна напруга	220В, частота 50Гц
Холодоагент	Хладон R404А
Охолодження	статичне – ВН 4 динамічне – ВС 4
Розморожування	автоматичне (ВС 4 УН, ВС 4 УВ і ВН 4 за допомогою тенів)

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики вітрин «Ліра»

Модель	Довжина, мм	Діапазон, °С	Площа викладення, м ²	Холодопродуктивність, Вт
Холодильна вітрина середньотемпературна ВС 4				
ВС 4-160	1550	0... +6	1,29	620
ВС 4-200	2000		1,7	740
ВС 4-260	2600		2,24	960
Холодильна вітрина низькотемпературна ВН 4				
ВН 4-160	1550	-18 ... -10	1,16	660
ВН 4-200	2000		1,5	740
Холодильна вітрина, кут зовнішній ВС 4 УН				
ВС 4 УН	1380×1380	0... +6	1.22	650
Холодильна вітрина, кут внутрішній ВС 4 УВ				
ВС 4 УВ	1400×1400	0... +6	1.28	910

Холодильні вітрини «Белінда» (економ-клас) розроблена для оснащення магазинів як з **убудованими**, так і з **виносними** агрегатами й центральними (рис. 2.10), можливе збирання в лінію.

Модифікації:

- середньотемпературна (ВС 2);
- низькотемпературна (ВН 2);
- універсальна (ВУ 2).



а

б

в

Рисунок 2.10 – Загальний вигляд вітрин «Белінда»: а – ВС 2; б – ВН 2; в – ВУ 2

Стандартна комплектація:

- фронтальне дворадіусне скло – стаціонарне;
- електронний блок керування: Eliwell ID 961 (ВР), ID 971 (ВУ; ВН);
- захисний бампер;
- комплект для підключення дренажу;
- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Додаткова комплектація:

- розрахунковий столик без захисних засобів;

- скляна полиця L 1100...1500;
- перегородка стаціонарна повна;
- перегородка мобільна (за рівня стільниці).

Габаритні розміри вітрин наведено на рис. 2.11, технічні характеристики в табл. 2.9, 2.10.

Таблиця 2.9 – Основні характеристики вітрин «Белінда»

Параметр	Значення
Температура середовища	+12°C...+32°C
Температурний діапазон	середньотемпературна: 0°C...+6°C низькотемпературна: -18°C...-10°C універсальна: -5°C...+5°C
Номінальна напруга	220 В, частота 50 Гц
Холодоагент	Хладон R404А
Охолодження	статичне
Розморожування	автоматичне (ВН і ВУ за допомогою тенів)

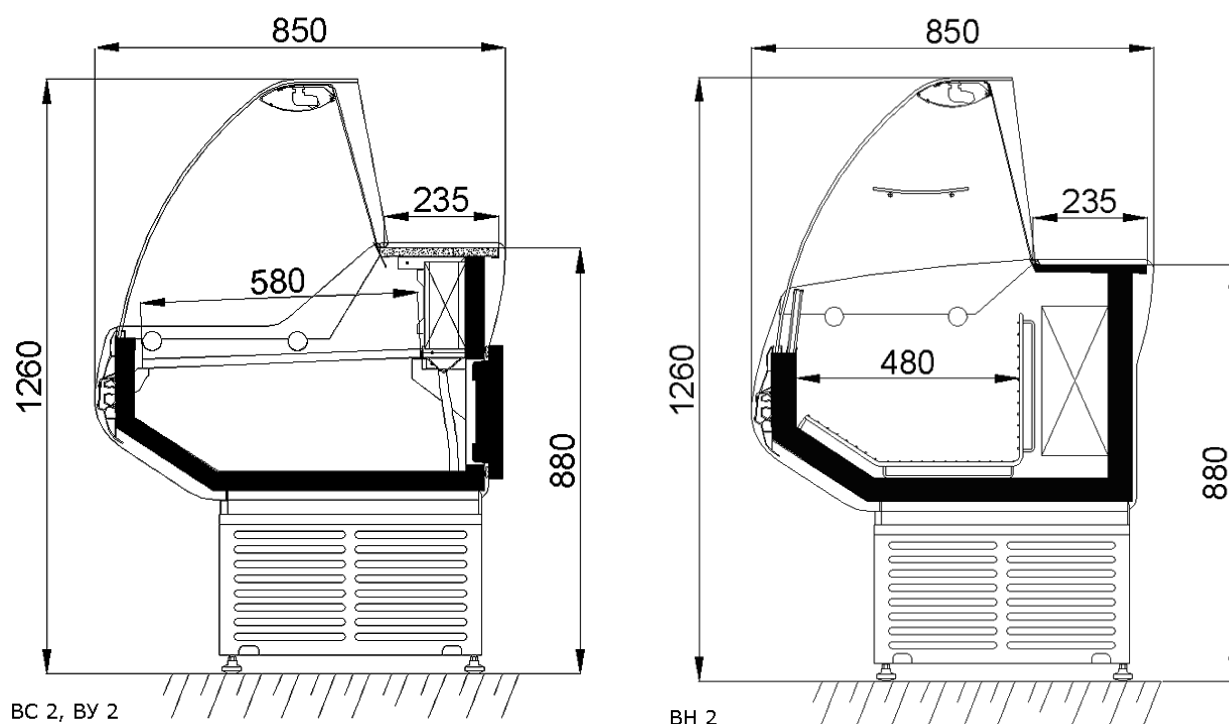


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри вітрин «Белінда»

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики вітрин «Белінда»

Модель	Довжина, мм	Діапазон, °C	Площа викладення, м ²	Холодопродуктивність, Вт
1	2	3	4	5
Холодильна вітрина середньотемпературна ВС 2				
BC 2-110	1180	0... +6	0.62	400
BC 2-130	1340		0.73	450

1	2	3	4	5
BC 2-160	1550	0...+6	0.82	500
BC 2-180	1820		0.98	600
BC 2-200	2000		1.07	640
BC 2-260	2600		1.43	750
Холодильна вітрина низькотемпературна ВН 2				
ВН 2-110	1180	-18...-10	0.46	280
ВН 2-130	1340		0.55	340
ВН 2-160	1550		0.65	380
ВН 2-180	1820		0.77	620
ВН 2-200	2000		0.85	670
Холодильна вітрина універсальна ВУ 2				
ВУ 2-160	1550	-5...+5	0.82	600
ВУ 2-180	1820		0.98	700
ВУ 2-200	2000		1.07	740

Холодильні вітрини «Бьянка». «Риба на льоді» (ВУ-17) призначена для демонстрації й продажу свіжого м'яса, рибних морепродуктів і риби на льоді, розроблені для підключення як до систем **виносного/убудованого**, так і **центрального холодопостачання**. Ідеальне застосування для супер- і гіпермаркетів (рис. 2.12).

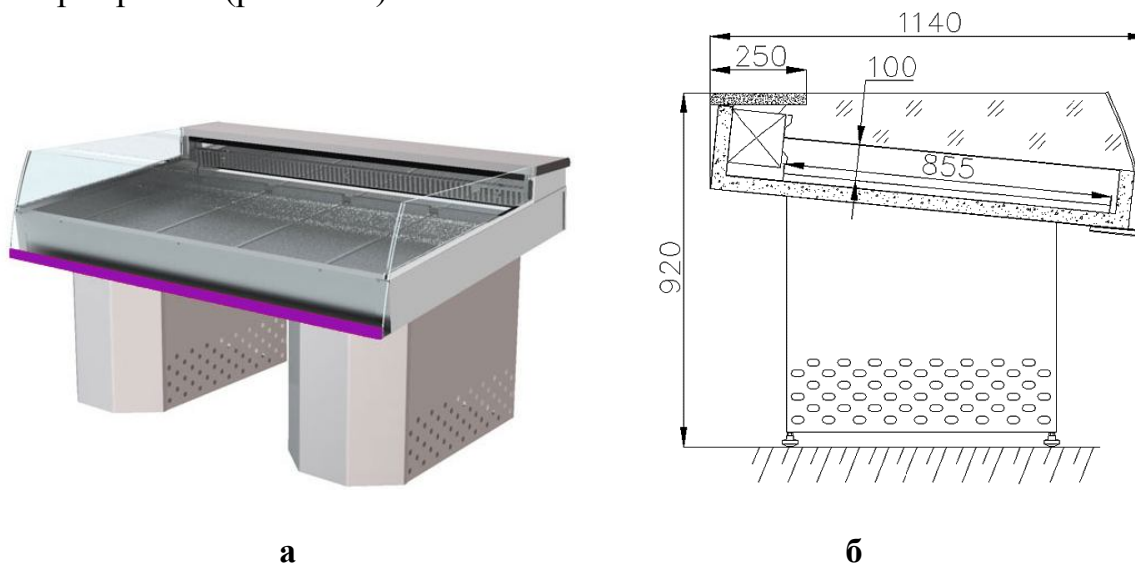


Рисунок 2.12 – Холодильна вітрина ВУ 17: а – загальний вигляд; б – габаритні розміри

Вітрини виготовляються декількох типорозмірів за довжиною від 1540 мм до 2580 мм, що збільшує площу викладення. Можуть установлюватися в лінію. Деталі вітрин виготовлені з нержавіючої сталі фірми Arcelor. Технічні характеристики вітрини ВУ 17 наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Основні характеристики вітрини ВУ 17

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	...+25°C
Температурний діапазон	універсальна: -3°C...+3°C
Номінальна напруга	220В, частота 50Гц
Холодоагент	Хладон R404А
Охолодження	статичне
Розморожування	автоматичне (за допомогою тенів)

Стандартна комплектація:

- убудований холодильний агрегат;
- електронний блок керування: Eliwell ID 961, ID 971 (відтаювання – тен);
- захисний бампер;
- комплект для підключення дренажу;
- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Переваги:

- збільшена площа викладення;
- стабільний температурний режим;
- європейський дизайн
- повністю усувається специфічний запах.

Розміри та технічну характеристику вітрини ВУ 17 наведено в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Технічні характеристики вітрини ВУ 17

Модель	Довжина, мм	Діапазон, °С	Площа викладення, м ²	Холодопродуктивність, Вт
Холодильна вітрина універсальна ВУ 17				
ВУ 17-160	1530	-3 ... +3	1.23	730
ВУ 17-180	1800		1.46	850
ВУ 17-200	1980		1.60	960
ВУ 17-260	2580		2.12	1020

2.2.4. Бонети (ванни або гондоли)

Виділяють три типи подібного обладнання:

- вузький пристінний варіант (пристінна бонета);
- бонета центрального розташування;
- комбінація бонети із шафою.

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.

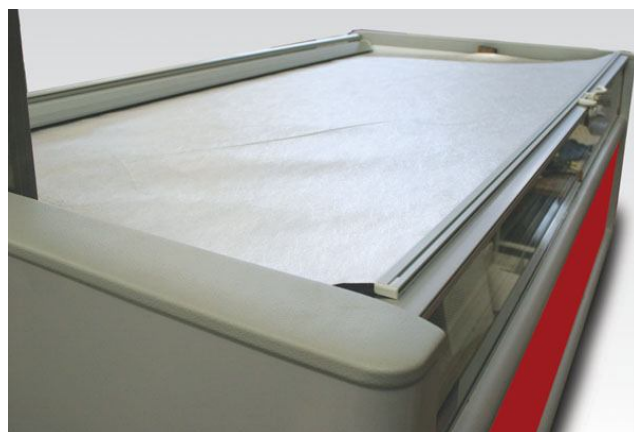
Холодильна ванна-шафа має загальну площу експозиції, значно більшу, ніж у інших видів обладнання. Такий варіант значно дорожче звичайної холодильної ванни. Корпус бонети звичайно виготовляється із пластифікованої сталі, а внутрішня обробка виконується з нержавіючої сталі. Боковини мають поліуретанову ізоляцію й протиударний буфер. Найбільшою популярністю користуються моделі зі скляним бортиком, що забезпечує гарний огляд.

Самими затребуваними 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 $+8^{\circ}\text{C}$.

Група компаній «Брімстон» (ТМ «Гольфстрім») Білорусь Одинарна бонета «Нарочь 180 ОВ»



а



б

Рисунок 2.13 – Одинарна бонета «Нарочь 180 ОВ»: а – зовнішній вигляд; б – нічні шторки

Стандартна комплектація:

- компресор Aspera;
- контролер Eliwell;
- автоматичне відтаювання (тени);
- індикатор температури в охолоджуваному обсязі;
- пінополіуретанова ізоляція корпусу, боковин;
- два склопакета;
- підсвічування внутрішнього обсягу;
- грати викладення, покриті пластизоллю;
- захисний бампер із ПВХ.

Габаритні розміри наведено на рис. 2.14, а технічні характеристики в табл. 2.13.

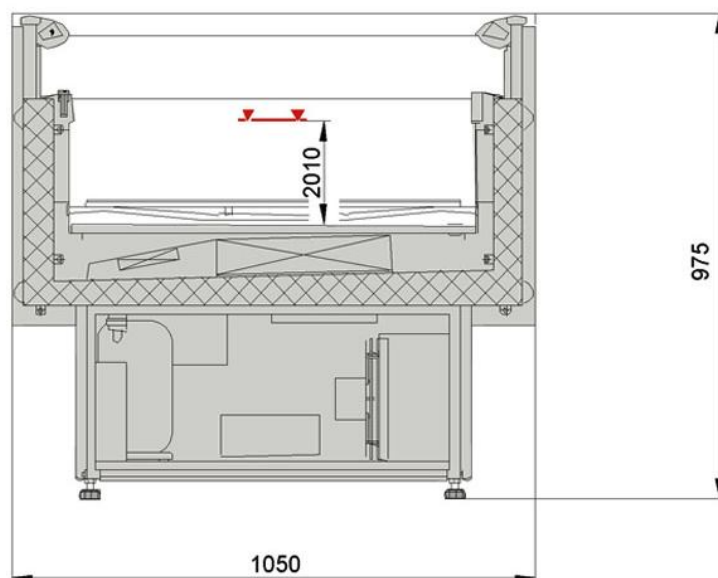


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри бонети «Нарочь 180 ОВ»

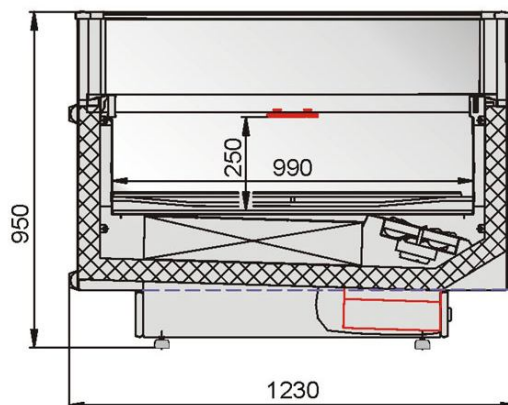
Таблиця 2.13 – Технічні характеристики бонети Нарочь 180 ОВ

Параметр	Значення
Тип холоду	убудований
Тип охолодження	динамічний
Можливість монтажу в лінію	так
Температурний режим	низькотемпературний (не вище -18°C)
Відтаювання	автоматичне
Електроспоживання, кВт/доб	28,50
Холодопродуктивність, Вт	1350
Експозиційна охолоджувана площа, м ²	1,47
Корисний обсяг, м ³	0,63
Довжина, мм	1935
Ширина, мм	1050
Висота, мм	975
Довжина в упакованні, мм	2100
Ширина в упакованні, мм	1200
Висота в упакованні, мм	1135
Маса нетто, кг	240

Акcesуари:

- боковина (у зборі);
- дільник поперечний;
- дільник поздовжній;
- шторки нічні;
- суперструктура дворівнева з підсвічуванням;
- суперструктура однорівнева без підсвічування.

Бонета «Німан 240 ОВ»



а

б

Рисунок 2.14 – Бонети «Німан 240 ОВ»: а – загальний вигляд;
б – габаритні розміри

Стандартна комплектація:

- контролер ELIWELL з функцією MASTER - SLAVE;
- індикатор температури в охолоджуваному обсязі;
- автоматичне відтаювання (тени);
- регульовані за висотою ґратчасті експозиційні полки, покриті пластизоллю;
- обігрів склопакетів (тени);
- 2 автоматичних захисних вимикачі;
- захисний бампер із ПВХ;
- цінникотримачі за довжиною склопакетів;
- клапан ТРВ R-404 (або R-22).

Технічні характеристики наведено в табл. 2.14.

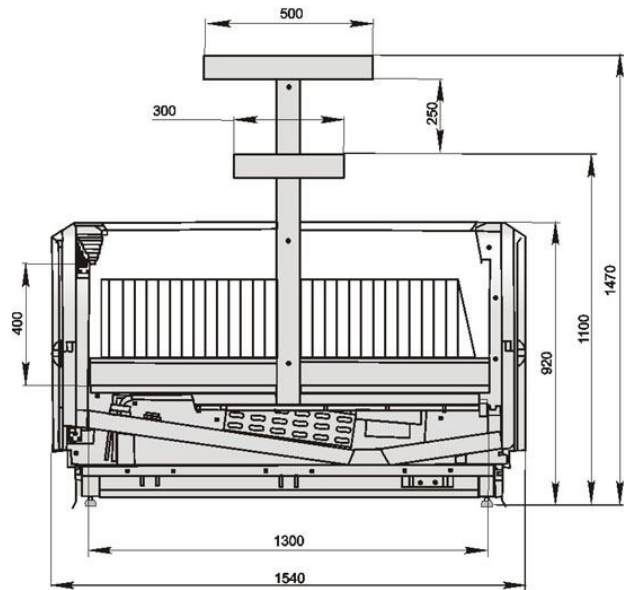
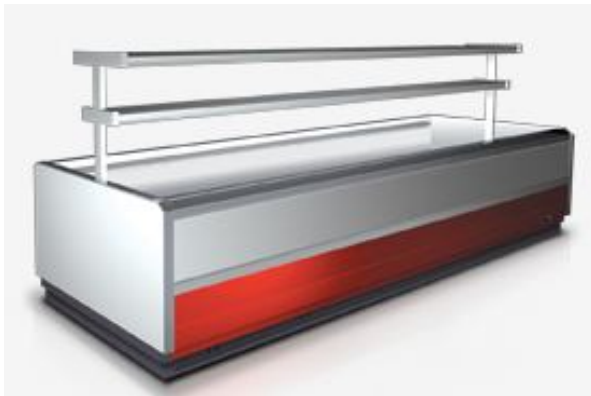
Таблиця 2.14 – Технічні характеристики бонети «Німан 240 ОВ»

Параметр	Значення
Тип холоду	виносний
Тип охолодження	динамічний
Можливість монтажу в лінію	так
Температурний режим	низькотемпературний (не вище -18°C)
Відтаювання	автоматичне
Електроспоживання, кВт/доб	11,30
Холодопродуктивність, Вт	1700
Експозиційна охолоджувана площа, м ²	2,40
Корисний обсяг, м ³	0,74
Довжина, мм	2400
Ширина, мм	1230
Висота, мм	950
Маса нетто, кг	293

Акcesуари:

- боковина (у зборі);
- дільник поперечний;
- дільник поздовжній;
- комплект сполучний;
- шторки нічні;
- суперструктура дворівнева з підсвічуванням;
- суперструктура дворівнева без підсвічування.

«Німан 3 ОВ 250»



а

б

Рисунок 2.15 – Бонети «Німан 3 ОВ 250»: а – загальний вигляд;
б – габаритні розміри

Стандартна комплектація:

- контролер ELIWELL або DIXELL з функцією master-slave;
- автоматичне електровідтаювання;
- цінникотримач поза всю довжиною верхнього фриза;
- захисний бампер ПВХ;
- антизапотівачі (обігрів) верхнього фриза;
- клапан ТРВ R-404 (або R-22).

Акcesуари:

- боковина (у зборі);
- дільник поперечний;
- дільник поздовжній;
- комплект сполучний;
- суперструктура дворівнева з підсвічуванням;
- теплоізовані нічні кришки;
- суперструктура одноурівнева з підсвічуванням;
- базові ґрати.

Технічні характеристики бонети «Німан 3 ОВ 250» наведено в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Технічні характеристики бонети «Німан 3 ОВ 250»

Параметр	Значення
Тип холоду	виносний
Тип охолодження	динамічний
Можливість монтажу в лінію	так
Температурний режим	низькотемпературний (не вище -18°C)
Відтаювання	автоматичне
Електроспоживання, кВт/доб	8,45
Холодопродуктивність, Вт	1650
Експозиційна охолоджувана площа, м ²	3,24
Корисний обсяг, м ³	1,74
Довжина, мм	2500
Ширина, мм	1540
Висота, мм	920
Маса нетто, кг	560

Подвійна бонета «Німан 2 240 ОВ»



Рисунок 2.16 – Загальний вигляд бонети «Німан 2 240 ОВ»

Стандартна комплектація:

- контролер ELIWELL з функцією MASTER - SLAVE (2шт. у Німан 2 ОВ);
- індикатор температури в охолоджуваному обсязі (2шт. у Німан 2 ОВ);
- автоматичне відтаювання (тени);
- регульовані за висотою ґратчасті експозиційні полки, покриті пластизоллю;
- 4 автоматичних захисних вимикачі;
- обігрів склопакетів (тени);
- цінникотримачі по довжині склопакетів;
- захисний бампер із ПВХ;
- клапан ТРВ R-404 (або R-22).

Габаритні розміри наведено на рис. 2.17, а технічні характеристики в табл. 2.16.

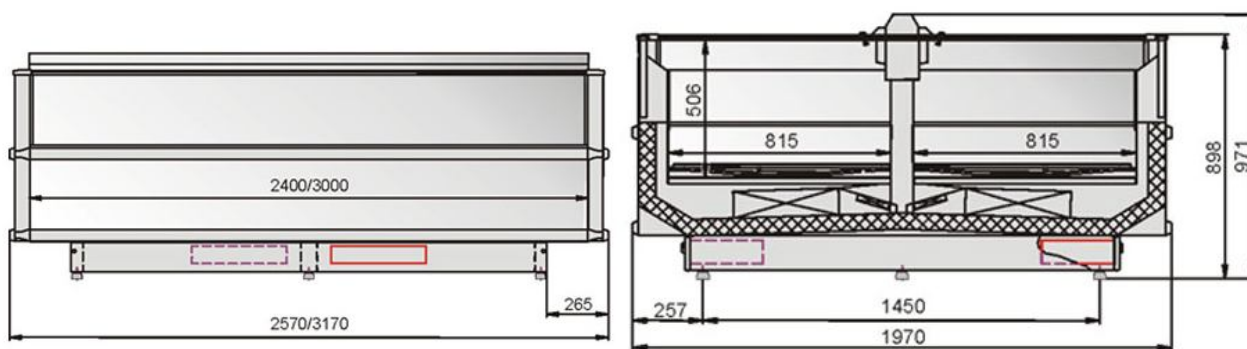


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри подвійної бонети «Німан 2 240 ОВ»

Таблиця 2.16 – Технічні характеристики бонети «Німан 2 240 ОВ»

Параметр	Значення
Тип холоду	виносний
Тип охолодження	динамічний
Можливість монтажу в лінію	так
Температурний режим	(не вище -18°C)
Відтаювання	автоматичне
Електроспоживання, кВт/доб	16,90
Холодопродуктивність, Вт	3100
Експозиційна охолоджувана площа, м ²	3,90
Корисний обсяг, м ³	1,40
Довжина, мм	2400
Ширина, мм	1962
Висота, мм	970
Маса нетто, кг	486

Акcesуари:

- боковина (у зборі);
- дільник поперечний;
- дільник поздовжній;
- комплект сполучний;
- шторки нічні;
- суперструктура дворівнева з підсвічуванням;
- суперструктура дворівнева без підсвічування;

Бонета «Крессіда» фірми «АРИАДА» ЗАТ «Аріада» представляє модернізовану лінію FRESH під виносний холод. Високий ступінь надійності, якість, що відповідає всім технологічним і екологічним параметрам, дизайн не поступається європейським аналогам – відмінні риси цієї продукції.

Острівна бонета «Крессіда» ВН-9 (рис. 2.18) призначена для демонстрації й продажу розфасованих заморожених продуктів: напівфабрикатів, м'яса, риби, овочів, кондитерських виробів, морозива в низькотемпературному режимі (-18°C). Розроблені бонети з можливістю підключення до системи виносного, так і центрального холодопостачання.

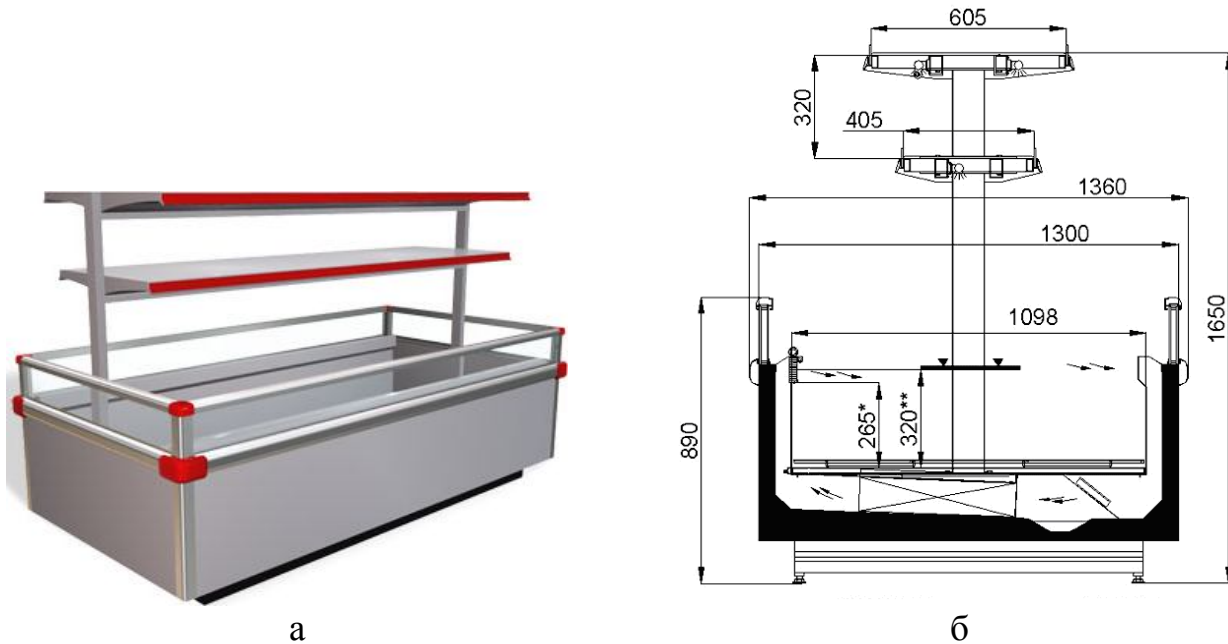


Рисунок 2.18 – бонета «Крессіда»: а – загальний вигляд; б – габаритні розміри бонети (* – глибина завантаження, що рекомендується; ** – максимальна глибина завантаження)

Наявність верхньої неохолоджуваної надбудови з підсвічуванням дозволяє ефективно використовувати простір над бонетою. Технічні характеристики представлені в табл. 2.17.

Таблиця 2.17 – Технічні характеристики бонети «Крессіда»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C...+25°C
Температурний діапазон	низькотемпературна -20...-18°C
Номінальна напруга	220 В, частота 50 Гц
Охолодження	динамічне
Розморожування	автоматичне допомогою тенів

Стандартна комплектація (без боковин):

- стандартний колір – білий RAL 9003;
- випарник із вентиляторами й тенами;
- заправний клапан Шредера;
- ТРВ для R404A (R22 – за спец. заявкою);
- електронний блок керування: Eliwell ID 974 (ID 985 master/slave – за спец. заявкою);
- підігрів алюмінієвих бамперів і стійок;

- комплект для підключення дренажу;
- нічна шторка;
- піддони- ґрати в охолоджуваному обсязі.

Додаткові опції:

- піддони-ґрати в охолоджуваному обсязі;
- поперечний дільник в охолоджуваному обсязі скляний дротовий (покриття: ПЕП або хром);
- обмежник полиць: скляний дротовий (покриття: ПЕП або хром);
- верхня неохолоджувана надбудова (дворівнева з підсвічуванням);
- рожеве й жовте підсвічування.

Особливості конструкції бонети наведено на рис. 2.19.

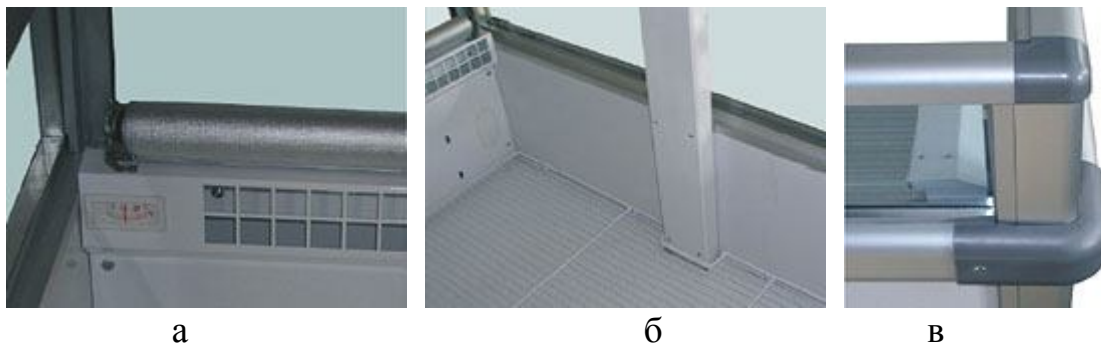


Рисунок 2.19 – Конструктивні особливості бонети «Крессида»:
а – убудований термометр, призначений для зручності контролю температури в охолоджуваному обсязі; б – ґрати на дні вітрини для забезпечення циркуляції повітря в охолоджуваному обсязі на противнях; в – алюмінієві кутові стійки, захисний бампер і верхнє обрамлення склопакета з обігрівом від запотівання конденсатом, з верхньою декоративною кришкою

Бонета «Джувьєтта» новинка в лінійці холодильних вітрин VIP класу UNIQUE – морозильна острівна вітрина «Джувьєтта» (ВН-20) (рис. 2.20).

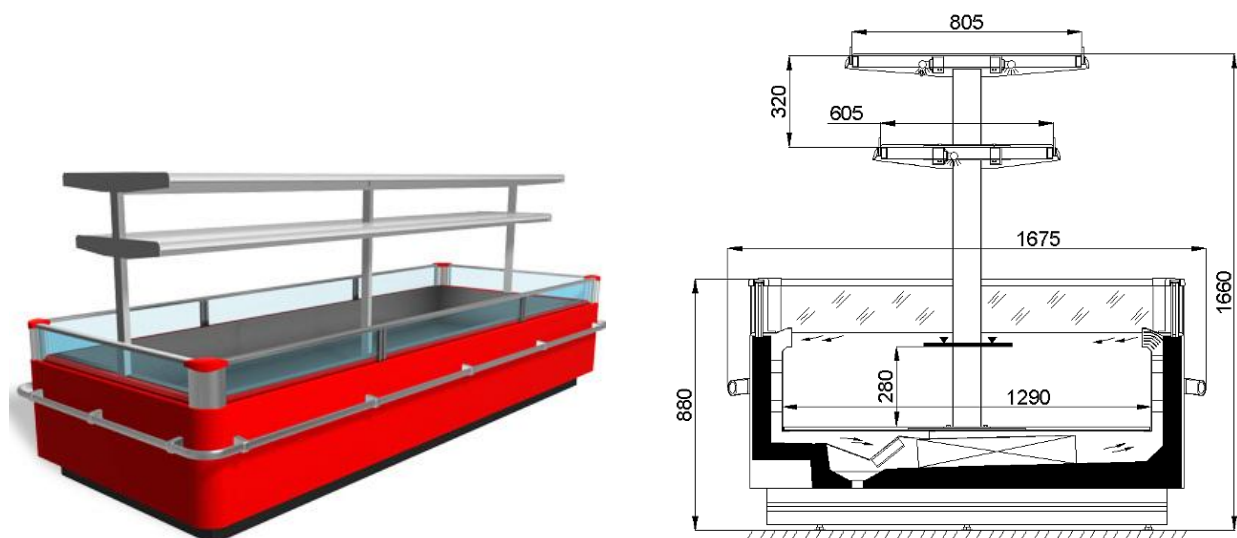


Рисунок 2.20 – Бонета «Джувьєтта»:
а – загальний вигляд;
б – габаритні розміри

Ця вітрина розроблена разом із провідними італійськими інжиніринговими компаніями. Має збільшену площу викладення, ергономічна, проста у монтажі й обслуговуванні. Проте головною її перевагою порівняно з аналогами інших виробників є найнижча холодопродуктивність, що дозволяє істотно скоротити витрати на холодильні установки, а також заощадити витрати на споживану електроенергію, у такий спосіб зменшивши строк окупності обладнання.

Бонета випускається в модифікаціях ВН 20-260-02 та ВН 20-375-02, технічні характеристики в табл. 2.18.

Таблиця 2.18 – Технічні характеристики бонети «Джульєтта»

Найменування параметра	ВН 20-260	ВН 20-375
Площа для розміщення продуктів, м ²	3,18	4,77
Корисний охолоджуваний обсяг, м ³	0,93	1,38
Температурний діапазон, °С	-20...-18	
Норма завантаження, кг	175	230
Споживання електроенергії за добу, кВт/год, не більше	17,5	26,6
Споживана потужність у період відтаювання, кВт, не більше	3,5	5,3
Споживана потужність у період роботи, кВт, не більше	0,65	0,75
Холодопродуктивність, Вт	2225	3200
Габаритні розміри, мм		
Довжина	2645	3895
Довжина з поручнями	2800	4050
Довжина (без боковин)	2500	3750
Ширина	1520	1520
Ширина з поручнями	1675	1675
Висота	880	880
Маса, кг	400	600
Споживаний струм, А, не більше	2,95	3,41
Споживана потужність електричного освітлення надбудови, Вт, не більше	480	570

Призначена для роботи на виносних холодильних агрегатах і станціях центрального холодопостачання.

Стандартна комплектація:

- заправний клапан Шредера;
- електронний блок керування: Eliwell ID 974 (ID 985 master/slave – за спец. заявкою);
- захисний поручень;
- комплект для підключення дренажу;

- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Бонета «Розалінда» ВН-18 призначена для роботи на виносних холодильних агрегатах і станціях центрального холодопостачання. вітрина складається з односторонніх модулів, з'єднаних в «острови» за допомогою торцевих і фронтальних елементів корпусу. наявність верхньої неохолоджуваної надбудови дозволяє ефективно використовувати простір над бонетою (рис. 2.21).

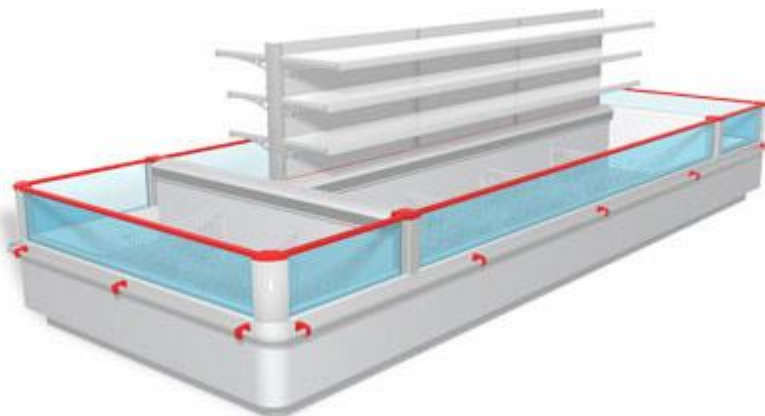


Рисунок 2.21 – Загальний вигляд бонети «Розалінда»

Стандартна комплектація базової моделі (без боковин):

- стандартний колір – білий;
- випарник з вентиляторами;
- заправний клапан Шредера;
- ТРВ для R404A (R 22 – за спец. заявкою);
- електронний блок керування: Eliwell ID 974 (ID 985 master/slave – за спец. заявкою);
- підігрів алюмінієвих бамперів і стійок;
- комплект для підключення дренажу.

Додаткова комплектація:

- піддони-ґрати в охолоджуваному обсязі;
- верхня неохолоджувана надбудова (дворівнева);
- нічна шторка.

Конструктивні особливості бонети наведено на рис. 2.22, а технічні характеристики в табл. 2.19.

Таблиця 2.19 – Технічні характеристики бонети «Розалінда»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C...+25°C
Температурний діапазон	низькотемпературна: - 20°C...-18°C
Номінальна напруга	220 В, частота 50 Гц
Охолодження	динамічне
Розморожування	автоматичне за допомогою тенів

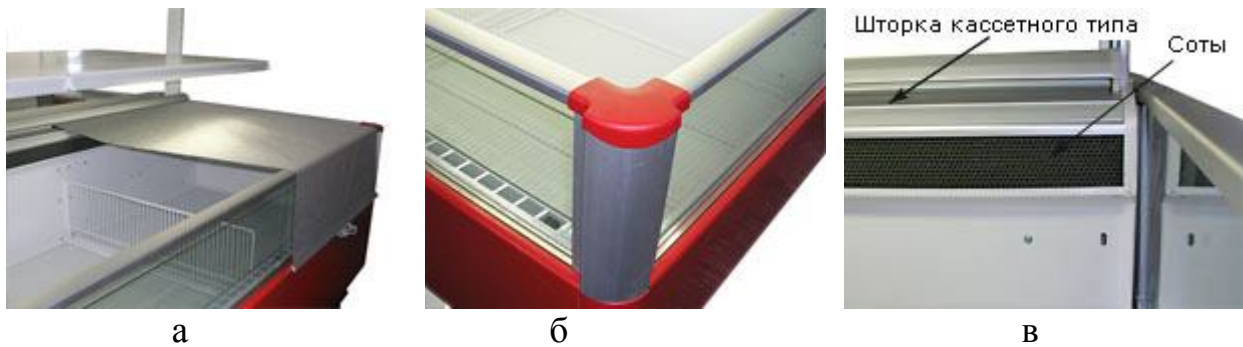


Рисунок 2.22 – Конструктивні особливості бонети: а – нічна шторка для економії електроенергії в нічний (неробочий) час; б – кутова алюмінієва стійка з обігрівом від запотівання конденсатом, з верхньою декоративною кришкою (колір на замовлення по RAL); в – стільники для рівномірного розподілу холоду

Бонета-шафа «Романа» (ВН-23) являє собою охолоджувану шафу із зашкеленими стулками дверей, змонтовану на корпус морозильної ванни серії «Розалінда» (рис. 2.23).



Рисунок 2.23 – Загальний вигляд комбінованої шафи-бонети «Романа»

Такі конструктивні рішення застосовують провідні світові виробники, що наголошують на максимальному використанні торговельних площ і зручності експлуатації виробів. Бонети «Розалінда» випускаються в модифікаціях ВН 23-200-02, ВН 23-260-02, ВН 23-375-02). Габаритні розміри бонети «Розалінда» наведено на рис. 2.24, технічні характеристики в табл. 2.20, а технічні характеристики модифікацій – в табл. 2.21.

Таблиця 2.20 – Технічні характеристики бонети «Розалінда»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C...+25°C
Температурний діапазон	низькотемпературна: - 20°C...-18°C
Номінальна напруга	380 В, 3 фази, частота 50 Гц
Охолодження	динамічне
Розморожування	автоматичне за допомогою тенів

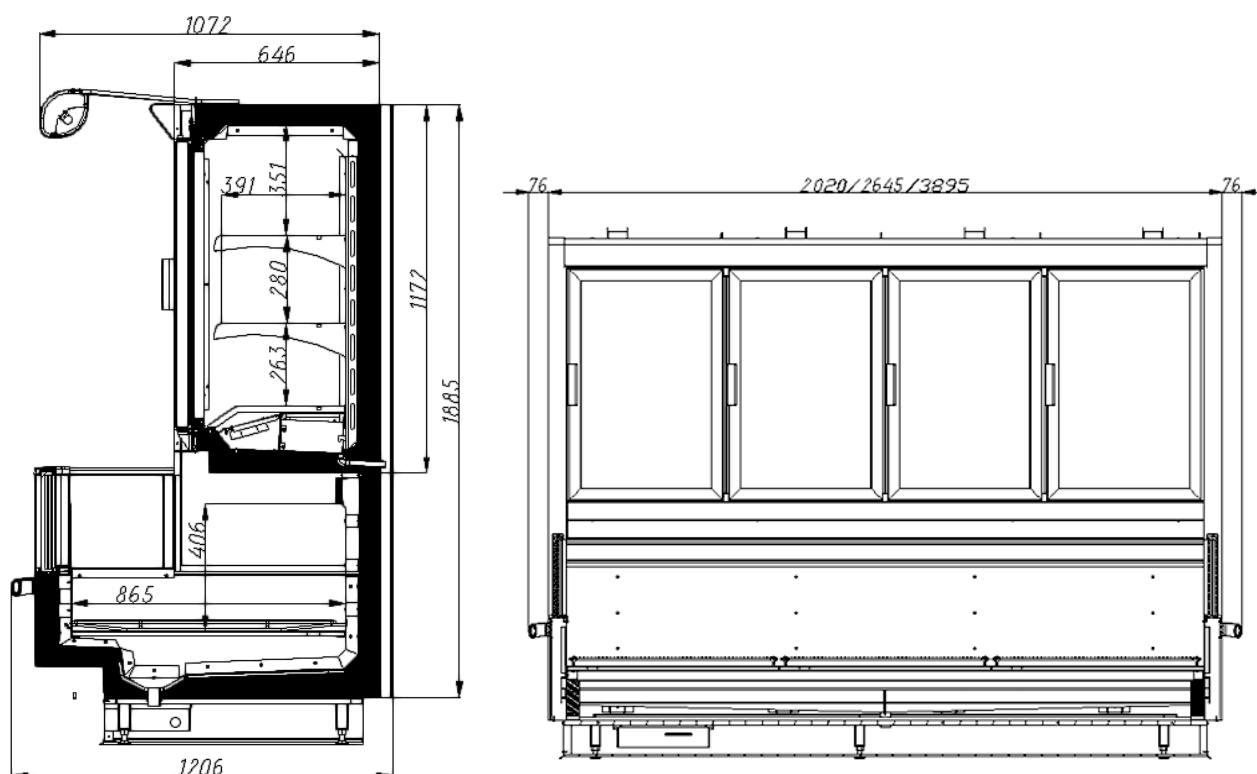


Рисунок 2.24 – Габаритні розміри бонети «Розалінда»

Таблиця 2.21 – Технічні характеристики модифікацій бонети «Розалінда»

Найменування параметра	ВН 23-200	ВН 23-260	ВН 23-375
Площа для розміщення продуктів, м ²	2,20	2,97	4,45
Корисний охолоджуваний обсяг, м ³	0,75	1,0	1,5
Навантаження на демонстраційні листи, кг	40	50	60
Навантаження на 1 полицю, кг, не більше	40	40	40
Споживана потужність у період відтаювання, кВт, не більше	1,5	1,8	2,8
Споживана потужність, кВт, не більше	0,22	0,23	0,35
Холодопродуктивність, Вт (Т _{кип} -35°C; Т _{конд} +40°C)	540	730	1100
Габаритні розміри, мм:			
Довжина (без поручнів)	2020	2645	3895
Довжина (без боковин)	1875	2500	3750
Ширина (без поручнів)	1175	1175	1175
Висота в зборі із ВН18	2035	2035	2035
Маса, кг, не більше	370	430	500
Споживаний струм, А, не більше	1,0	1,05	1,63

Призначена для роботи на виносних холодильних агрегатах і станціях центрального холодопостачання.

Стандартна комплектація:

- заправний клапан Шредера;
- електронний блок керування: Eliwell ID 974 (ID 985 master/slave – за спец. заявкою);
- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Додаткова комплектація:

- ТРВ для R404A (R 22 – за спец. заявкою);
- клапан соленоїдний;
- комплект сполучний у лінію;
- посилене дерев'яне впакування.

2.2.5. Гірки

Поділяються на молочні, м'ясні й фруктові.

Молочні (закордонні виробники маркують їх буквами SL) мають температурний режим $+1...+7^{\circ}\text{C}$ і призначені для торгівлі молокопродуктами й гастрономією.

М'ясні гірки (MT) з температурним режимом $0...+2^{\circ}\text{C}$ використовуються для торгівлі м'ясними напівфабрикатами, рибою й пресервами.

У гірках третього типу – *фруктових* (FV) – температурний режим устанавлюється на рівні $+5...+7^{\circ}\text{C}$. 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 полки, які монтуються під нахилом, і нижній рівень (піддон). У верхній частині обладнання встановлена похила дзеркальна панель, у якій відбивається 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.

Холодильні гірки «Віола» (гастрономічні, фруктові) призначені для демонстрації, продажу й тимчасового зберігання попередньо охолоджених харчових продуктів і напівфабрикатів. Збираються в лінію як з **убудованим**, так і з **виносними** агрегатами й центральними.

Вітрини виготовляються декількох типорозмірів за довжиною від 1555 мм до 2585 мм, із системою повітряної завіси. Полки вітрини швидкознімні й можуть устанавлюватися в будь-якій конфігурації самим користувачем. Випускаються в модифікаціях: гастрономічна (BC 7; BC 7-02) та фруктова (BC 7 Ф; BC 7-02 Ф) (рис. 2.25). Технічні характеристики наведено в табл. 2.22.



а

б

Рисунок 2.25 – Холодильні гірки «Віола»: а – гастрономічна; б – фруктові

Таблиця 2.22 – Технічні характеристики гірки «Віола»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C...+25°C
Температурний діапазон	середньотемпературна: +4°C...+8°C
Номінальна напруга	220 В, частота 50 Гц
Холодоагент	Хладон R404А
Охолодження	динамічне
Розморожування	автоматичне за допомогою тенів

Стандартна комплектація:

- убудований холодильний агрегат;
- електронний блок керування: Eliwell ID 974;
- захисний бампер;
- комплект для підключення дренажу;
- кольорові панелі;
- легке дерев'яне впакування.

Додаткова комплектація:

- нічні шторки.

Габаритні розміри наведено на рис. 2.26, а технічні характеристики в табл. 2.23.

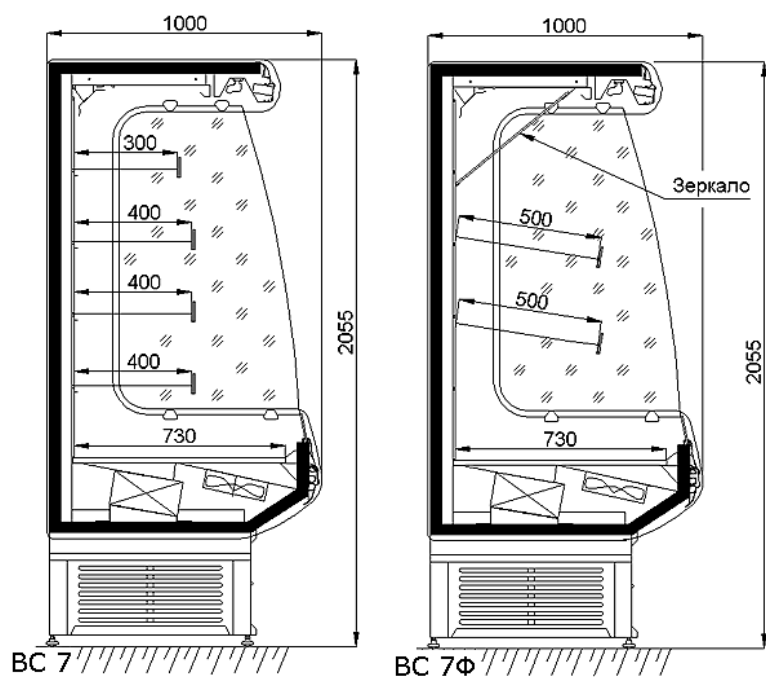


Рисунок 2.26 – Габаритні розміри гірки «Віола»

Таблиця 2.23 – Технічні характеристики гірки «Віола»

Модель	Довжина, мм	Діапазон, °С	Площа викладення, м ²	Холодопродуктивність, Вт
Холодильні гірки гастрономічні ВС 7 (з убудованими холодильними агрегатами)				
ВС 7-160	1550	+4 ... +8	3.35	2200
ВС 7-200	1985		4.38	2800
ВС 7-260	2585		5.77	3060
Холодильні гірки фруктові ВС 7Ф (з убудованими холодильними агрегатами)				
ВС 7-160Ф	1550	+4 ... +8	2.23	2200
ВС 7-200Ф	1985		2.92	2800
ВС 7-260Ф	2585		3.85	3060
Холодильні гірки гастрономічні ВС 7-02 (з виносними агрегатами й центральями)				
ВС 7-160-02	1550	+4 ... +8	4.24	2200
ВС 7-200-02	1985		5.55	2800
ВС 7-260-02	2585		7.31	3060
Холодильні гірки фруктові ВС 7Ф-02 (з виносними агрегатами й центральями)				
ВС 7-160Ф-02	1550	+4 ... +8	3.23	2200
ВС 7-200Ф-02	1985		4.22	2800
ВС 7-260Ф-02	2585		5.56	3060

Холодильні гірки «Корделія» (ВС-11) використовуються для роботи на виносних холодильних агрегатах і станціях холодопостачання (рис. 2.27).

Призначені для демонстрації й продажу фасованих продуктів, штучного товару в магазинах самообслуговування.



Рисунок 2.27 – Загальний вигляд гірки «Корделія»

Вітрини займають мінімальний простір торговельного залу, забезпечуючи при цьому максимальне викладення товару. Головні переваги «Корделії» порівняно з аналогами інших виробників:

- найнижча холодопродуктивність, що дозволяє істотно скоротити витрати на холодильні установки, а також заощадити електроенергію, у такий спосіб зменшивши строк окупності обладнання
- можливість встановлення 6-го ряду полиць (шириною 500 або 600 мм) для збільшення площі викладення, що підвищує мерчандайзингові властивості вітрини.

Габаритні розміри наведено на рис. 2.28, а технічні характеристики в табл. 2.24.

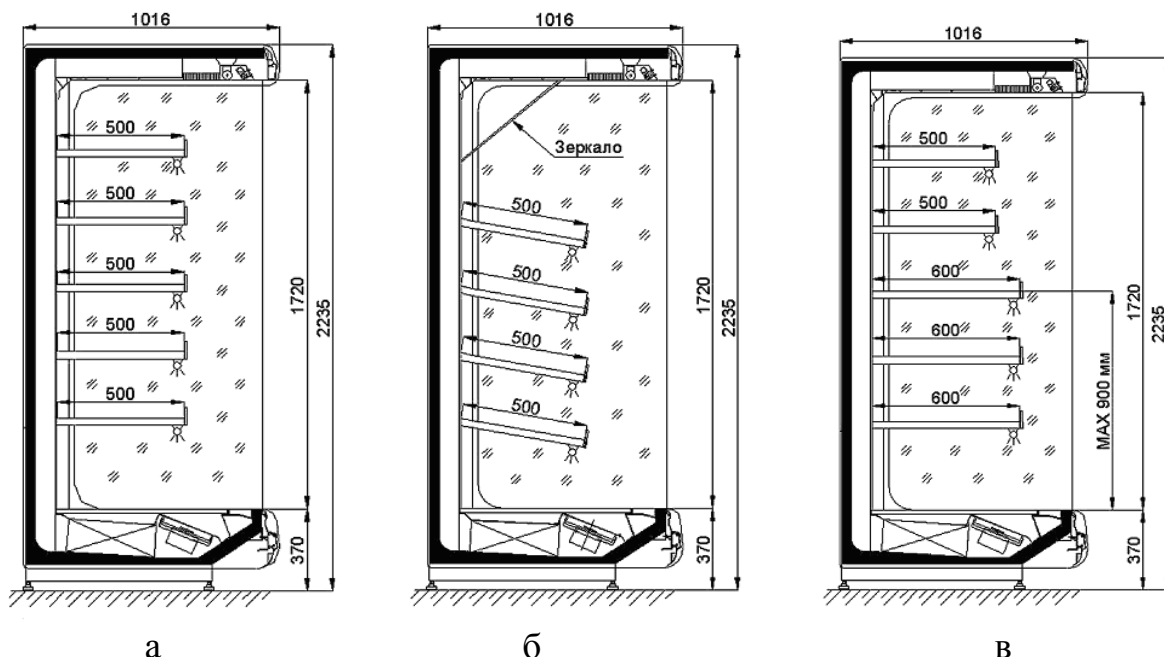


Рисунок 2.28 – Габаритні розміри гірок «Корделія»: а – гастрономічна; б – фруктові; в – гастрономічна поглиблена

Таблиця 2.24 – Технічні характеристики гірок «Корделія»

Параметр	Значення
Температура навколишнього середовища	+12°C...+25°C
Температурний діапазон	+1°C...+8°C
Номінальна напруга	220 В, частота 50 Гц
Охолодження	динамічне
Розморожування	автоматичне допомогою тенів

Модифікації

- середньотемпературна гастрономічна (BC 11-02, BC 11 В-02);
- середньотемпературна фруктова (BC 11 Ф-02).

Стандартна комплектація.

Гастрономічна:

- 5 рядів полиць по 500 мм із регульованим нахилом;
- цінникотримачі пластикові.

Фруктова:

- 4 ряди полиць по 500 мм із регульованим нахилом;
- цінникотримачі пластикові;
- похиле дзеркало;
- випарник із вентиляторами;
- заправний клапан Шредера;
- ТРВ для R404А (R 22 – за спец. заявкою);
- електронний блок керування: Eliwell ID 974 (ID 985 master/slave – за спец. заявкою);
- захисний бампер кольоровий;
- верхнє освітлення;
- комплект для підключення дренажу;
- піддон дерев'яний транспортувальний;
- кольорові панелі в бампер;

Додаткова комплектація:

- комплектація полиць У (гастрономічна зі збільшеною глибиною викладення):

- 2 ряди полиць по 500 мм;
- 3 ряди полиць по 600 мм;
- бічна панель зі склопакетом (прозорий);
- бічна панель зі склопакетом з тонірованими дзеркалами;
- бічна панель глуха з можливістю установлення дзеркала;
- панель глуха роздільник з можливістю установлення двох дзеркал;
- дзеркало для панелей глухих;
- додаткове освітлення полиць;
- обмежник дротовий, висота від полиці Н=85 мм;
- поперечний дільник полиць дротовий, висота від полиці Н=60/150 мм;
- поперечний дільник базового викладення, висота від противня Н=320 мм;
- нічна шторка;
- клапан соленоїдний;
- комплект сполучний у лінію.

Технічні характеристики модифікацій гірок «Корделія» наведено в табл. 2.25.

Таблиці 2.25 – Технічні характеристики модифікацій гірок «Корделія»

Найменування параметра	Площа викладення продуктів, м ²	Корисний охолоджувальний обсяг, м ³	Навантаження на демонстраційні листи, кг/м ³	Потреб. електроенергії за добу, кВт/год, не більше	Споживана потужність, кВт, більше	Споживана потужність у період відтаювання, кВт, більше	Холодопродуктивність, Вт	Габаритні розміри, мм, довжина, ширина, висота	Маса, кг, не більше	Споживаний струм, А, не більше	Споживана потужність електричного освітлення, Вт, не більше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Холодильні гірки середньотемпературні (BC 11) гастрономічні											
BC 11-130-02	3,9	1,15	160	5,2	0,2	610	1950	1365 1250 1016 2235	180	1,0	80
BC 11-200-02	6,0	1,8	160	6,28	0,22	876	2700	2010 1894 1016 2235	250	1,0	164
BC 11-260-02	7,9	2,3	160	6,87	0,23	1190	3000	2610 2500 1016 2235	350	1,05	160
BC 11-375-02	11,9	3,5	160	10,42	0,35	1761	3800	3865 3750 1016 2235	500	1,63	259
Холодильні гірки середньотемпературні (BC 11 Φ) фруктові											
BC 11-130 Φ-02	3,35	1,0	160	5,2	0,2	610	1950	1365 1250 1016 2235	180	1,0	80

Продовження табл. 2.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BC 11-200 Ф-02	5,0	1,5	160	6,28	0,22	876	2700	2010 1894 1016 2235	250	1,0	164
BC 11-260 Ф-02	6,7	2,0	160	6,87	0,23	1190	3000	2610 2500 1016 2235	350	1,05	160
BC 11-375 Ф-02	10,0	3,0	160	10,42	0,35	1761	3800	3865 3750 1016 2235	500	1,63	259
Холодильні гірки середньотемпературні (BC 11 У) гастрономічні											
BC 11-130 У-02	4,35	1,3	160	5,2	0,2	610	1950	1365 1250 1016 2235	180	1,0	80
BC 11-200 У-02	6,59	1,98	160	6,28	0,22	876	2700	2010 1894 1016 2235	250	1,0	164
BC 11-260 У-02	8,7	2,61	160	6,87	0,23	1190	3000	2610 2500 1016 2235	350	1,05	160
BC 11-375 У-02	13,0	3,9	160	10,42	0,35	1761	3800	3865 3750 1016 2235	500	1,63	259

Особливості конструкції холодильних гірок ВС 11 наведено на рис. 2.29. перекласти укр. мовою

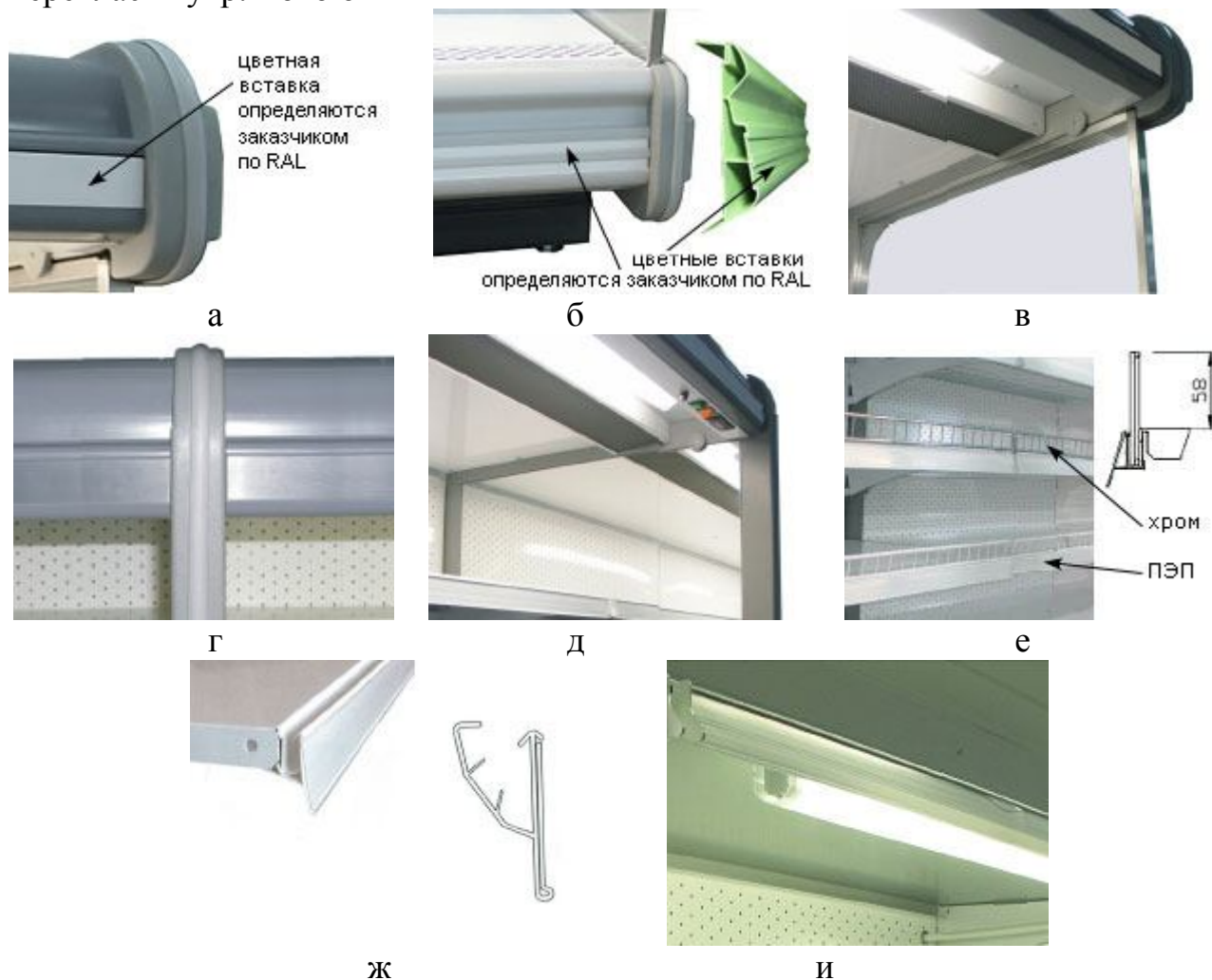


Рисунок 2.29 – Конструктивні особливості холодильних гірок ВС 11:
а – верхній бампер; б – нижній бампер; в – панорамна боковина, яка складається з склопакета панорамного, пластикової боковини та обрамлення з нержавіючої сталі; г – дільник двосторонній дзеркальний для поділу охолоджуваного обсягу; д – дзеркальна бічна панель; е – обмежники полиць; ж – пластиковий цінникотримач; и – плафони на лампах, які забезпечують рівномірне розсіювання світла

2.3. Холодильні та морозильні камери

Холодильні та морозильні камери використовує широкий загал споживачів – від невеликих підприємств до величезних складських комплексів, що вимагають у створенні спеціальних умов зберігання.

За своїм призначенням, будовою й правилами експлуатації такі камери аналогічні малим стаціонарним холодильникам.

Нижче наводиться розрахунок потреби в стаціонарних холодильних камерах.

Розрахунок необхідної охолоджуваної площі. Величина необхідної охолоджуваної площі насамперед залежить від кількості швидкопсувних

продуктів, що підлягають зберіганню, тобто від розміру товарних запасів. Максимальні товарні запаси визначають за формулою

$$G = \frac{q \cdot t}{p}, \quad (2.1)$$

де G – максимальний товарний запас, кг;
 g – середньоденний товарообіг, тис. грн;
 t – термін зберігання, дні;
 p – середня ціна за 1 кг, грн.

Товарні запаси для конкретних підприємств обчислюють із урахуванням частоти завезення продуктів. Знаючи кількість швидкопсувних товарів, що підлягають зберіганню в холодильних камерах, можна визначити необхідну охолоджувану площу двома методами: за нормами навантаження на 1 м² (орієнтовний розрахунок) і за розмірами тари й обладнання, призначених для зберігання продуктів.

В обох випадках спочатку визначають вантажну площу, призначену для зберігання продуктів, потім загальну площу камер, включаючи площу проходу й проїздів. Розрахунок охолоджуваної площі за кожною товарною групою окремо можна виразити формулою

$$S = \frac{G \cdot K}{N}, \quad (2.2)$$

де G – максимальний товарний запас, кг;
 N – норма навантаження на 1 м² площі підлоги, кг/м²;
 K – коефіцієнт переведення вантажної площі в загальну.

Швидкопсувні продовольчі товари групують за камерами з урахуванням вимог товарного сусідства. Площу камери визначають підсумовуванням розрахункових площ товарів, які повинні в ній зберігатися. Цей розрахунок зручно вести у вигляді таблиці (табл. 2.26).

Таблиця 2.26 – Таблиця для занесення результатів розрахунку

Найменування товару	Середньоденний оберт, кг	Строк зберігання (запас), дні	Максимальний товарний запас, кг	Норма завантаження, кг/м ²	Вантажна площа, м ²	Коефіцієнт переведення	Розрахункова охолоджувана площа, м ²

Більш точним є розрахунок охолоджуваної площі за габаритами складського обладнання й тари, у яких зберігаються товари. При цьому потрібне дотримання всіх умов зберігання й розміщення товарів. Для розрахунку, крім кількості сировини, способу й висоти складування товарів, необхідно визначити ємність і розміри тари.

Розрахунок охолоджуваної площі в разі штабельного зберігання товарів у тарі прямокутної форми проводять за формулою

$$S = \frac{G \cdot a \cdot b}{c \cdot n}, \quad (2.3)$$

де G – максимальний товарний запас, кг;

a, b – довжина й ширина тари, м,

c – ємність одиниці тари, кг;

n – число одиниць тари за висотою штабеля, шт.

Для тари із круглою підставою формула прийме вигляд

$$S = \frac{G \cdot D^2}{c \cdot n}, \quad (2.4)$$

де D – діаметр круглої тари в найбільш широкій частині, м.

За площею, необхідною для розміщення товарів у тарі, підбирають тип і кількість немеханічного складського обладнання, площа якого і становить необхідну вантажну охолоджувану площу. Загальну площу визначають множенням на відповідний коефіцієнт.

Розрахунок холодильних установок. Холодопродуктивність машини повинна бути достатньою для підтримання в холодильних камерах заданих температурних режимів і відведення теплоприпливів. Розрахунок необхідної холодопродуктивності машини починають із визначення суми всіх теплоприпливів за кожною камерою окремо, а потім за холодильником у цілому (калоричний розрахунок).

Загальна сума теплоприпливів включає такі:

- надходячі через огороження із зовнішнім вентиляційним повітрям;
- внесені із продуктами й тарою;
- надходячі за рахунок відкривання дверей, перебування людей у камерах, нагрівання ламп освітлення.

Визначивши суму теплоприпливів, вибирають охолоджувальну систему – безпосереднього або розсільного охолодження. Безпосереднє охолодження випарними батареями, у яких відбувається кипіння холодоагенту, більш поширене завдяки високій економічності, меншій громіздкості обладнання й можливості автоматизації процесів охолодження.

Проте в деяких випадках замість системи безпосереднього охолодження доцільно застосовувати розсільну систему охолодження, наприклад, в разі великого віддалення холодильних камер від машинного відділення за

необхідності забезпечення стабільного температурного режиму і якщо правилами техніки безпеки забороняється застосовувати безпосереднє охолодження.

Витрати на установлення й експлуатацію ропної системи охолодження виправдовують себе у великих холодильниках із кількістю камер більше чотирьох і необхідною холодопродуктивністю машин не менше 13 900 Вт або 12 000 ккал/год (з урахуванням перевідного коефіцієнта $1 \text{ Вт} = 0,86 \text{ ккал/год}$).

Розрахунок холодильної установки безпосереднього охолодження починають із угруповання холодильних камер із приблизно однаковими температурними режимами й величинами теплоприпливів. При цьому враховують, що на дві-чотири камери з однаковими умовами зберігання доводиться одна холодильна машина.

Необхідну холодопродуктивність машини для кожної групи камер визначають, виходячи з годинної витрати холоду й коефіцієнта робочого часу за формулою

$$Q_{ос} = \frac{\sum Q}{24 \cdot K_{рч}}, \quad (2.5)$$

де $\sum Q$ – сума теплоприпливів групи камер на добу згідно з калоричним розрахунком, Вт;

24 – тривалість доби, год;

K – коефіцієнт робочого часу машини.

Годинна витрата холоду визначається розподілом добової витрати холоду для групи камер за калоричним розрахунком на тривалість доби в годинах. Коефіцієнт робочого часу дорівнює відношенню часу роботи машини на добу до тривалості доби в годинах.

Оптимальним часом роботи великих холодильних машин вважають 20...22 год, невеликих – 16...17 год на добу, звідси значення коефіцієнта робочого часу, за якого завод-виготовлювач гарантує безперебійну роботу, який для великих машин дорівнює 0,85, для невеликих – 0,75.

У практичній роботі для визначення необхідної холодопродуктивності машини використовують наближений розрахунок за питомою витратою холоду на 1 м^2 площі охолоджуваних приміщень. Для камер із плюсовим температурним режимом він становить 75...83 ккал/год, або 90...100 Вт, для камер із температурним режимом зберігання мінус 8°C – 96...104 ккал/год, або 110...120 Вт.

Розрахунок проводять за формулою

$$Q_{ос} = \frac{F \cdot g}{K_{рч}}, \quad (2.6)$$

де F – охолоджувана площа, м^2 ;

g – питома витрата холоду на годину, Вт/м^2 ;

K – коефіцієнт робочого часу компресора.

Види холодильних і морозильних камер

Такі камери призначені для зберігання в складських приміщеннях магазинів запасів швидкопсувних продуктів протягом часу, що не перевищує припустимі строки зберігання (3...5 доби). Вони можуть бути *стаціонарними* й *збірними*.

Стаціонарні камери проектуються й будуються в складі торговельних будівель.

Збірні холодильні камери можуть установлюватися як на нових, так і на діючих підприємствах торгівлі, де будівництво стаціонарних камер є недоцільним або для цього немає відповідних умов.

2.3.1. Збірні холодильні камери

Збірні камери складаються із окремих щитів, обшитих із двох боків металевими листами, між якими знаходиться теплоізоляція (пінопласт або пінополіуретан). В охолоджуваному обсязі камер на бічних стінках установлені полки (грати) для продуктів. До стелі камер або до спеціальних штанг кріпляться гаки для підвішування м'ясних туш. Двері камери мають замок і ручку для відкривання зовні й зсередини. Ущільнювач дверей повинен щільно прилягати до дверного прорізу за всім його контуром, що зменшує теплові припливи.

Випарники розташовують під стелею камери. Під ними кріпиться піддон із трубкою для відведення конденсату при відтаванні випарника. Усередині камери є закритий світильник. Охолоджувальні агрегати встановлюють окремо біля камер.

Основні елементи корпусу холодильної камери: дверний блок, стінові й стельові панелі, підлогові панелі, кутові елементи.

Дверний блок являє собою 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.

Стінові й стельові панелі являють собою щити у вигляді тришарового «сандвіча» з теплоізоляцією. Зовнішнє й внутрішнє покриття виконані із пластику. Розміри панелей із кроком 0,4 м дозволяють вписати корпус у будь-який замкнутий обсяг.

Підлогові панелі аналогічні за своєю конструкцією стіновим. Вони захищені із двох сторін металом і витримують навантаження до 100 кг/см.

Кутові елементи призначені для з'єднання між собою елементів конструкції – підлогових і стінових панелей.

Холодильні камери можна встановлювати як на відкритих площадках, так і усередині приміщення.

Лицювальний матеріал – алюміній, сталь із гальванічним покриттям, оцинкована сталь. Панелі корозійностійкі. Двері одно- і двостулкові, ковзні. У середині камери є кнопка екстреного відкривання дверей. Підлога усередині камери має антиковзне покриття.

Усі панелі мають теплоізолюючий 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 двохшвидкісні.

2.3.2. Збірні холодильні камери ІРБІС товщиною 80 мм

Збірні низько- і середньотемпературні холодильні камери з товщиною ізоляції 80 мм призначені для зберігання продуктів за температур від 0...+7°C до -18°C (рис. 2.30).



Рисунок 2.30 – Загальний вигляд збірних камер ІРБІС

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, маючи мінімальний запас панелей на складі (табл. 2.27).

Ізоляція холодильних камер

Пінополіуретан, щільність не менше 45 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності – 0,018...0,025 Вт/м К; товщина панелі 80 мм.

Поверхня холодильних камер

Зовні й усередині 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 й кути обробляються силіконовим герметиком.

З'єднання холодильних камер

Всі елементи з'єднуються за допомогою вбудованих ексцентрикових кріпкових 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 фірми FERMOD, Франція. 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 виробництва FERMOD.

1. Еластичні смугові завіси.
2. Протиковзні підлоги.
3. Стелажі.
4. Пандус.
5. Клапан вирівнювання тиску.

Складання холодильних камер

Стіни оформлюються чотирма кутовими панелями шириною 1180 мм, а форма й розміри (обсяг) холодильних камер змінюються шляхом додавання стандартних стінових панелей шириною 1125 і 562 мм (рис. 2.31). Довжина панелі визначається зовнішньою висотою збірної холодильної камери: 2090мм для висоти 2200 мм, 2610 мм для висоти 2720 мм. Підлога й стеля, залежно від габаритних розмірів, збираються зі спеціальних панелей, конструкція й кількість яких наведені в табл. 2.27. При цьому для збірних холодильних камер

обсягом 4,8 і 6,0 м³ як підлога (стелі) використовується по одній панелі розмірами 1235×2360 або 1235×2922 відповідно.

У збірних холодильних камерах обсягом від 7,3 м³ підлога (стеля) завжди збирається з однієї кутової панелі шириною 1180 мм і однієї кутової панелі шириною 617 мм. Таким чином, найменший розмір підлоги (стелі) холодильної камери складе 1797 мм = 1180+617 мм.

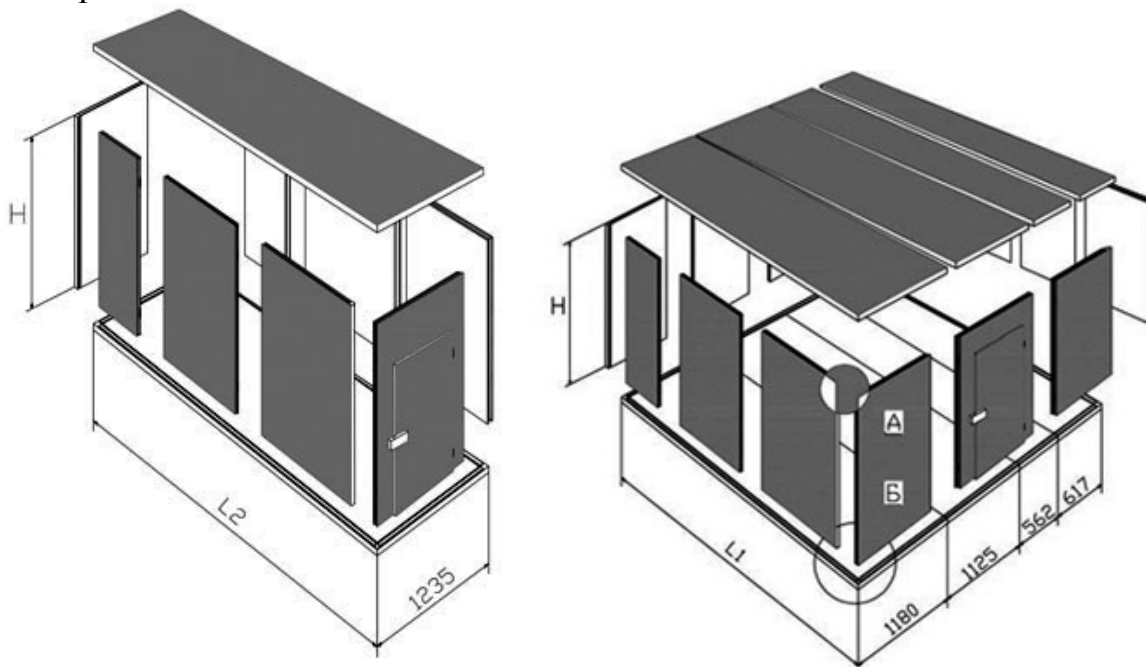


Рисунок 2.31 – Збірні середньо- і низькотемпературні холодильні камери з товщиною ізоляції 80 мм

Таблиця 2.27 – Перелік стандартного ряду збірних холодильних камер

№ з/п	Зовнішні габарити, S×	Висота Н=220 см		Висота Н=272 см	
		Найменування	Обсяг	Найменування	Обсяг
1	2	3	4	5	6
1	123'236	КХ-4,8-22	4,8	КХ-6-27	6
2	123'292	КХ-6-22	6	КХ-7,5-27	7,5
3	180'236	КХ-7,3-22	7,3	КХ-9,1-27	9,1
4	180'292	КХ-9,2-22	9,2	КХ-11,5-27	11,5
5	180'348	КХ-11,1-22	11,1	КХ-13,9-27	13,9
6	236'236	КХ-9,9-22	9,9	КХ-12,4-27	12,4
7	236'292	КХ-12,4-22	12,4	КХ-15,5-27	15,5
8	236'348	КХ-14,9-22	14,9	КХ-18,6-27	18,6
9	236'405	КХ-17,4-22	17,4	КХ-21,8-27	21,8
10	236'461	КХ-20-22	20	КХ-25-27	25
11	292'292	КХ-15,5-22	15,5	КХ-19,4-27	19,4
12	292'348	КХ-18,7-22	18,7	КХ-23,4-27	23,4
13	292'405	КХ-21,8-22	21,8	КХ-27,2-27	27,2
14	292'461	КХ-25-22	25	КХ-31,2-27	31,2

Продовження табл. 2.27

1	2	3	4	5	6
15	292'517	КХ-28,2-22	28,2	КХ-35,2-27	35,2
16	292'573	КХ-31,4-22	31,4	КХ-39,2-27	39,2
17	348'348	КХ-22,5-22	22,5	КХ-28,1-27	28,1
18	348'405	КХ-26,3-22	26,3	КХ-32,9-27	32,9
19	348'461	КХ-30,1-22	30,1	КХ-37,6-27	37,6
20	348'517	КХ-33,9-22	33,9	КХ-42,4-27	42,4
21	348'573	КХ-37,7-22	37,7	КХ-47,1-27	47,1
22	405'406	КХ-30,7-22	30,7	КХ-38,4-27	38,4
23	405'461	КХ-35,1-22	35,1	КХ-43,9-27	43,9
24	405'517	КХ-39,7-22	39,7	КХ-49,6-27	49,6
25	405'573	КХ-44,1-22	44,1	КХ-55,1-27	55,1
26	461'461	КХ-40,2-22	40,2	КХ-50,2-27	50,2
27	461'517	КХ-45,4-22	45,4	КХ-56,8-27	56,8
28	461'573	КХ-50,6-22	50,6	КХ-63,2-27	63,2
29	517'517	КХ-51,2-22	51,2	КХ- 64-27	64
30	517'573	КХ-56,9-22	56,9	КХ-74,5-27	74,5
31	573'573	КХ-63,3-22	63,3	КХ-79,1-27	79,1

Збільшення обсягу збірної холодильної камери за довжиною досягається шляхом додавання прохідних панелей підлоги (стелі) шириною 1125 і 562 мм, які під час складання укладаються між кутовими панелями. Довжина панелей підлоги (стелі) визначається за наведеним в таблиці габаритним розміром 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 стягають між собою за допомогою замків.

3. На зібрану підлогу встановлюють стінові панелі, починаючи від кута збірної холодильної камери, панель дверного блока, стягають їхніми замками між собою й пристиковують до підлоги.

4. Зібрані стіни холодильної камери накриваються панелями стелі й також стягаються замками до стінових панелей і між собою.

5. Після закінчення складання холодильної камери стики панелей обробляють силіконовим герметиком.

2.3.3. Збірні морозильні камери ІРБІС товщиною 100 мм

Збірні промислові морозильні камери стандартного ряду з товщиною ізоляції 100 мм призначені для зберігання продуктів за низьких (до мінус 24°C) температур.

Промислові морозильні камери обсягом від 1,9 м³ і висотою від 2,2 м збираються з готових замкових панелей за профілем «шип-паз» із кріпленням стяжними замками, вмонтованими в ізоляцію. Модульна конструкція дозволяє змінювати обсяг і форму морозильної камери шляхом додавання стандартних панелей із кроком 562 і 1125 мм. Кути морозильних камер утворюються за допомогою кутових елементів 175 мм (рис. 2.32).

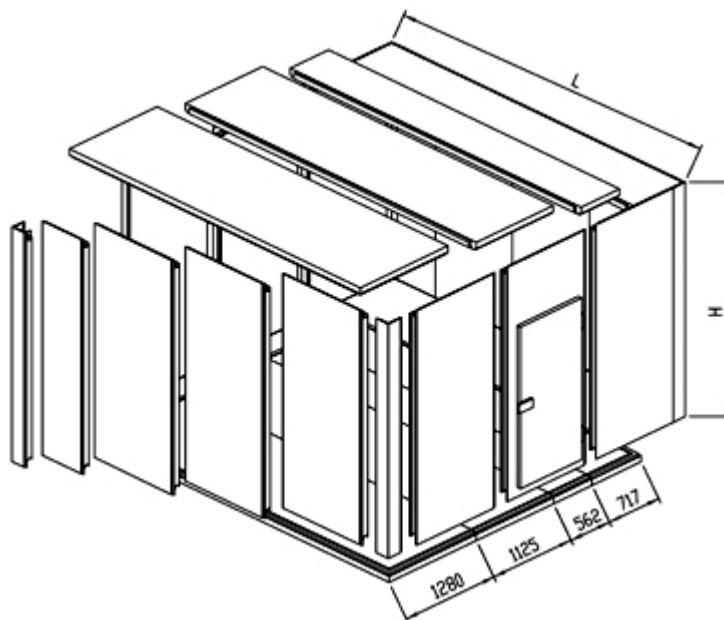


Рисунок 2.32 – Збірні морозильні камери з товщиною ізоляції 100 мм (низькотемпературні)

Конструкція панелей дозволяє складати морозильні камери без додаткових кріпильних пристосувань і елементів, що обрамляють, і виключає ділянки з відкритою піною. Під час складання морозильних камер у стики панелей із двох боків прокладається герметик-ущільнювач, що не твердіє; панелі між собою стягаються замками, отвори для ключів закриваються пластмасовими заглушками.

Замкові сендвіч-панелі, використовувані для виготовлення підлог морозильних камер, мають непофарбоване оцинковане внутрішнє покриття товщиною 1,2 мм. Товщина внутрішнього покриття стельових сендвіч-панелей морозильних камер дорівнює 0,55 мм.

Ізоляція

Пінополіуретан, щільність не менше 45 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності – 0,018...0,025 Вт/м К; товщина панелі 100 мм.

Поверхня

Морозильна камера має усередині й зовні покриття з пофарбованої оцинкованої сталі товщиною 0,55...0,8 мм, покритою захисною плівкою, що видаляється після монтажу.

Стики

Морозильна камера збирається таким чином, що стики елементів виконані без металевих з'єднань. Це запобігає утворенню «містків холоду» на бічних

поверхнях елементів (для цієї мети служить спеціальний профіль «шип» або «паз»). Після складання внутрішні стики стін із підлогою – стелею й кути обробляються силіконовим герметиком.

З'єднання

Усі елементи морозильної камери з'єднуються за допомогою убудованих ексцентрикових крючкових замків, виконаних із металу.

Підлога

Морозильна камера має підлогу з оцинкованої сталі товщиною 1,2 мм; припустимий тиск на яку може становити 20 кН/м².

Двері

Морозильні камери комплектуються розстібними (з фальцами) дверима, виготовленими з використанням фурнітури фірми FERMOD, Франція. Розташування петель на розстібних дверях ліве або праве. Запірний пристрій оснащений убудованою системою аварійного виходу. Морозильні камери комплектуються теном обігріву периметра дверей й двокамерним ущільнювачем виробництва FERMOD.

Складання морозильних камер

Стіни оформлюються чотирма кутовими елементами шириною 175 мм, а форма й розміри морозильних камер змінюються шляхом додавання стандартних стінових панелей шириною 1125 і 562 мм (рис. 2.32). Довжина панелі визначається зовнішньою висотою морозильної камери: 2240 мм для висоти 2240 мм, 2760 мм для висоти 2760 мм.

Підлога й стеля, залежно від габаритних розмірів морозильної камери, збираються зі спеціальних панелей (табл. 2.28).

Таблиця 2.28 – Перелік стандартного ряду збірних холодильних камер

№ з/п	Замкові камери стандартного ряду Н = 2240 мм			Замкові камери стандартного ряду Н = 2760 мм		
	Найменування	Зовнішні розміри камери		Найменування	Зовнішні розміри камери	
		Ширина, см	Довжина, см		Ширина, см	Довжина, см
1	2	3	4	5	6	7
1	КХН-1,9	913	1475	КХН-2,3	913	1475
2	КХН-2,7	913	2038	КХН-3,4	913	2038
3	КХН-3,5	913	2600	КХН-4,4	913	2600
4	КХН-4,3	913	3163	КХН-5,4	913	3163
5	КХН-3,3	1475	1475	КХН-4,2	1475	1475
6	КХН-4,8	1475	2038	КХН-6	1475	2038
7	КХН-6,2	1475	2600	КХН-7,8	1475	2600
8	КХН-7,7	1475	3163	КХН-9,7	1475	3163
9	КХН-9,2	1475	3725	КХН-11,5	1475	3725
10	КХН-6,9	2038	2038	КХН-8,6	2038	2038
11	КХН-9	2038	2600	КХН-11,3	2038	2600
12	КХН-11,1	2038	3163	КХН-13,9	2038	3163
13	КХН-13,2	2038	3725	КХН-16,6	2038	3725

1	2	3	4	5	6	7
14	КХН-15,3	2038	4288	КХН-19,2	2038	4288
15	КХН-11,8	2600	2600	КХН-14,7	2600	2600
16	КХН-14,5	2600	3163	КХН-18,2	2600	3163
17	КХН-17,3	2600	3725	КХН-21,7	2600	3725
18	КХН-20	2600	4288	КХН-25,1	2600	4288
19	КХН-22,8	2600	4850	КХН-28,6	2600	4850
20	КХН-25,5	2600	5413	КХН-32	2600	5413
21	КХН-17,9	3163	3163	КХН-22,5	3163	3163
22	КХН-21,3	3163	3725	КХН-26,7	3163	3725
23	КХН-24,7	3163	4288	КХН-31	3163	4288
24	КХН-28,1	3163	4850	КХН-35,3	3163	4850
25	КХН-31,5	3163	5413	КХН-39,5	3163	5413
26	КХН-25,3	3725	3725	КХН-31,8	3725	3725
27	КХН-29,4	3725	4288	КХН-36,9	3725	4288
28	КХН-33,4	3725	4850	КХН-42	3725	4850
29	КХН-37,5	3725	5413	КХН-47	3725	5413
30	КХН-34,1	4288	4288	КХН-42,8	4288	4288
31	КХН-38,8	4288	4850	КХН-48,7	4288	4850
32	КХН-43,5	4288	5413	КХН-54,6	4288	5413
33	КХН-44,1	4850	4850	КХН-55,4	4850	4850
34	КХН-49,5	4850	5413	КХН-62,1	4850	5413
35	КХН-55,4	5413	5413	КХН-69,6	5413	5413

Збільшення обсягу морозильної камери за довжиною досягається завдяки додаванню прохідних панелей підлоги (стелі) шириною 1125 і 562 мм, які під час складання морозильної камери укладаються між кутовими панелями. Довжина панелей підлоги (стелі) визначається за наведеним у таблиці габаритним розміром морозильної камери.

Порядок складання

1. Панелі підлоги укладаються на попередньо вивірену за рівнем горизонтальну поверхню, відхилення від площини не перевищує 5 мм за довжиною панелей 6 м.

2. Панелі морозильної камери з'єднують і стягують між собою за допомогою замків.

3. На зібрану підлогу встановлюють стінові панелі, починаючи з кутового елемента, і стягують замками між собою й до підлоги.

4. Зібрані стіни морозильної камери накриваються панелями стелі й також стягуються замками до стінових панелей і між собою.

5. Після закінчення складання морозильної камери стики панелей обробляють силіконовим герметиком.

2.4. Правила експлуатації, сервісне обслуговування та модернізація холодильного торговельного обладнання

2.4.1. Правила експлуатації та техніка безпеки

Термін служби торговельного холодильного обладнання й безвідмовність його роботи залежать від дотримання правил його експлуатації, підтримання чистоти, використання за прямим призначенням.

Основні умови безперебійної роботи холодильного обладнання такі:

- висока якість монтажу;
- кваліфіковане технічне обслуговування;
- виконання всіх правил експлуатації персоналом магазину.

Монтаж, тобто підготовку до роботи й пуск холодильного обладнання, повинен проводити механік, що має посвідчення на право здійснення таких робіт і обслуговування холодильних агрегатів.

У період між технічним обслуговуванням і ремонтами персонал торговельного підприємства повинен здійснювати:

- контроль за станом виробу, правильним його завантаженням і установленням щитків, системою відведення конденсату;
- візуальний огляд машинного відділення, за якого перевіряється герметичність трубопроводів (поява слідів масла в рознімних з'єднаннях указує на витік холодоагенту);
- щоденне чищення й просочення виробу після закінчення роботи;
- видалення снігової шуби (шару інею товщиною більше 3 мм);
- візуальний контроль за температурою в охолоджуваному обсязі за термометром.

Від якості виконання персоналом цих обов'язків значною мірою залежить надійність роботи обладнання й зниження витрат на його експлуатацію.

Торговельне холодильне обладнання встановлюють у сухому, найбільш холодному місці приміщення. Для нормальної й економічної роботи холодильне обладнання варто встановлювати в місцях, не підданих прямій дії сонячних променів, і якнайдалі, але не менш 2 м від опалювальних приладів і інших джерел тепла. Не рекомендується відкривати дверцята вбік потоку теплого повітря.

Під час розміщення обладнання необхідно, щоб до конденсатора агрегату забезпечувався вільний доступ повітря, тому він повинен бути встановлений на відстані не менш 0,2 м від стіни. Обладнання з убудованим агрегатом також повинне мати вільний доступ повітря до ґрат машинного відділення.

Обладнання необхідно підтримувати в чистоті. Зовнішню його частину треба періодично протирати злегка вологою фланеллю й витирати насухо. Внутрішні стінки щотижня необхідно промивати з милом, потім ополіскувати чистою водою й насухо витирати.

Щоб мінімізувати втрати холоду розсувні стулки вітрин і прилавків, двері холодильних шаф і камер рекомендується відкривати тільки за потреби й на короткий строк.

У вітринах, шафах продукти укладають із зазором, щоб відстань до стекол або стінок була не менше 40 мм. Недотримання цієї вимоги негативно впливає на температурний режим.

Чим нижча температура навколишнього повітря, тим нижчий тиск конденсації й, отже, вища холодопродуктивність установки й більш економічна її робота. Гранично припустима температура повітря, що оточує холодильну машину, – +32...35°C, для південних районів – +38...40°C. За більш високої температури повітря тиск конденсації досягає встановленої верхньої межі й моноконтролер автоматично виключає агрегат.

Приміщення, у яких установлюють збірні камери, повинні бути просторими й мати висоту не менше 2,3 м. У разі установки камер на верхніх поверххах варто перевірити міцність міжповерхових перекриттів, тому що за повного їх завантаження чиниться значний тиск.

При порушенні нормальної роботи холодильного обладнання необхідно негайно виключити електродвигун компресора й викликати механіка, що обслуговує холодильну установку.

Під час експлуатації холодильного обладнання забороняється:

- допускати сторонніх осіб до огляду, ремонту холодильної машини й регулювання приладів автоматики, а також виконувати ці роботи самостійно;
- доторкатися до частин, що рухаються, холодильного агрегату під час роботи й автоматичної зупинки;
- не виключивши компресор, перекидати воду, що охолоджує конденсатор холодильних машин;
- видаляти іній з випарника механічним способом (за допомогою шкребків, ножів та ін. предметів);
- захаращувати холодильний агрегат і проходи до нього сторонніми предметами, що утрудняють технічний огляд і перевірку його роботи, а також перешкоджати нормальній циркуляції повітря, що охолоджує конденсатор;
- включати холодильну машину при знятих з агрегату кришці магнітного пускача, клемній колодці електродвигуна, регулятора тиску й інших приладів.

Надійна й довговічна робота холодильної машини багато в чому залежить від дотримання працівниками магазину перерахованих нижче основних правил експлуатації холодильного обладнання:

- завантажувати обладнання продуктами треба тільки за досягнення нормального температурного режиму;
- кількість продуктів, що завантажуються, не повинна перевищувати припустиму норму одноразового завантаження обладнання;
- для вільного руху холодного повітря й кращого, рівномірного охолодження продуктів їх укладають або підвішують нещільно між собою на відстані від стінок 8...10 см;
- не можна зберігати продукти на випарниках, покривати ґратчасті полиці й продукти папером, целофаном тощо, тому що це порушує нормальну циркуляцію повітря й погіршує умови охолодження продуктів;

– не допускається зберігання в охолоджуваному обладнанні сторонніх предметів;

– варто уникати спільного зберігання різнорідних продуктів, що передають один одному запах (наприклад, оселедця й вершкового масла);

– закриті двері холодильного обладнання за всім периметром повинні бути щільно притиснуті до корпусу, відкривати їх треба як можна рідше й на короткий строк;

– на випарнику не повинно бути інею, між його ребрами вільно циркулює холодне повітря. Великий шар інею сповільнює процес теплопередачі, тому температура в охолоджуваному об'єкті й тиск у випарнику підвищуються, і холодильна машина працює безупинно, не вимикаючись;

– для відтавання інею в неавтоматизованих установках холодильну машину відключають, камеру звільняють від продуктів, дверцята залишають відкритими, поки весь іній не стане. Після його видалення внутрішні поверхні шафи повинні бути насухо протерті й провітрені.

Ці правила відтавання інею не стосуються холодильних пристроїв, у яких передбачається відтавання за допомогою електронагрівників або обладнаних примусовою циркуляцією охолодженого повітря.

Нижче перераховані причини, що негативно впливають на працездатність обладнання.

1. Використання холодильного обладнання в перенапруженому режимі. У першу чергу це стосується холодильних вітрин, що служать для демонстрації товару, а не для його зберігання. Перезавантаження вітрин за рівнем викладення товару в демонстраційному обсязі веде до перенапруженого режиму роботи агрегату, що зменшує строк його служби. Висота завантаження під час викладення товару в холодильних або морозильних вітринах не повинна перевищувати 150 мм над рівнем піддона.

2. Практично все холодильне обладнання розраховане на роботу за температури навколишнього повітря до 25°C. У літніх умовах температура в торговельних приміщеннях доходить до 30°C і вище. Це також негативно впливає на роботу агрегату. Економія на установці додаткових вентиляційних систем або систем кондиціювання може привести до виходу з ладу холодильного обладнання.

3. Нерегулярність проведення профілактичних робіт. Це особливо характерно для весняно-літнього періоду, коли тополиним пухом і пилом забивається машинне відділення. Дотримання правил експлуатації холодильних установок і техніки безпеки сприяє надійній роботі обладнання й запобігає нещасним випадкам.

Для працівників торгівлі повинен бути проведений спеціальний вступний інструктаж із правил техніки безпеки, експлуатації автоматичних хладонових холодильних установок, електробезпечності й порядку надання першої допомоги в разі нещасного випадку. Не рідше одного разу в 6 місяців повинен проводитися інструктаж на робочому місці.

Поблизу холодильного агрегату на видному місці вивішують інструкцію з експлуатації холодильних установок.

До проведення монтажних робіт і обслуговування холодильного обладнання допускаються тільки особи, спеціально навчені, що мають диплом майстра з холодильної техніки.

Правила техніки безпеки забороняють експлуатувати холодильні установки, що не мають захисного заземлення електродвигунів. Небезпечно користуватися холодильною установкою, якщо відкриті струмонесучі частини її електричних приладів, не захищені обертові частини обладнання й частини, що рухаються. Забороняється експлуатувати обладнання з несправними приладами автоматики, доторкатися до частин, що рухаються, включеного в мережу агрегату незалежно від того, перебуває він у роботі або в періоді автоматичної зупинки.

Варто уникати потрапляння на шкіру холодоагентів, тому що через низьку температуру випару в атмосферних умовах вони викликають опік. Вдихання парів холодоагентів може мати шкідливий наслідок для здоров'я. У разі виявлення значного витоку холодоагенту треба негайно включити вентиляцію або відкрити вікна й двері для провітрювання приміщення. Під час роботи з холодоагентом або обладнанням, ним наповненим, потрібно мати захисні окуляри й гумові рукавички. Робота з відкритим полум'ям або іншими гарячими поверхнями під час контакту з холодоагентом може бути причиною хімічної реакції з виділенням шкідливих парів.

Робота компресора допускається тільки з холодоагентом, зазначеним виробником. Забороняється викид холодоагентів у атмосферу. У разі потрапляння холодоагенту в машинне приміщення утрудняється пошук витоку за допомогою детектора.

Перед підключенням компресора до мережі також необхідно перевірити електричні показники двигуна й наявність заземлення. Варто враховувати, що корпус компресора може мати температуру до 100°C.

2.4.2. Сервісне обслуговування торговельного холодильного обладнання

Торговельне холодильне обладнання вимагає високоякісного технічного обслуговування, так званого сервісного обслуговування.

Основною відмінністю його від побутового холодильника є вага й габарити. За схожості системи й принципів дії саме вага й габарити виробу впливають на його надійність. Навіть якщо обладнання із заводу вийшло справним, що підтверджено ВТК у паспорті виробу, вібрація й трясіння під час перевезення, поштовхи й удари при кантуванні, навантаженні й розвантаженні можуть привести до обривів і поломки капілярних трубок або місць з'єднання, що забезпечують циркуляцію холодоагенту в системі. Наслідком може стати витік холодоагенту й перегрів двигуна.

Поломка виробу в перший момент включення може відбутися, якщо весь холодоагент витік відразу або поступово. Перевірити це за допомогою спеціального приладу – перше завдання фахівця після розпакування обладнання.

Крім того, холодильна установка вітчизняного виробництва містить терморегулювальний вентиль (ТРВ), що у режимі транспортування переводиться в стан «закрито» і вимагає регулювання після включення на потрібну споживачеві температуру. Регулювання ТРВ – друге завдання фахівця.

Наведені приклади говорять про те, що як вітчизняне, так і імпордне обладнання під час запуску виробу в експлуатацію вимагають до себе кваліфікованого підходу з боку фахівця-механіка, у завдання якого входить забезпечення наявності холодоагенту в системі, відкриття й регулювання ТРВ, дозуправлення холодоагентом (якщо потрібно), герметизація місць витoku й тільки потім запуск обладнання в експлуатацію.

Крім цих необхідних заходів, особливо для вітчизняного обладнання, залежно від напруги живлення (220 В або 380 В), необхідне підключення кабелю живлення, що не завжди входить до комплекту виробу.

Це теж повинен робити фахівець. Під час купівлі обладнання в будь-якій фірмі сумлінний продавець повинен обов'язково попередити клієнта про умови гарантій на проданий виріб. Такими умовами можуть бути:

на вітчизняне обладнання:

- гарантії заводу-виготовлювача за умови монтажу й пусканалагоджувальних робіт спеціалізованими сервісними організаціями, що мають ліцензію заводу;

- гарантії фірми-продавця за умови монтажу й пусканалагоджувальних робіт своїми фахівцями (якщо ця фірма має ліцензію заводу-виготовлювача) або ліцензованою спеціалізованою фірмою-партнером за договором;

на імпордне обладнання:

- без гарантії;
- заміна виробу цілком або деталей, що вийшли з ладу, протягом 10 днів від дня продажу, за відсутності монтажу фахівцями даної фірми;
- повний строк гарантії, якщо монтаж, пуск, налагодження й подальше технічне обслуговування проводять фахівці фірми-продавця.

Практично у всіх випадках умовою надання гарантій є проведення пусканалагоджувальних робіт спеціалізованими організаціями. Це положення юридично впливає з Інструкції про порядок приймання продукції виробничо-технічного призначення й товарів народного споживання за якістю, що регулює взаємини між виробником, продавцем і споживачем продукції виробничо-технічного призначення, до якого відноситься торговельне холодильне обладнання.

Одне з положень Інструкції говорить: «Виготовлювач (постачальник) зобов'язаний за свій рахунок усунути дефекти, виявлені в продукції протягом гарантійного строку, або замінити продукцію, якщо не доведе, що дефекти виникли в результаті порушень покупцем (одержувачем) правил експлуатації продукції або її зберігання».

Правила експлуатації наведені в технічному паспорті на виріб або в інструкції з його експлуатації.

У цих документах звичайно присутня така фраза: «Завод-Виготовлювач гарантує усунення дефектів виготовлення за умови проведення монтажних і пуско-налагоджувальних робіт спеціалізованими організаціями, що мають ліцензію заводу-виготовлювача. Це правило (гарантія усунення дефектів) не поширюється на ті випадки, коли виріб вийшов з ладу з вини власника обладнання в результаті недотримання вимог експлуатаційної документації (тобто залучення до монтажу неліцензованих організацій)».

Це фактично дозволяє виробникові не приймати претензій до якості роботи його обладнання, якщо монтаж, пуск і налагодження здійснювали не фахівці, кваліфікація яких і право на проведення таких робіт не підтверджені відповідними документами (сертифікатом, ліцензією).

Крім необхідності проведення пусконалагоджувальних робіт у технічних паспортах на вироби передбачений і такий вид спеціалізованих робіт, як технічне обслуговування в період експлуатації. За регламентом фахівець-механік повинен не рідше одного разу у квартал проводити комплекс заходів, пов'язаних з очищенням машинного відділення, дозаправленням системи (якщо потрібно), санітарною обробкою елементів системи, регулюванням режимів роботи обладнання залежно від умов зовнішнього середовища й тощо. Ці роботи завжди були й залишаються необхідною умовою підтримання працездатності обладнання, за яку необхідно платити.

Технічне обслуговування й ремонт холодильного обладнання повинні проводитися спеціалізованими ремонтно-монтажними фірмами, що мають ліцензію на право проведення таких робіт.

Для безвідмовної роботи обладнання рекомендується не рідше одного разу на місяць проводити технічне обслуговування й кожні 6 місяців – поточний ремонт.

Особливу увагу потрібно звернути на обов'язкове заземлення холодильних агрегатів і пускових приладів. Заземлення повинне періодично перевірятися.

Технічне обслуговування (на прикладі вітчизняного обладнання) – це:

- перевірка комплектності й технічного стану виробу. Шляхом зовнішнього огляду перевіряють наявність складових частин виробу, усувають провисання проводів, зміцнюють зливальний шланг і втулки, щиток випарника й огороження машинного відділення;
- перевірка надійності кріплення й відсутності механічних ушкоджень захисного заземлення (занулення);
- огляд електроапаратури, приладів автоматики й затягування електроконтактних з'єднань;
- перевірка положення регулювального гвинта автоматичного вимикача (здійснюється візуально);
- перевірка роботи освітлення (зводиться до трикратного включення й вимикання тумблера «світло»);
- перевірка роботи системи відтавання випарника й стоку конденсату (здійснюється натисканням кнопки терморегулятора до упору);

- очищення від пилу й бруду конденсатора холодильної машини;
- перевірка герметичності холодильної системи (у місцях зварених і рознімних з'єднань);
- перевірка температурного режиму і його настроювання (зводиться до виміру температури в центрі охолоджуваного обсягу).

Поточний ремонт включає:

- проведення робіт, передбачених технічним обслуговуванням;
- перевірку контактів магнітного пускача й контактних з'єднань;
- очищення конденсатора холодильного агрегату від забруднень;
- перевірку опору між затискачем «земля» і металевими частинами шафи, які в результаті порушення ізоляції можуть виявитися під напругою;
- за результатами дефектації: заміну або ремонт осушувача й приладів автоматики.

2.4.3. Модернізація торговельного холодильного обладнання

Вимоги до якості торговельного холодильного обладнання. За останні роки на прикладі торговельного холодильного обладнання в черговий раз доведено закон діалектики: «устояна система через руйнування відтвориться на новому витку». Усяка устояна система створює ілюзію можливості збереження вічної стабільності, досягнутої без додавання додаткових зусиль.

Наступає момент межі стабільності – це відсутність витрат розвитку, модернізації, і система починає руйнуватися по ланцюжку, ланка за ланкою.

Прикладом такого явища може служити якість продукції виробничо-технічного призначення, і зокрема торговельне холодильне обладнання. Неминучість руйнування старої версії якості й необхідність відтворення нової в інших економічних умовах у наявності. Мова йде про найбільш важливу ланку в системі – якості продукції й експлуатації, що забезпечується й виробничими ремонтно-сервісними підприємствами.

Якість такого складного технічного виробу, як торговельне холодильне обладнання, залежить від багатьох факторів, а саме від якості:

- матеріалів і комплектуючих від постачальників;
- виробництва й складання, що залежить від технічного рівня виробництва й кваліфікації робітників;
- тари й упакування, які забезпечують збереження виробу під час транспортування, вантажно-розвантажувальних робіт і складування;
- пусконаладжувальних і сервісних робіт, що обумовлюється технічним рівнем сервісних центрів і кваліфікацією монтажників;
- експлуатації, що забезпечується загальною культурою торгівлі.

Якщо за всім ланцюжком немає збоїв, то можна бути впевненим, що обладнання прослужить довго, виконуючи свою основну функцію й не вимагаючи непомірних додаткових витрат на обслуговування та ремонт.

Проте ці заходи починаються не в момент поломки обладнання в споживача, а в момент процесу його виробництва й пуску в експлуатацію.

У роботі супермаркетів, особливо в останні роки, спостерігаються великі зміни. Вони полягають у тому, що на сьогодні пред'являються підвищені вимоги до їхнього технічного оснащення з боку екологічної безпеки, поліпшення умов зберігання, збереження якості харчових продуктів.

З одного боку, споживач пред'являє усе більш високі вимоги, необхідне нове холодильне обладнання й збільшення його кількості. З іншого – варто враховувати вимоги екології, нормативи й обмеження, що стосуються температур зберігання харчових продуктів, енергоспоживання й застосування холодоагентів у холодильних установках.

Новою ініціативою Євросоюзу стала вимога, щоб супермаркети документально реєстрували рівень і коливання температури в холодильних камерах обсягом більше 10 м³. Запропоновано реєструвати температуру кожні 4 години й зберігати ці записи протягом року. Всі зареєстровані дані варто зберігати в персональному комп'ютері в кабінеті директора супермаркету й щомісяця роздруковувати.

У Великобританії ці вимоги поширені й на дрібні торговельні підприємства, що продають швидкопсувні продукти, які зберігають охолоджені й заморожені продукти в торговельному холодильному обладнанні й стаціонарних охолоджуваних камерах.

Ці правила й норми підвищують вимоги, пропоновані до роботи й регулювання холодильних установок. Тому фірми, що виробляють холодильне обладнання, часто зіштовхуються з потребою більш точного регулювання й забезпечення документування роботи холодильних установок.

Інша проблема, пов'язана з експлуатацією холодильного обладнання, – руйнування озонового шару й парниковий ефект.

Відомо, що для вирішення першої проблеми здійснюється переведення всіх холодильних установок у супермаркетах на озонобезпечні холодоагенти.

Дискусії про парниковий ефект привернули додаткову увагу до енергоспоживання супермаркетів і необхідності його скорочення.

У Данії було проаналізоване енергоспоживання супермаркетами з метою диференціювання витрат електроенергії на освітлення, опалення й охолодження. З'ясувалося, що в супермаркеті торговельною площею до 1200 м² на холодильні установки доводиться 64% загального обсягу енергоспоживання. Данія й інші європейські країни ввели податки на вуглекислий газ і на споживану електроенергію. Держава йде навіть на те, що з метою економії енергії надає субсидії на модернізацію холодильних установок, якщо супермаркет документально підтвердить, що це знижує витрати електроенергії.

Перед виробниками й постачальниками холодильного обладнання постали нові завдання у зв'язку із пред'явленням таких вимог до холодильного обладнання:

- забезпечення безпеки зберігання їжі, захист від зовнішніх факторів і збереження якості, створення оптимальних умов без великих температурних коливань;
- енергозбереження, тобто гарний захист від теплоприпливів і автоматизоване регулювання холодильної системи;

- відповідність нормативним вимогам до реєстрації температури;
- наявність перспективи можливої заміни холодоагенту;
- менша потреба в обслуговуванні, тобто надійна працездатність і довговічність холодильної системи.

Центр технічного обслуговування холодильного обладнання повинен мати телефонну лінію, підключену до персонального комп'ютера через модем і міжмережевий шлюз. Це дає можливість приймати сигнали із супермаркету й регулювати роботу холодильної установки дистанційно.

Нові конструктивні рішення. Підвищення технічного рівня торговельного холодильного обладнання вітчизняного виробництва до рівня світових зразків вимагає розробки й упровадження прогресивної технології виробництва, докорінного переоснащення заводів.

На сьогодні спостерігається перехід до більш високого рівня організації виробництва торговельного холодильного обладнання – виготовлення й постачання заводами моноблочних холодильних машин повної заводської готовності, включаючи систему автоматичного керування, контролю й захисту. Це дозволяє здійснювати випуск холодильних машин на підприємствах, оснащених удосконаленими технологічними лініями з висококваліфікованим персоналом.

Установлення в торговельному холодильному обладнанні моноблочних автоматизованих машин має такі переваги:

- автоматизація процесів охолодження, відтавання випарників і регулювання параметрів;
- зменшені маса й габарити;
- висока ремонтпридатність.

Ведеться розробка холодильного обладнання із застосуванням пінополіуретанової ізоляції. При цьому виникає можливість складання корпусів виробу з окремих панелей, що значно спрощує конструкцію холодильного обладнання й технологію його складання.

Широко поширюється принцип агрегування. У блоковому виконанні випускається більша номенклатура обладнання. Серед основних переваг автоматизованих блокових холодильних машин слід зазначити високий ступінь

- заводської готовності, що зводить до мінімуму монтажні роботи;
- автоматизації й надійності в роботі, що дозволяє значно знизити витрати на експлуатацію й обслуговування.

Ураховуються вимоги екології під час створення торговельного холодильного обладнання. Розвиток будь-якої галузі виробництва техніки залежить насамперед від потреб суспільства. Щодо цього прогноз для холодильної техніки більш ніж сприятливий. Немає ніякого сумніву в тому, що надалі буде відбуватися розвиток й удосконалювання всіх її напрямів.

Холодильна техніка як і раніше залишається базовою для зберігання, транспортування й обробки швидкопсувних харчових продуктів. Більш того, її значення зі збільшенням населення Землі (до 2025 р. до 8 млрд людей) буде неухильно рости.

Інші відомі області її застосування (кондиціонування повітря, медицина, хімічна промисловість, утилізація відходів) теж мають тенденцію до розвитку.

З екологічної точки зору будь-яка низькотемпературна холодильна техніка має як позитивний, так і негативний вплив на навколишнє середовище.

Позитивне значення її в тому, що холодильна техніка сприяє збереженню великої кількості швидкопсувної продукції. Негативний вплив на екологію пов'язаний з тим, що на експлуатацію витрачається більше 20% виробленої у світі енергії. Якщо ще врахувати витрати матеріалів і енергії на виготовлення обладнання, стає очевидним, що холодильна техніка, що повинна зберігати навколишнє середовище, одночасно сприяє його забрудненню.

Проте співвідношення корисного й шкідливого впливу холодильної техніки на екологію більш сприятливе, ніж в інших галузях. Завдання науково-технічного прогресу в найближчій перспективі полягають у тому, щоб максимально поліпшити це співвідношення. В остаточному підсумку така робота буде сприяти рішенню головної екологічної проблеми ХХІ ст. – забезпечення умов, за яких біосферні відбудовні процеси зможуть протидіяти негативному впливу техносфери.

Запитання до розділу

1. Назвіть способи холодопостачання торговельного холодильного обладнання.
2. Які ознаки покладено в основу класифікації торговельного холодильного обладнання?
3. В яких випадках доцільно застосовувати холодильні ларі?
4. За якими ознаками класифікують холодильні шафи?
5. Наведіть види холодильних вітрин та їх особливості.
6. Які є типи холодильних прилавків?
7. Чим прилавки-вітрини відрізняються від прилавків?
8. Яке обладнання називають бонетами? Як їх розрізняють за конструкцією?
9. У чому різниця між холодильними шафами та холодильними гірками?
10. Які особливості має торговельне холодильне зберігання?
11. Як проводять розрахунки потреби в охолоджувальній площі?
12. Які види холодильних камер ви знаєте? Наведіть їх конструктивні особливості.

РОЗДІЛ 3 ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОБУТУ

3.1. Класифікація холодильного обладнання для побуту

Сучасні побутові холодильники та морозильники – це складні прилади, що працюють у специфічних умовах – у житлових (кухонних) приміщеннях, тому до них висувають високі вимоги: функціонування в автоматичному режимі; мінімальний рівень шуму; високий рівень надійності; невеликі габаритні розміри за певної корисної місткості; невелика вартість і малі експлуатаційні витрати.

Розрізняють кілька типів холодильного обладнання для побуту.

За способом одержання холоду – компресійні, абсорбційні й термоелектричні (у маркуванні холодильників типи холодильних агрегатів позначаються першими великими літерами: К – компресійні, А – абсорбційні з електричним нагрівачем, АГ – абсорбційні з газовим нагрівачем, ТЕ – термоелектричні. Так позначають вітчизняні холодильники та вироблені в країнах СНД.

У побутових холодильниках установлюють найменші холодильні машини.

Компресійні холодильні машини відрізняються також ступенем герметизації. У побутових холодильниках уже багато років застосовують винятково герметичні холодильні агрегати. У них відсутні рознімні з'єднання зовнішніх частин. Всі окремі вузли з'єднані зовні зварюванням або пайкою.

Абсорбційні холодильні машини бувають безперервної й періодичної дії. Машини безперервної дії, у свою чергу, поділяють на насосні й безнасосні. Безнасосні машини називаються абсорбційно-дифузійними.

У побутових холодильниках абсорбційного типу використовують винятково абсорбційно-дифузійні машини (агрегати).

Холодильники поділяють за такими ознаками.

За холодильним агентом – фреонові (хладонові), аміачні та ін.

За холодопродуктивністю – малі, середні й великі.

За областю застосування розрізняють стаціонарні (кухонні й кімнатні) і переносні (термостати) побутові холодильники.

За призначенням:

- холодильники – прилади, що забезпечують зберігання продуктів в охоложеному та замороженому стані;
- морозильники – прилади, що забезпечують швидке заморожування продуктів із подальшим їхнім тривалим зберіганням;
- холодильники-морозильники – конструктивно об'єднані в один пристрій холодильник і морозильник, що мають автономні агрегати.

Відповідно до міжнародних і вітчизняних стандартів прийнятий розподіл холодильників на три категорії:

- для короткострокового (кілька днів) зберігання заморожених продуктів – температура не вище мінус 6°C;

– для середньострокового зберігання (до двох тижнів) – температура не вище мінус 12°C;

– для тривалого зберігання (до трьох місяців) – температура не вище мінус 18°C. Маркують холодильники однією, двома або трьома зірочками. Моделі із двома й трьома зірочками називаються двотемпературними. У США, Канаді й Австралії маркування зірочками не застосовується. За стандартами цих країн двотемпературні холодильники повинні забезпечувати в низькотемпературному відділенні температуру не вище мінус 15°C.

За енергоспоживанням. Енергоспоживання є однією з найважливіших характеристик побутової техніки. У 1992 р. з метою підвищення ефективності електропобутових приладів Європейським Співтовариством була прийнята директива 92/75/ ЕЕС, відповідно до якої із січня 1995 р. кожний прилад європейських виробників був зобов'язаний мати наклейку, що відображає його енергетичні характеристики. На цій наклейці класи енергоекономічності позначаються латинськими буквами від А – дуже економічного, до G – приладу з високою витратою електроенергії. Наклейки для кожного класу позначаються певним кольором: відтінками зеленого – класи А, В і С і далі в червону частину спектра до G.

Безперервне вдосконалювання побутової техніки протягом останнього десятиліття настільки «наблизило» продукцію основних фірм-виробників до вищої оцінки – класу А, що її значення девальвувалося. Так, до 2000 р. уже близько 20% проданих у Європі побутових холодильників мали клас енергоспоживання А, а в деяких країнах частка таких холодильників досягла 50%. Зниження ринкового статусу класу А змусило країни Євросоюзу прийняти в останні роки низку нових директив, що вводять додаткові градації енергоспоживання. Крім того, цими директивами класи енергоспоживання й відповідних наклейок були введені для тих категорій побутової техніки, до яких енергетичне маркування раніше не застосовувалося (духовки, побутові кондиціонери).

Директивою 2003/66/ЄС від 3 липня 2003 р. вводяться два нових класи енергоспоживання: А+ і А++, показані на рис. 3.1.

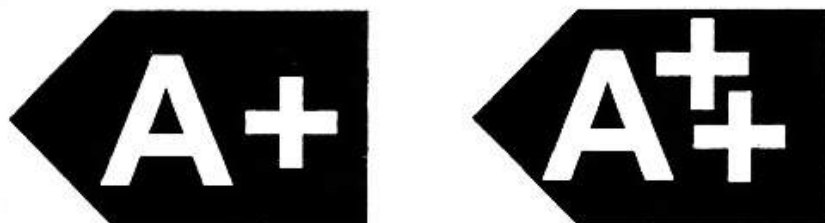


Рисунок 3.1 – Позначення енергоспоживання А+ і А++

Для визначення класу енергоспоживання холодильника його фактичне електроспоживання S , знайдене дослідним шляхом, відносять до так званого нормативного енергоспоживання S_0 , що обчислюється за формулою

$$S = M \cdot \sum_{\text{за всіма відділеннями}} \left(V \cdot \frac{(25 - T)}{20} \cdot FF \cdot CC \cdot BI \right) + N + CH, \quad (3.1)$$

де V – корисний обсяг кожного з відділень холодильника (л);
 T – температура в кожному з відділень (°C).

За допомогою поправкових коефіцієнтів ураховуються такі параметри холодильника, як кількість зірочок морозильної камери, тип виробу (горизонтальний або вертикальний морозильник, апарат, що стоїть окремо або убудований апарат), кліматичний клас, наявність системи No Frost, наявність зони нульової температури та ін. Значення коефіцієнтів M і N наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнтів M і N

Тип виробу	Мінімальна температура	M	N
Без зірочок	>-6°C	0,233	245
	≤-6°C	0,643	191
	≤-12°C	0,450	245
	≤-18°C	0,777	303
	≤-18°C	0,777	303
Вертикальний морозильник	≤-18°C	0,539	315
Горизонтальний морозильник	≤-18°C	0,472	286

Значення інших поправкових коефіцієнтів наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення поправкових коефіцієнтів

Поправочний коефіцієнт	Значення	Умова застосування коефіцієнта для різних виробів
FF	1,2	Вироби із системою No Frost
	1	Інші вироби
CC	1,2	Вироби кліматичного класу T
	1,1	Вироби кліматичного класу ST
	1	Інші вироби
BI	1,2	Убудовані вироби
	1	Інші вироби
CH	50 кВт·год/рік	Вироби з камерою нульової температури обсягом не менше 15 л
	0	Інші вироби

У табл. 3.3 наведені нові градації класів енергоспоживання холодильників.

Таблиця 3.3 – Нові градації класів енергоспоживання холодильників

Клас енергоспоживання	Відношення реального енергоспоживання холодильника С до нормативного енергоспоживання S
A++	<30%
A+	30...42%
A	42...55%
B	55...75%
C	75...90%
D	90...100%
E	100...110%
F	110...125%
G	>125%

За видом оформленням корпусу шафи холодильники бувають:

Ш – у вигляді напольної шафи,

С – у вигляді стола,

Н – у вигляді настінної кухонної полиці,

У – убудований. Убудовані або комбіновані холодильники з'єднуються з кухонним обладнанням.

Багатокамерні холодильники в одній шафі мають декілька ізольованих морозильних і холодильних камер. Кожна камера має свій температурний режим, який регулюється терморегулятором.

За ємністю холодильних камер побутові холодильники поділяють на:

– малі (40...160 л);

– середні (160...200 л);

– великі (200...380 л) ємності. Ємність холодильника, л, вказується в маркуванні після букв, що позначають тип холодильника й вид його шафи.

За кількістю холодильних камер у одній шафі розрізняють однокамерні, двокамерні холодильники та ін.

За здатністю працювати за максимальної температури навколишнього середовища холодильники поділяються на класи:

– SN, N – здатні працювати за температури не більше +32°C;

– ST – за температури не більше +38°C;

– T – за температури не більше +43°C;

морозильники та холодильники-морозильники:

– N – за температури не більше +32°C;

– T – за температури не більше +43°C.

За конструктивним виконанням двотемпературні холодильники бувають однокамерні, двокамерні та багатокамерні. У двокамерних є

теплоізоляційна перегородка між низькотемпературним і плюсовим відділеннями; кожне відділення має окремі двері. У багатокамерних холодильниках для зберігання різних продуктів є декілька (мінімум три) камер з окремими дверима.

Циркуляція повітря в камерах може здійснюватися природним шляхом, за допомогою вентилятора або комбіновано: у низькотемпературній камері примусовим способом, а в плюсовій – природним.

Холодильники із природною циркуляцією повітря можуть мати один (звичайна конструкція) або два випарники (конструкція з «плакучим» випарником).

У моделях із природною циркуляцією повітря низькотемпературна камера розташована вгорі; у холодильниках із примусовою циркуляцією вона може бути розміщена також унизу або поруч із плюсовою.

Холодильники розрізняються також за **способом відтавання** випарника: застосовують відтавання вручну, напівавтоматичне й автоматичне (частково або повністю). За першого способу споживач сам визначає момент початку та закінчення процесу, а також вручну видаляє талу воду. За напівавтоматичного споживач визначає тільки початок відтавання, закінчення процесу – автоматичне; тала вода видаляється вручну або автоматично через дренажну систему. Відтавання є автоматичним у тому випадку, якщо керування процесом і видалення талої води відбувається без участі споживача.

Частково автоматичне відтавання – це автоматичне відтавання однієї із двох охолодних поверхонь. Наприклад, випарник плюсового відділення відтає автоматично в кожному циклі, а випарник низькотемпературного відділення – вручну раз у кілька місяців. Повністю автоматичне відтавання – це автоматичне відтавання всіх охолодних поверхонь.

Повністю автоматизувати процес відтавання можна тільки в холодильниках із примусовою циркуляцією повітря, в інших конструкціях застосування автоматичної системи відтавання (через її часте спрацьовування) привело б до псування заморожених продуктів.

Застосовують три способи обігріву випарника під час відтавання: навколишнім повітрям; гарячою парою фреону, що подається компресором у випарник, минаючи конденсатор; електронагрівником. Під час відтавання вручну застосовується природний обігрів навколишнім повітрям, за напівавтоматичного й частково автоматичного – всі три види нагрівання. Природний обігрів випарника у випадку частково автоматичного відтавання відбувається протягом неробочої частини кожного циклу. За повністю автоматичного відтавання застосовується інтенсивний обігрів випарника гарячою парою фреону або електронагрівником.

Прийнята система охолодження, тобто наявність одного або двох випарників, природної або примусової циркуляції повітря, значною мірою визначає експлуатаційні й конструктивні особливості холодильників. Тому далі будуть розглянуті (як основні типи) холодильники з одним випарником, включаючи двотемпературні, холодильники із двома випарниками, а також холодильники із примусовою циркуляцією повітря.

3.2. Компресійні побутові холодильники

3.2.1. Конструкція компресійного холодильника

Основними структурними блоками холодильників (рис. 3.2) і морозильників є теплоізолювана шафа та холодильний агрегат (машина).

Шафа складається із зовнішнього 7 і внутрішнього корпусів, розділених теплоізоляційним шаром 9. Зовнішній корпус є несучим і являє собою зварену конструкцію з сталевого листа з низьким вмістом вуглецю товщиною 0,6...1,0 мм. Зовні корпус шафи покритий синтетичною емаллю. Внутрішній корпус утворює холодильну камеру 2. Він може бути металевий (сталь, алюміній) або пластмасовий (удароміцний полістирол). Внутрішня поверхня холодильної камери, виконана з низьковуглецевої сталі, покрита синтетичною емаллю.

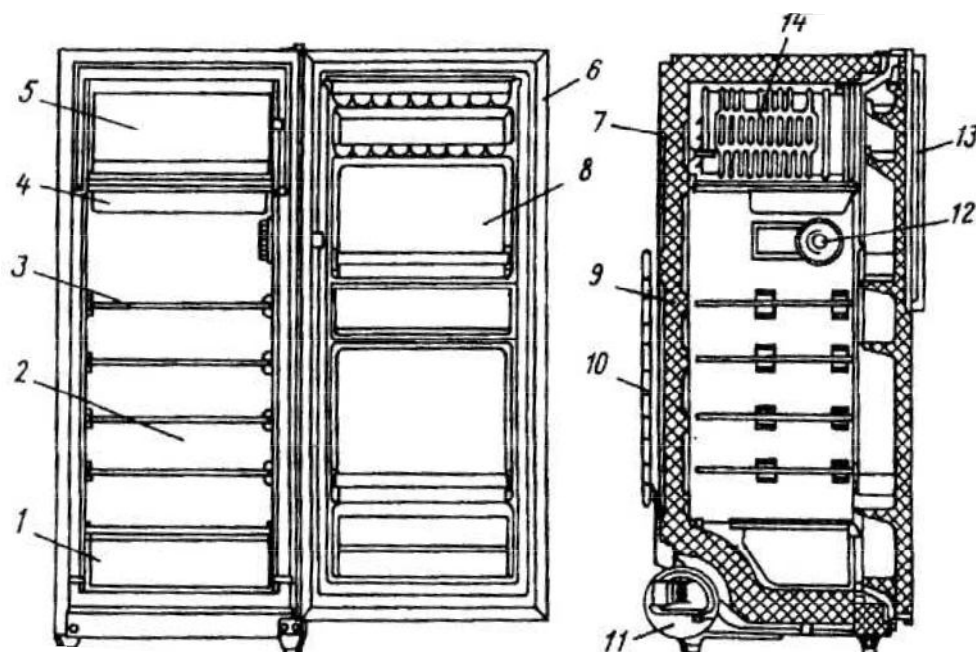


Рисунок 3.2 – Будова побутового компресійного холодильника: 1 – смінь для зберігання продуктів; 2 – холодильна камера; 3 – полиці; 4 – піддон; 5 – низькотемпературне відділення; 6 – ущільнювач; 7 – зовнішній корпус; 8 – двері; 9 – теплоізоляція; 10 – конденсатор; 11 – герметичний компресор; 12 – регулятор температури; 13 – ручка; 14 – випарник

Низькотемпературні камери багатокамерних холодильників і камери морозильників виконують зі сплаву алюмінію або сталі, стійкої до корозії. Металеві камери більш довговічні й гігієнічні, але збільшують масу холодильника й морозильника. Пластмасові камери більш технологічні у виготовленні й складанні, мають меншу теплопровідність і масу. Проте вони швидше втрачають товарний вигляд, менш міцні й довговічні порівняно з металевими. Шафа закривається дверима 8, що втримується в закритому положенні за допомогою затвора. Герметичність з'єднання корпусу шафи із дверима забезпечується ущільнювачем 6, закріпленим на внутрішній панелі дверей. У верхній зоні холодильної камери розміщується випарник 14.

Внутрішній обсяг випарника утворює низькотемпературне відділення 5. Під випарником перебуває піддон 4, що має вікна для циркуляції повітря. Нижня частина зовнішнього корпусу звичайно призначається для розміщення компресора 11 або частини апаратів абсорбційної машини. Для розміщення апаратів також використовується задня поверхня холодильної шафи; на рис. 3.2 на ній перебуває конденсатор 10.

Холодильна камера закривається дверима 8 з ручкою 13; щільність прилягання дверей забезпечуються гумовою окантовкою, що під час закривання притискається до передньої стінки шафи. У середині камери перебуває регулятор температури 12.

Корпус є несучою конструкцією, тому повинен бути досить твердим. Його виготовляють із листової сталі товщиною 0,6...1,0 мм. Герметичність зовнішньої шафи забезпечується пастою на основі хлорвінілової смоли. Поверхню шафи фосфотирують, потім ґрунтують і двічі покривають білою синтетичною емаллю або іншою фарбою за допомогою фарбопультів або в електростатичному полі.

Останнім часом для виготовлення корпусів холодильників все частіше застосовують удароміцні пластики. Завдяки цьому скорочується витрата металу й зменшується маса холодильного приладу.

Внутрішні шафи холодильників, або як їх ще називають, холодильні (морозильні) камери виготовляють зі сталевого листа товщиною 0,7...0,9 мм методом штампування та зварювання й емалюють гарячим способом силікатно-титановою емаллю.

Пластмасові камери виготовляють із АБС-пластику або удароміцного полістиролу методом вакуум-формування. АБС-пластик (акрілбутадієновий стирол) має високі механічні властивості й стійкість стосовно хладону (фреону).

Камери морозильників і низькотемпературних відділень холодильників металеві – з алюмінію або нержавіючої сталі. Сталеві камери більш довговічні, гігієнічні, але вони збільшують масу холодильника.

До переваг пластмасових камер відносяться технологічність виготовлення, малий коефіцієнт теплопровідності, менша маса. Проте такі камери швидше старіють, згодом втрачають товарний вигляд, менш довговічні й менш міцні порівняно з металевими.

Двері виготовляють зі сталевого листа товщиною 0,8 мм методом штампування й зварювання. У деяких моделях холодильників двері виготовлені з удароміцного полістиролу.

Двері холодильника складаються із зовнішньої та внутрішньої панелей, теплоізоляції між ними й ущільнювача. У більшості моделей холодильників передбачена можливість перенавішування дверей, тобто відкривання дверей зліва направо і справа наліво.

Двері холодильника повинні щільно прилягати до дверного прорізу, інакше тепле повітря буде проникати в камеру. Для забезпечення герметичності внутрішню сторону дверей за всім периметром окантовують магнітним ущільнювачем різного профілю.

Магнітні затвори являють собою еластичну магнітну вставку, поміщену в ущільнюючий профіль. Під час закріплення дверей вона щільно притягається до металевого корпусу. Виготовлені стрічки еластичного магніту намагнічують у магнітному полі.

Теплоізоляцію застосовують для захисту холодильної камери від проникнення тепла навколишнього середовища й прокладають по стінках, верху й дну холодильної шафи й холодильної камери, а також під внутрішньою панеллю дверей. Потрібно, щоб теплоізоляційні матеріали мали низький коефіцієнт теплопровідності, невелику об'ємну масу, малу гігроскопічність, вологостійкість, були вогнестійкими, довговічними, дешевими, біостійкими, не мали запаху, а також були механічно міцними. Для теплоізоляції шафи й дверей холодильників застосовують штапельне скловолокно, мінеральну повсть, пінополістирол і пінополіуретан.

Мінеральну повсть виготовляють із мінеральної вати шляхом її обробки розчинами синтетичних смол. Вихідною сировиною для одержання мінеральної вати є мінеральні породи (доломіт, доломітоглинистий мергель), а також металургійні шлаки.

Скляна повсть – різновид штучної мінеральної повсті. Вона складається з тонких (товщина 10...12 мкм) коротких скляних ниток, зв'язаних синтетичними смолами. Теплоізоляція зі скляної повсті й супертонкого волокна біостійка, не має запаху, має водовідштовхувальну властивість, зручно укладається й тому часто застосовується.

Пінополістирол – синтетичний теплоізоляційний матеріал. Він являє собою легку тверду пористу газонаповнену пластмасу з рівномірно розподіленими замкнутими порами. Теплоізоляцію з пінополістирола одержують спінюванням рідкого полістиролу безпосередньо в простінках холодильної камери й корпусу шафи холодильника.

Пінополіуретан – пінопласти дрібнопористої твердої структури, отримані шляхом спучування поліуретанових смол із застосуванням відповідних каталізаторів і емульгаторів. Для підвищення теплозахисних властивостей як спінювальний газ застосовують хладон – 11 та ін. Процес піноутворення й затвердіння піни відбувається протягом 10...15 хвилин за температури до 5°C.

Пінополіуретан має малу об'ємну масу, низький коефіцієнт теплопровідності, вологостійкий. Його можна спінювати безпосередньо в холодильній шафі. При цьому він рівномірно й без повітряних порожнин заповнює весь простір у простінках, добре склеюється зі стінками, підвищуючи міцність шафи.

Залежно від якості теплоізоляційних матеріалів товщина ізоляції в стінках шафи холодильника може бути від 30 до 70 мм, у дверей – від 35 до 50 мм. Заміна теплоізоляції зі скловолокна ізоляцією з пінополіуретану дозволяє за тих самих габаритів корпусу збільшити обсяг холодильника на 25%.

3.2.2. Робота холодильного агрегату

Холодильна камера побутового холодильника охолоджується внаслідок зміни агрегатного стану холодоагенту в системі герметичного холодильного агрегату, принцип дії якого полягає в такому. Пари хладону відсмоктуються з випарника 5 (рис. 3.3) компресором 1 і проходять усередині кожуха, охолоджуючи обмотку електродвигуна.

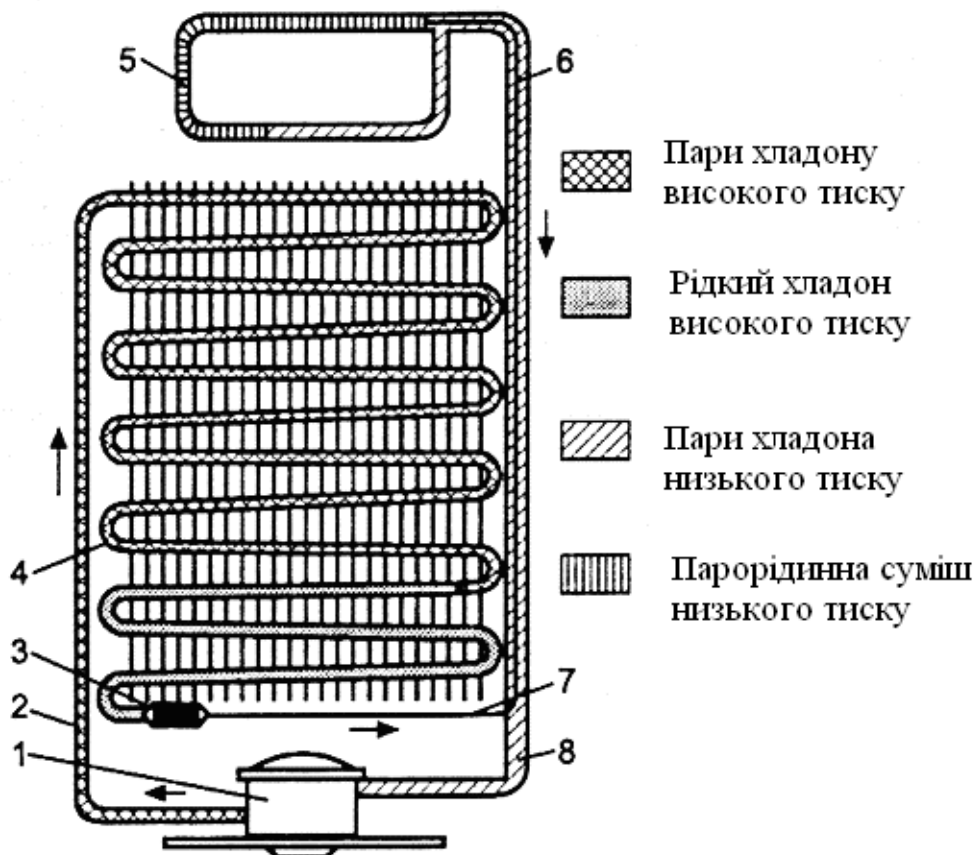


Рисунок 3.3 – Схема компресійного холодильного агрегату: 1 – компресор; 2 – нагнітальна трубка; 3 – фільтр; 4 – конденсатор; 5 – випарник; 6 – теплообмінник; 7 – капілярна трубка; 8 – усмоктувальна трубка

Стиснуті в компресорі пари холодоагенту нагнітальною трубкою 2 надходять в охолоджуваний навколишнім повітрям конденсатор 4. Тиск пари хладону в конденсаторі дорівнює 600...1050 кПа. У конденсаторі пари хладону переходять у рідкий стан, віддаючи тепло навколишньому середовищу. Рідкий хладон із конденсатора надходить через фільтр 3 у капілярну трубку (де відбувається його дроселювання) і потім у випарник. Капілярна трубка 7 створює необхідний для роботи перепад тиску між конденсатором і випарником. Тиск холодоагенту у випарнику знижується до 98 кПа. Рідкий хладон при низькому тиску кипить, відбираючи тепло від стінок випарника й повітря холодильної камери.

З випарника пари холодоагенту усмоктувальною трубкою 8 надходять у кожух компресора, й цикл повторюється. Холодні пари холодоагенту, проходячи з випарника в компресор усмоктувальною трубкою, охолоджують рідкий хладон, що надходить капілярною трубкою з конденсатора у випарник.

Теплообмінником 6 служить ділянка усмоктувальної й капілярної трубок, спаяних між собою. У деяких холодильниках капілярна трубка пропущена усередині усмоктувальної.

Компресор приводиться в рух убудованим однофазним електродвигуном змінного струму, що має робочу й пускову обмотки.

Для запуску електродвигуна й захисту його від струмових перевантажень застосовується пускозахисне реле. Задана температура в холодильній камері підтримується автоматично датчиком-реле температури. Електрична лампа накаливання для освітлення камери шафи включена в мережу паралельно ланцюгу двигуна й послідовно із дверним вимикачем. Під час відкриття дверей холодильника контакти вимикача замикаються, включаючи лампу незалежно від електродвигуна.

3.2.3. Комплектуючі побутових компресійних холодильників

Магнітний затвор являє собою еластичну магнітну вставку, поміщену в ущільнювальний профіль на внутрішній панелі дверей. Під час закривання дверей вона щільно притягається до металевого корпусу. Вихідною сировиною для одержання магнітних матеріалів служить ферит барію ВаО в суміші з каучуками або полівініловими й іншими смолами, що надають йому гнучкість. Виготовлені стрічки еластичного магніту намагнічують у магнітному полі. Вони мають залишкову магнітну індукцію 0,11...0,12 Т.

Притягаючи ущільнювач до шафи за всім периметром, магнітний затвор забезпечує гарне ущільнення та не вимагає зусиль для відкриття дверей, який необхідно перевіряти динамометром з погрішністю +1 Н. Динамометр прикріплюють до ручки на відстані, найбільш віддаленій від шарнірів. Зусилля при цьому повинне бути спрямоване перпендикулярно площині дверей.

Ущільнювачі

Для дверних ущільнювачів у холодильниках з магнітними затворами застосовують полівінілхлоридні й поліхлорвінілові ущільнювачі з магнітною вставкою й магнітні ущільнювачі з додатковими утримувачами.

У холодильниках з магнітним затвором ущільнювач притягається до шафи силою притягання магніту, при цьому профіль ущільнювача розтягується. Ущільнювач має два балони. Балон 2 (рис. 3.4) прямокутного перетину, у якому перебуває магнітна вставка 1, притискається передньою площиною до шафи. Товщина стінки балона істотно впливає на силу притягання ущільнювача й не перевищує 0,45 мм. Балон «гармошка» 3 служить для компенсації невеликого вільного ходу дверей. У вільному стані ущільнювача «гармошка» трохи стиснута й при відході дверей розтягується, перешкоджаючи відриванню ущільнювача від шафи. Для ефективної роботи профіль балона «гармошка» чинить невеликий опір розтягання, що забезпечується тонкими стінками балона, а також його відповідною конфігурацією.

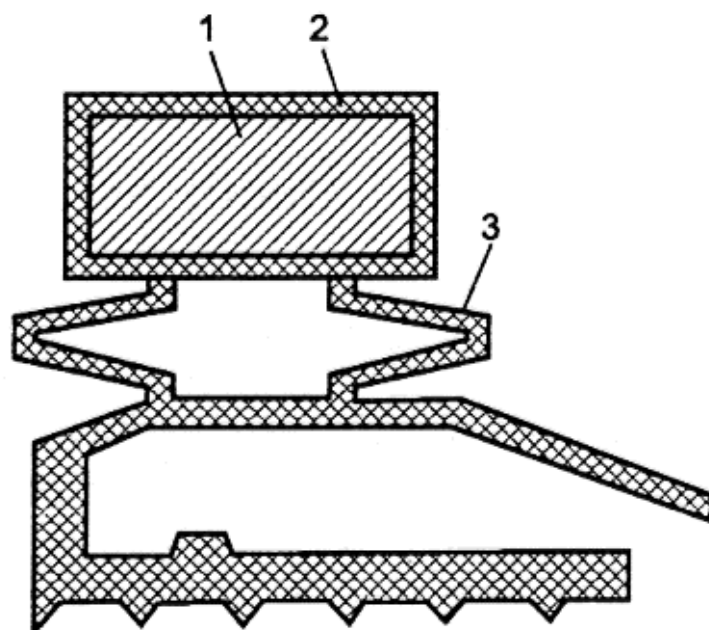


Рисунок 3.4 – Ущільнювач із магнітною вставкою: 1 – магнітна вставка; 2 – балон для магнітної вставки; 3 – балон «гармошка»

Магнітні вставки вузлів ущільнення роблять прямокутного перетину. Їх виготовляють із еластичних багатокомпонентних феритонаповнених композицій. Поліпшити магнітні, фізико-хімічні й термомеханічні властивості, а також техніко-економічні показники магнітних еластичних вставок стало можливим завдяки використанню нових полімерних композицій на основі сополімерів.

Ущільнення дверей варто перевіряти, не включаючи холодильник у мережу. Паперова смужка шириною 50 мм і товщиною 0,08 мм, закладена між ущільнювачем дверей і поверхнею шафи, що закривається, у жодному місці не повинна вільно переміщатися.

До електричного обладнання побутових холодильників відносяться такі прилади:

- електричні нагрівачі: для запобігання випадінню конденсату (запотіванню); для обігрівання випарника при напівавтоматичному й автоматичному видаленні сніжного покриву;
- електродвигун компресора;
- прохідні герметичні контакти для з'єднання обмоток електродвигуна із зовнішньою електропроводкою холодильника через стінку кожуха мотор-компресора;
- освітлювальна апаратура, для холодильної камери;
- вентилятори: для обдуву конденсатора холодильного агрегату повітрям (в разі використання в холодильниках конденсаторів із примусовим охолодженням) і для примусової циркуляції повітря в камерах холодильників.

До приладів автоматики побутових холодильників відносяться:

- датчики-реле температури (терморегулятори) для підтримання заданої температури в холодильній або низькотемпературній камері побутових холодильників;

- пускове реле для автоматичного включення пускової обмотки електродвигуна під час запуску;
- захисне реле для збереження обмоток електродвигуна від струмів перевантаження;
- прилади автоматики для видалення сніжного покриву зі стінок випарника.

1. Електродвигуни

Для приводу герметичних компресорів і роботи в середовищі холодоагенту й масла застосовуються однофазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, без підшипникових щитів і вала. Вони розраховані на номінальну напругу 127 або 220 В (припустиме відхилення напруги від -15 до +10%) потужністю 60, 90, 120 Вт. Частота обертання 1500 і 3000 об./хв.

Електродвигуни призначені для роботи в середовищі холодоагенту – хладону (фреону) – і рефрижераторного масла. Для пуску електродвигунів і захисту їх у аварійних режимах передбачається застосування пускозахисної апаратури.

Напрямок обертання ротора однофазного асинхронного електродвигуна, якщо дивитися з боку вивідних кінців статора, лівий. Електродвигун холодильника в нормальних умовах працює циклічно, тобто через певні проміжки часу включається й вимикається. Відношення частини циклу, продовж якої електродвигун працює, до загальної тривалості циклу називають **коефіцієнтом робочого часу**. Чим він більший (за постійної температури в приміщенні), тим нижча температура в холодильній камері й тим більша буде середньочасова витрата електроенергії. Певну циклічність у роботі холодильника (коефіцієнт робочого часу) забезпечує датчик-реле температури – прилад, за допомогою якого регулюється температура в шафі холодильника.

Працює електродвигун у такий спосіб. На статорі розташовані дві обмотки – робоча й пускова. Змінний струм, протікаючи робочою обмоткою, створює змінне магнітне поле, що приводить струми в короткозамкненому роторі двигуна. Електромагнітна сила, яка виникає в результаті взаємодії магнітного поля зі струмами ротора, взаємно врівноважується, завдяки чому ротор не рухається. Для утворення обертового магнітного поля застосовують додаткову пускову обмотку. При включенні обох обмоток утворюється обертове магнітне поле, що захоплює за собою ротор. Коли частота обертання ротора досягає 75...80% швидкості обертового магнітного поля в робочій обмотці, пускова обмотка відключається за допомогою пускового реле.

Статор електродвигуна складається з пакета, зібраного з окремих сталевих пластин, а також робочої й пускової обмоток, розташованих секціями в пазах пакета. Ротор електродвигуна складається із сердечника, зібраного з окремих сталевих пластин, пази якого залиті алюмінієвим сплавом, що утворює з обох боків провідники, накоротко замкнуті кільцями.

2. Прокідні герметичні контакти

Електродвигун мотор-компресора холодильного агрегату живиться через прохідні герметичні контакти, установлені в кришці кожуха мотор-компресора.

Контакти являють собою три струмопровідних стрижні 2 (рис. 3.5), залитих спеціальним склом 3 у загальний сталевий корпус 1, приварений до кришки кожуха. Скло гарно зчіплюється з металом і забезпечує герметичність кожуха. Крім того, скло – гарний електроізолятор.

Розташування контактів буває різним. Вихідні кінці обмоток електродвигуна приєднані до контактів усередині кожуха мотор-компресора. Прокідні контакти під час виготовлення випробовують на електричну міцність напругою 1000 В, а також на міцність і щільність у воді тиском повітря 1470 МПа в броньованій ванні. Там же перевіряють міцність кожуха мотор-компресора після приварювання кришок.

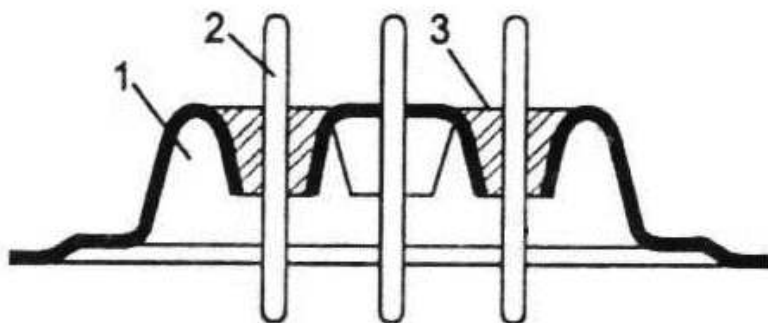


Рисунок 3.5 – Прокідні контакти: 1 – корпус; 2 – струмопровідні стрижні; 3 – скло

Із зовнішньої сторони кожуха на прохідні контакти для з'єднання з електропроводкою агрегату надягають спеціальні знімні затискачі або колодки.

3. Освітлювальна апаратура холодильника складається з електричного патрона з лампою накаливання й вимикача.

Проводка з апаратурою включена в електричне коло холодильника паралельно проводці, що живить електродвигун компресора (або нагрівач генератора в абсорбційному холодильнику), і діє незалежно від роботи електродвигуна або генератора.

У побутових холодильниках застосовуються електропатрони спеціальної конструкції, які за можливого зволоження запобігають замиканню ланцюга.

Електролампи застосовують потужністю 15...25 Вт (залежно від обсягу камери) з латунним або алюмінієвим цоколем. У багатьох холодильниках електролампа закрита плафоном або огорожена захисним пристроєм, що запобігає ушкодженням.

Лампа включається автоматично під час відкривання дверей холодильника й вимикається під час закривання.

Вимикач електролампи звичайно розташований у простінку між корпусом шафи й камерою й закріплений на лицьовальній накладці. Кнопка вимикача виступає назовні та при закритих дверях шафи впирається у внутрішню панель. Контакти вимикача нормально замкнуті.

4. Вентилятори

У багатьох закордонних холодильниках великого обсягу, двокамерних холодильниках, морозильниках установлені вентилятори, призначені для

примусового охолодження конденсатора. Вентилятор працює одночасно з мотор-компресором, автоматично включаючись і вимикаючись за допомогою терморегулятора. Потужність вентилятора 10...15 Вт.

У багатьох холодильниках (особливо в морозильниках і двокамерних холодильниках) також застосовують вентилятори для примусової циркуляції повітря в камерах. В одних випадках вентилятор установлюють у двокамерних холодильниках біля випарника в низькотемпературній камері й він через повітряні канали, що з'єднують обидві камери, подає холодне повітря в холодильну камеру. В інших випадках вентилятори (один або два) установлюють у повітряних каналах. Вентилятори автоматично вимикаються й включаються під час відкривання й закривання двері камери (незалежно від роботи мотор-компресора) за допомогою кнопочних вимикачів, що діють аналогічно вимикачам освітлення камери. На противагу дверному вимикачу вимикач вентилятора має контакти, розімкнуті у вільному стані, тому під час відкривання дверей вентилятор вимикається, а під час закривання включається.

Вентилятор герметичний, безшумний і надійний у роботі.

5. Прилади автоматики

Манометричні датчики-реле температури (терморегулятори) призначені для підтримання заданої температури в холодильній або низькотемпературній камері побутового холодильника. Застосовуються датчики-реле різних типів і модифікацій: АРТ-2, АРТ-24, Т-110, Т-11, Т-130, Т-132, Т-144, Т-145 та ін. (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Температурні параметри приладу типу АРТ, °С

Прилад	Холодний режим		Середній режим		Теплий режим	
	Розмикання контактів	Замикання контактів	Розмикання контактів	Замикання контактів	Розмикання контактів	Замикання контактів
АРТ- 2-1	Не вище -16	-	-13,5...-11	-6,5...-4	-9,5	0
АРТ- 2-2	-14,5...-12	-6,5...-4	-	-	-7,5	2,5
АРТ- 2-3	-16...-13,5	-8...-5,5	-	-	-8,5	1
АРТ- 2-4	-17,5...-15	-9,5...-7	-	-	-10	0,5
АРТ- 2-5	-18,5...-16	-10,5...-8	-	-	-11,5	0,5
АРТ-2А-1	-11...-13,5	-7,5...-10	-	-	-	1
АРТ-2А-2	-9...-11,5	-5,5...-9	-	-	-	1

Датчики-реле температури АРТ-2 широко використовуються. Їх випускають п'яти модифікацій. Вони призначені для компресійних побутових холодильників.

Прилади АРТ-2А призначені для абсорбційних побутових холодильників. Їх випускають двох модифікацій. Маса приладу 0,25 кг. Довжина сполучного капіляра в, приладі АРТ-2 дорівнює 0,6 м, у приладі АРТ-2А – 1 м. Довжина капіляра, який контактує з випарником, повинна бути не менше 60 мм від місця холодного спаювання. У разі підвищення температури в капілярній трубці 6

(рис. 3.6), притиснутій до стінки випарника, тиск хладону, що перебуває в трубці сільфона, збільшується, й сільфон 7 розтягується.

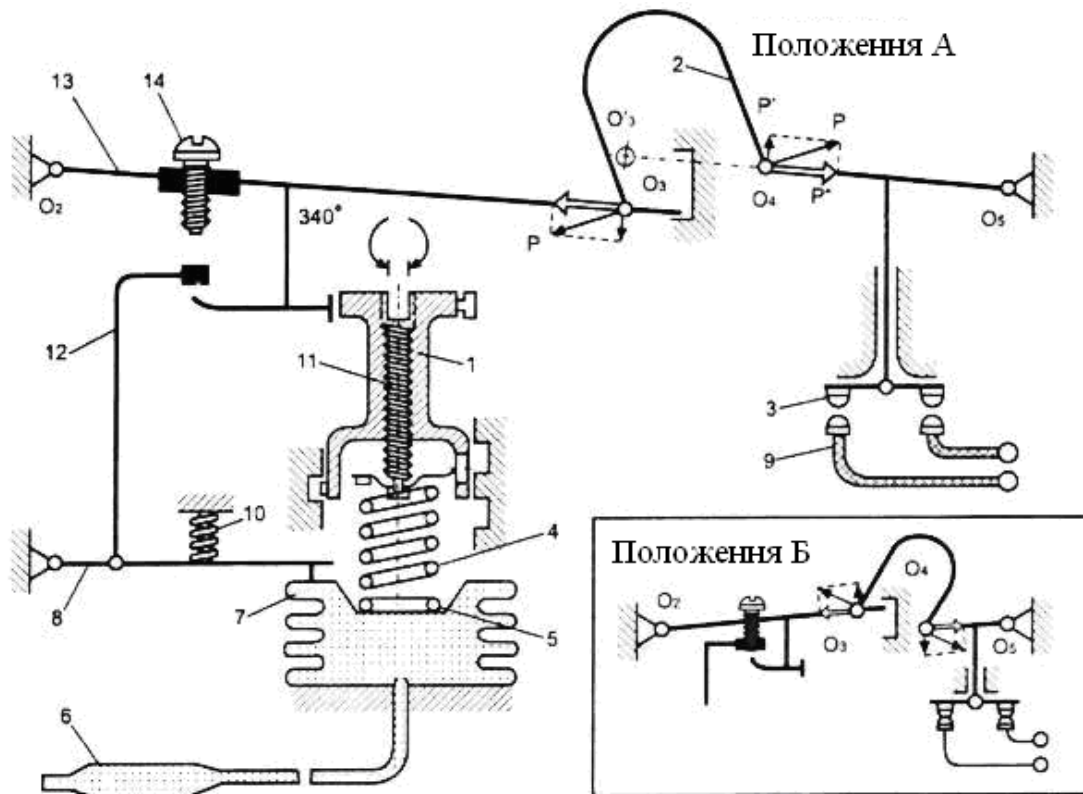


Рисунок 3.6 – Схема роботи датчика-реле температури АРТ-2: 1 – шток; 2 – перекидна пружина; 3 – контакт; 4 – пружина; 5 – дно сільфона; 6 – капілярна трубка; 7 – сільфон; 8 – важіль; 9 – контакт; 10 – пружина; 11 – гвинт; 12 – тяга; 13 – важіль; 14 – гвинт

Дно 5 сільфона 7 стискає пружину 4, а виступ на дні повертає важіль 8 разом з тягою 12. Тяга 12, натискаючи на гвинт 14, буде повертати важіль 13 навколо осі O_2 проти годинникової стрілки. Сила P , що виникає під дією перекидної пружини 2, має одну зі складових P' , що у положенні А спрямована нагору. При переході точки $O'3$, у положення O_3 ця складова буде дорівнює 0, а за подальшого руху важеля 13 складова P' змінить напрямок на зворотній, й контакти 3 різко опустяться й замкнуть електричне коло (положення Б).

За зниження температури в капілярній трубці взаємодія частин приладу відбувається у зворотному порядку під дією сільфона 7 і пружини 10. Температура включення й відключення регулюється натягом пружини за допомогою штока 1, гвинта 11 і гайки.

Аналогічно датчику-реле АРТ-2 є прилади типу Т-110 чотирьох модифікацій на номінальну напругу 220 В і номінальний струм 6 А. Уніфікований ряд безшкальних приладів складається із трьох типів і восьми модифікацій (табл. 3.5).

До першого типу, що має п'ять модифікацій, відносяться датчики-реле температури Т-110, призначені для побутових холодильників звичайного виконання.

Датчики-реле температури Т-130 другого типу встановлюють у двокамерних побутових холодильниках. Відмінною рисою цього приладу є замикання контактів на обох установках за температури $4 \pm 1,3$ °С.

Температура розмикання контактів залежить від зони нечутливості, обумовленої споживачем (прилад з регульованою зоною нечутливості).

За допомогою приладу Т-130 можна в кожному циклі роботи компресора (без додаткових приладів керування відтаванням) автоматично відтавати іній з поверхні випарника, встановленого у відділенні для зберігання охолоджених харчових продуктів. У цей час замість приладу Т-130 випускається прилад 132-1 В.

Датчики-реле температури Т-144 третього типу використовують для керування температурним режимом і сигналізації аварійного режиму побутових низькотемпературних холодильників (морозильників). Істотна відмінність цього приладу полягає в наявності додаткової контактної групи, що забезпечує сигналізацію аварійного режиму за підвищення температури контрольованого середовища вище припустимого значення. У цей час замість приладу Т-144 випускаються прилади Т-145. В електричній мережі прилади підключаються за допомогою штепсельних гнізд. Потужність, що комутується, контактної пристрою приладів цього ряду 500 Вт. Маса приладу не більше 0,1 кг.

Датчик-реле температури Т-110 (ТРХ)

Найпоширенішим є датчик-реле температури Т-110 (ТРХ). Прилад змонтований у пластмасовому корпусі 6 (рис. 3.7) і складається з таких основних частин: термочутливої системи, вузла настроювання температури замикання контактів, механізму перемикання контактів і колодки з контактною групою, вивідними клемми й гвинтом настроювання диференціала.

Диференціалом терморегулятора називають різниця між температурою розмикання й замикання контактів (за певного натягу основної пружини). Чим менше диференціал приладу, тим у більш вузьких межах буде підтримуватися задана температура. У терморегуляторах побутових холодильників цей вузол використовують тільки для заводського регулювання приладу. У багатьох конструкціях терморегуляторів він відсутній. Диференціал змінюють за допомогою гвинта, що, будучи обмежником для переміщення силового важеля, наближає або видаляє момент перекидання пружиною важеля з рухливим контактом.

Пружним елементом термочутливої системи є сільфон. Вузол настроювання температури включення контактів складається із пружини 2, повзуна 3, гайки 4, регульовального гвинта 5 і контровної пружини 10.

Зону нечутливості набудовують регульовальним гвинтом 8, установленим у колодці 7. Механізм перемикання контактів складається з важеля 12, осі 13, важеля 11 і пружини, що перекидається, 9.

Прилад працює в такий спосіб. Сільфон термочутливої системи 1 впливає на двоплечій важіль, шарнірно закріплений на осі 13. У режимі термостатування важіль, обертаючись під дією зусиль термосистеми й пружини 2, через пружину 9 і важіль 12 замикає або розмикає контакти.

Таблиця 3.5 – Температурний режим безшкальних приладів, °С

Умовна позначка й модифікація приладів	Верхнє положення (найменший холод)		Середнє положення		Нижнє положення (найбільший холод)		Температура контактів сигналізації на верхньому положенні
	Замикання контактів	Розмикання контактів	Замикання контактів	Розмикання контактів	Замикання контактів	Розмикання контактів	
T 110-1	Не вище 0	-	-6±1,3	-14±1,3	-	Не вище -18	-
T 110-2	Не вище 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не вище -15	-
T 110-3	Не вище -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не вище -24,5	-
T 110-4	Не вище -1	-	+5±1,3	+1±1,3	-	Не вище -4	-
T 110-5	+1, 5-4	-	-	-	-	Не вище -12	-
T130	+4±1,3	+10±1,5	-	-	+4±1,3	Не вище -15	-
T 144-1	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	Не вище -28	-15±2
T 144-2	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	-	-15±2
T 111-1	Не вище 0	-	-7±1,3	-14±1,3	-	Не вище -18	-
T 111-2	Не вище 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не вище -15	-
T 111-3	Не вище -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не вище -24,5	-
T 111-5	+2,7±1,3	+1,3±1,5	-	-	-	Не вище -12	-
132-1	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	-22,5±2	-
132-1B	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	-22,5±2	-
132-2	+5±1,5	-11±2	-	-	+5±1,5	-21±1,5	-
145H	-	-20±2	-	-	-20±1,5	-27±1,5	-16±1,5
145B							

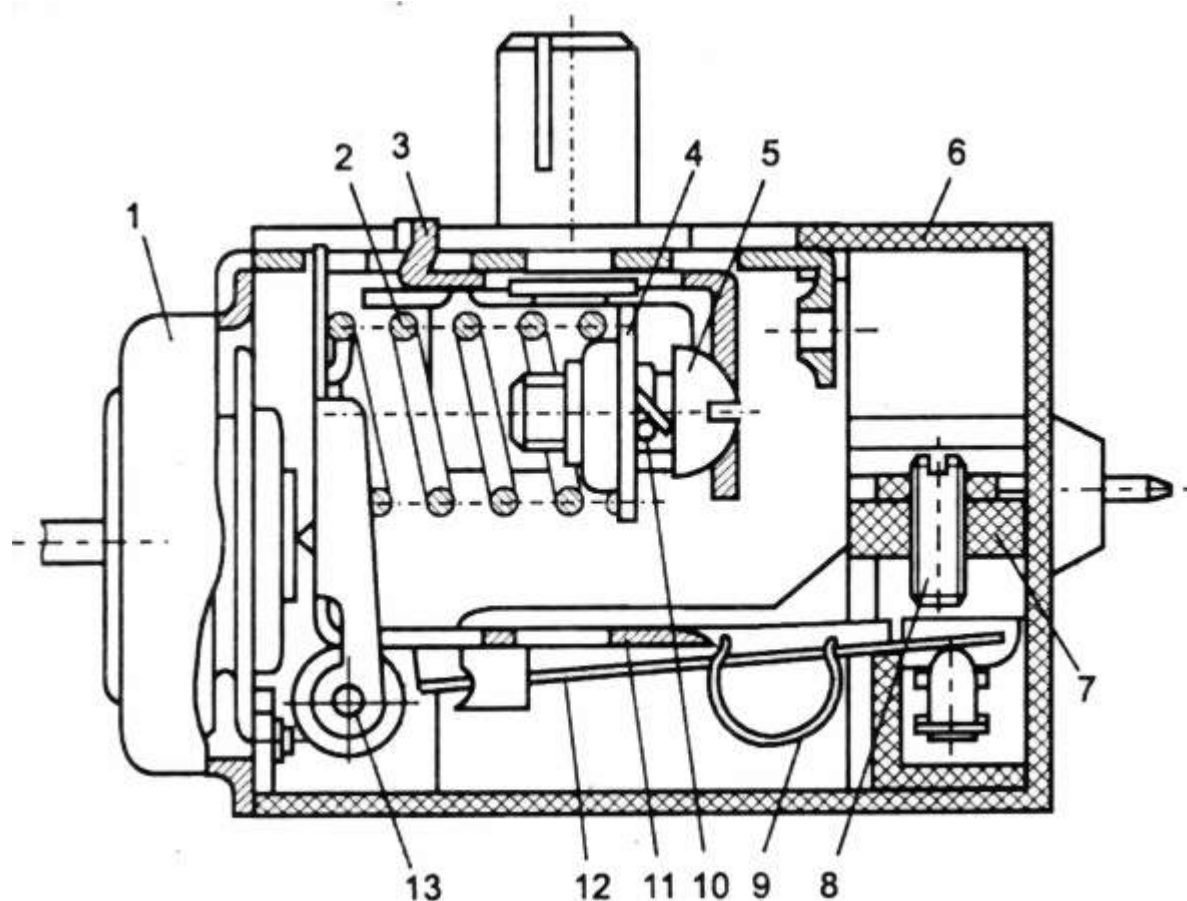


Рисунок 3.7 – Датчик-реле температури Т-110: 1 – термосистема; 2 – пружина; 3 – повзун; 4 – гайка; 5 – регулювальний гвинт; 6 – корпус; 7 – колодка; 8 – регулювальний гвинт; 9 – перекидна пружина; 10 – контровочна пружина; 11 – важіль; 12 – важіль; 13 – вісь

Під час підвищення температури контрольованого середовища контакти замикаються, за зниження температури на величину зони нечутливості – розмикаються.

За найбільш холодного режиму ручка приладу повернена за годинниковою стрілкою до упору, за середнього на 125° , а за найбільш теплого на 250° проти годинникової стрілки. Середній режим і режим «Тепло» установлюють за рисками на корпусі приладу. Під час повороту ручки проти годинникової стрілки до упору на 320° від найбільш холодного режиму відбувається примусове розмикання контактів.

Прилад можна встановлювати як у камері холодильника, так і зовні в місцях, що виключають попадання води усередину приладу під час експлуатації. Довжина контакту капілярної трубки зі стінкою випарника повинна бути не менше 120 мм.

Датчик-реле температури Т-130 призначений для підтримання заданої температури випарника холодильної камери двокамерного холодильника шляхом замикання й розмикання електричного кола холодильного агрегату. Конструкція приладу аналогічна датчику-реле температури Т-110.

Датчик-реле температури Т-144 призначений для керування заданою температурою випарника побутового морозильника й сигналізації в разі

підвищення температури випарника вище припустимого значення. Існують дві модифікації цього приладу: Т-144-2 – безшкальний; Т-144-2 – безшкальний з фіксованим режимом.

Прилад має дві пари електричних контактів: контакти керування для комутації електричного кола холодильного агрегату й контакти сигналізації для комутації електричного кола засобів сигналізації.

Режим найбільшого холоду відповідає такому положенню кулачка приладу, коли він повернений за годинниковою стрілкою до упору. Режим найменшого холоду відповідає положенню кулачка, коли він повернений на 250° проти годинникової стрілки. При повороті кулачка проти годинникової стрілки до упору на 320° від режиму найбільшого холоду відбувається примусове розмикання контактів керування. Прилад модифікації Т-144-2 кулачка не має.

Датчик-реле температури Т-144 складається з таких основних частин (рис. 3.8): термочутливої системи 1, корпусу 7, кожуха 8, вузла настроювання температури замикання й розмикання контактів, механізму перемикавання контактів і колодки 9 із двома групами контактів керування 14 і 10, вивідними затискачами й регулювальним гвинтом 11 настроювання диференціала. Пружним елементом термочутливої системи є сільфон.

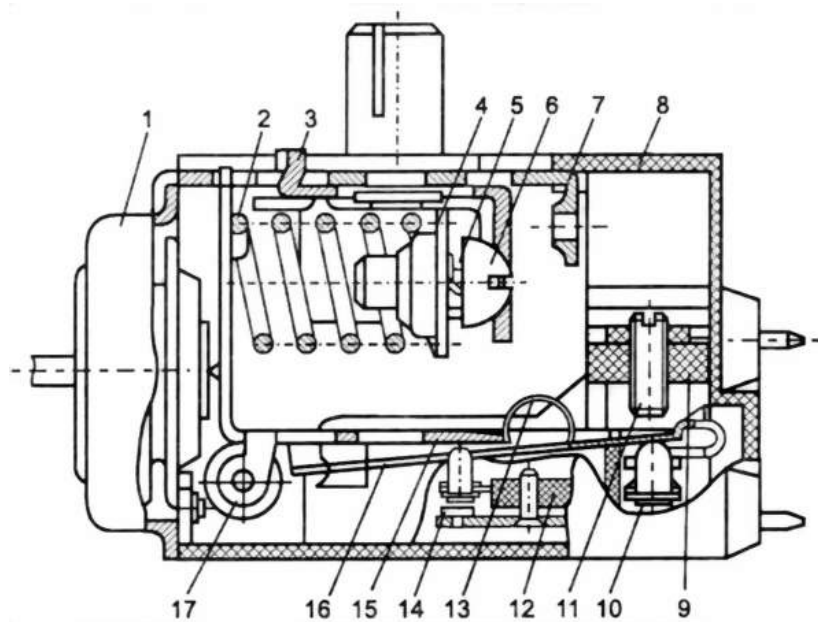


Рисунок 3.8 – Датчик-реле температури Т-144: 1 – термочутлива система; 2 – пружина; 3 – повзун; 4 – гайка; 5 – контровочна пружина; 6 – регулювальний гвинт; 7 – корпус; 8 – кожух; 9 – колодка; 10 – контактні групи сигналізації; 11 – регулювальний гвинт; 12 – колодка; 13 – пружина, що перекидається; 14 – контактні групи сигналізації; 15 – двоплечій важіль; 16 – важіль; 17 – вісь

Вузол настроювання температури включення контактів складається із пружини 2, повзуна 3, гайки 4, регулювального гвинта 6 і контровочної пружини 5. Зону нечутливості настроюють регулювальним гвинтом 11,

установленим у колодці 9. Механізм перемикання контактів складається з важеля 16, осі 17, важеля 15, пружини 13, що перекидається.

Прилад працює в такий спосіб. Термочутлива система 1 впливає на двоплечій важіль 15, шарнірно закріплений на осі 17. У режимі термостатування важіль, обертаючись під дією зусиль термочутливої системи 1 і пружини 2, через пружину 13 і важіль 16 замикає й розмикає контакти керування й сигналізації.

За підвищення температури контрольованого середовища вище заданої контакти керування й сигналізації замикаються. За зниження температури на величину зони нечутливості відбувається розмикання контактів керування.

Прилад напівавтоматичного керування відтаванням ТО-11 призначений для побутових компресійних холодильників. Основні температурні параметри приладу такі: спрацьовування приладу на включення режиму відтавання – контакти 1–3 (рис. 3.9) розмикаються, 2–3 замикаються – примусове (кнопкою) за температури термочутливої частини термосистеми не вище мінус 3°C; спрацьовування приладу на відключення режиму відтавання – контакти 1–3 замикаються, 2–3 розмикаються – автоматичне за температури термочутливої частини термосистеми від 4 до 8°C.

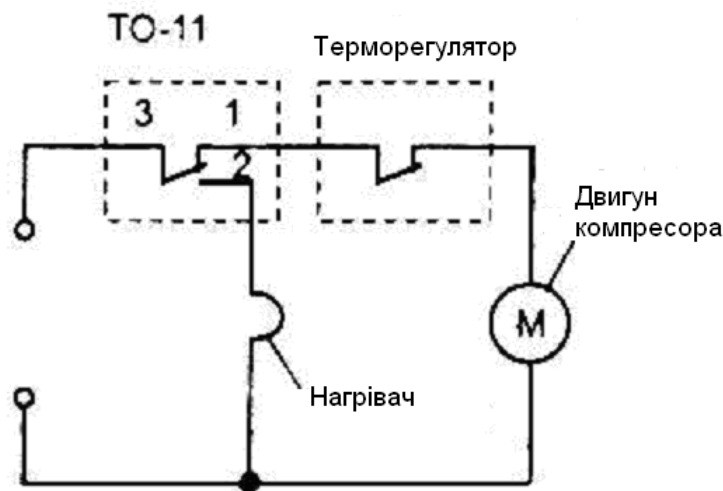


Рисунок 3.9 – Схема включення приладу ТО-11

Опір ізоляції електричних кіл корпусу приладу між собою повинен бути не менше 40 МОм.

Прилад працює в такий спосіб. Під час натискання на кнопку 6 (рис. 3.10) важіль 10 за допомогою пружини 11 пускає в хід важіль 14, відбувається різке розмикання контактів 1–3 (рис. 3.9) і замикання контактів 2–3, які замикають електричне коло підігріву випарника. Включення режиму відтавання відбувається за температури кінця капілярної трубки термочутливого елемента не вище мінус 3°C.

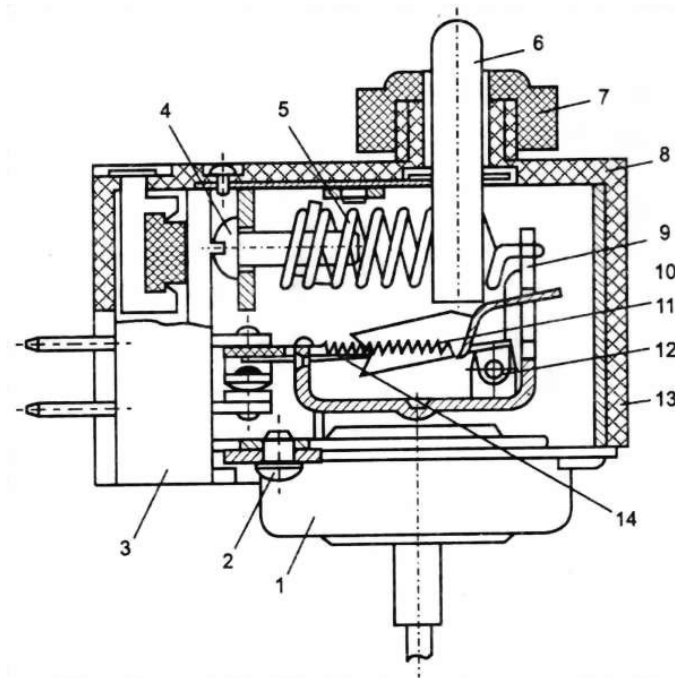


Рисунок 3.10 – Прилад напівавтоматичного керування відтаванням ТО-11: 1 – термочутлива система; 2 – гвинт; 3 – колодка; 4 – гвинт настроювання; 5 – пружина настроювання точки спрацьовування; 6 – кнопка; 7 – гайка; 8 – кожух; 9 – двоплечій важіль; 10 – важіль; 11 – перекидна пружина; 12 – вісь; 13 – корпус; 14 – важіль різкого розмикання контактів

У міру видалення снігової шуби з поверхні випарника, а отже, і підвищення температури до 4...8°C тиск усередині термочутливої системи 1 (рис. 3.10) зростає, важіль 9 повертається проти годинникової стрілки, переборюючи зусилля пружини 5, поки не відбудеться різкого замикання контактів 1–3 (рис. 3.9) і розмикання контактів 2–3.

Випускається прилад керування процесом відтавання випарника побутового холодильника, який працює за температури навколишнього повітря від 10 до 35°C і відносної вологості 80%. У комплект входять: прилад напівавтоматичного керування процесом відтавання ТО-II (датчик) і клапан відтавання КО-1 (виконавчий прилад) (табл. 3.6). Датчик ТО-II може застосовуватися також для керування роботою електричних нагрівачів випарника.

Таблиця 3.6 – Технічна характеристика клапана КО-1

Параметр	Значення
Споживана потужність, Вт, не більше	15
Середній ресурс, кількість перемикачів, не менше	6000
Середній термін служби, число років	15
Імовірність безвідмовної роботи за 2000 год	0,99
Маса, кг, не більше	0,08

Процес відтавання починається після натискання на кнопку датчика й закінчується автоматично після того, як поверхня випарника в місці кріплення термочутливого елемента датчика досягне температури 4°C (припустима погрішність $+2^{\circ}\text{C}$). Сигнал про початок спрацьовування надходить від датчика на клапан відтавання або на нагрівальні елементи.

У першому випадку (рис. 3.11а) відтавання здійснюється гарячими парами холодоагенту при включеному компресорі. Клапан закриває лінію компресор–конденсатор–випарник і відкриває лінію компресор–випарник.

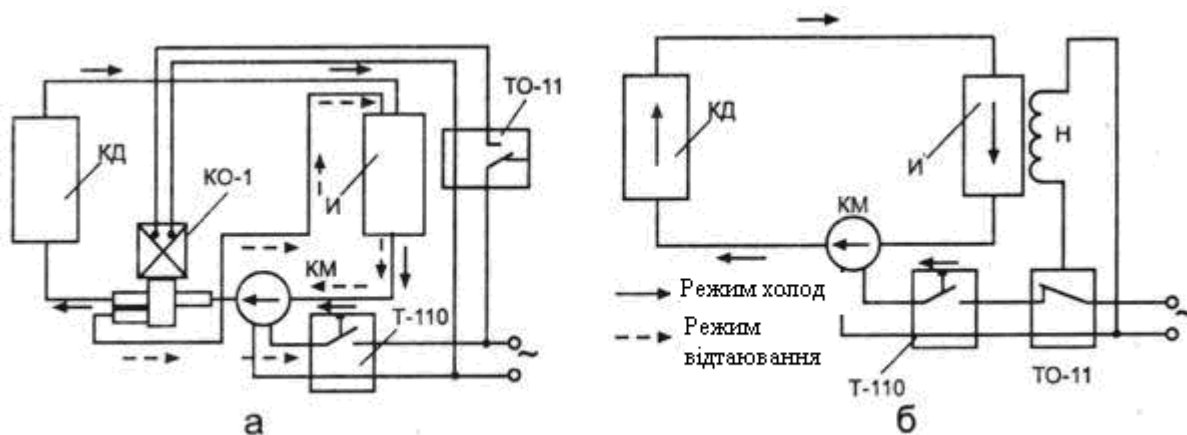


Рисунок 3.11 – Схеми пристрою відтавання випарника: а – гарячими парами холодоагенту: КМ – компресор; КД – конденсатор; б – електронагрівником: И – випарник; Н – нагрівач; Т-110 – терморегулятор; ТЕ-11 – прилад керування процесом відтавання; К-1 – клапан відтавання

У другому випадку (рис. 3.11б) відтавання відбувається шляхом електрообігрівання випарника за включеного компресора.

В електричне коло холодильника прилади підключаються за допомогою пластинчастих затискачів.

Прилад автоматичного керування відтаванням ТО-41

Прилад призначений для автоматичного керування відтаванням випарника побутового електрохолодильника. Схема включення приладу ТО-41 наведена на рис. 3.12.

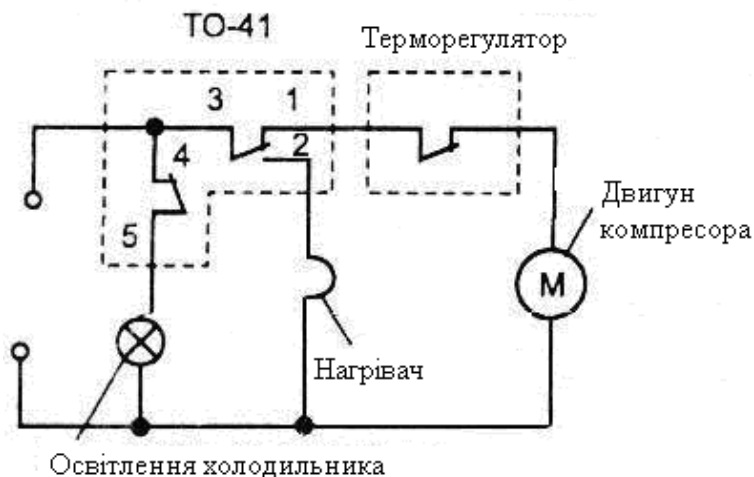


Рисунок 3.12 – Схема включення приладу ТО-41

Основні температурні параметри приладу такі:

– спрацьовування приладу на включення режиму «Відтавання» – контакти 1–3 (рис. 3.12) розмикаються, а 2–3 замикаються – автоматичне при температурі термочутливої частини термосистеми не вище мінус 3°C;

– спрацьовування приладу на відключення режиму «Відтавання» – контакти 1–3 замикаються, 2–3 розмикаються – автоматичне при температурі термочутливої частини термосистеми від 4 до 8°C.

Опір ізоляції електричних кіл корпусу приладу й між собою повинен бути не менш 40 МОм. Пружним елементом термочутливої системи є сильфон.

Прилад працює в такий спосіб. Шток 12 (рис. 3.13) під час натискання діє на пружину 11, що повертає храпове колесо 13 за годинниковою стрілкою. Ресора 10, що складається із трьох плоских пружин, підходить до упору, і в міру повороту храпового колеса 13 у ній накопичується енергія, а потім, різко перекидаючи важіль 5, ресора проходить за виступ.

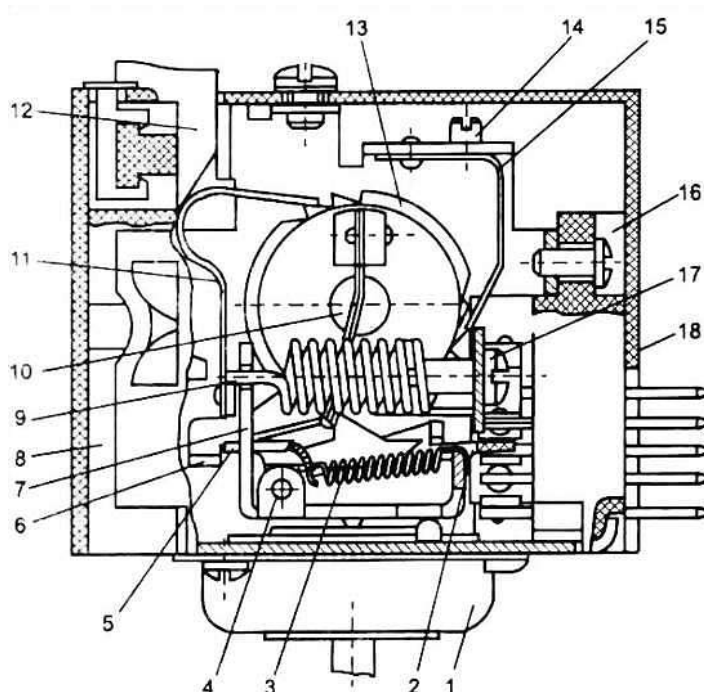


Рисунок 3.13 – Прилад автоматичного керування відтаванням ТО-41:
1 – термочутлива система; 2, 5, 7 – важелі; 3, 9, 11, 15 – пружини; 4 – вісь; 6 – упор; 8, 15 – колодки; 10 – ресора; 12 – шток; 13 – храпове колесо; 14,17 – гвинти; 18 – кожух

За допомогою пружини 3 важіль різко розмикає контакти 3–1 (рис. 3.12) і замикає контакти 3–2. Починається відтавання випарника. Контакти 3–2 замикають ланцюг активного підігріву випарника.

Перемикання здійснюється, якщо температура кінця капіляра, закріпленого на випарнику, не вище мінус 3°C.

У міру видалення снігової шуби з поверхні випарника його температура підвищується до 4...8°C, тиск усередині термочутливої системи 1 (рис. 3.13) зростає, важіль 7 повертається проти годинникової стрілки, поки кінець важеля, на якому закріплений кінець пружини 3, не перейде силову нейтраль. Важіль 5

різко повернеться за годинниковою стрілкою до упору, а важіль 2 повернеться проти годинникової стрілки, розімкне контакти 3–2 (рис. 3.12) і замкне контакти 3–1. При цьому електричне коло підігріву випарника розімкнеться й замкне електричне коло двигуна компресора. Температуру розмикання контактів 3–2 (кінець циклу відтавання) регулюють натягом протидіючої пружини 9 (рис. 3.13) за допомогою гвинта 17.

Під час натискання на шток за допомогою важеля контакти 4–5 (рис. 3.12) електричного кола лампи внутрішнього освітлення холодильної камери розмикаються. Для повернення штока у вихідне положення є пружина.

Пристрій для випару поталої води. Побутові холодильники з одним випарником, що працює на низькотемпературне відділення й холодильну камеру, дуже поширені. У таких на поверхню випарника, відкриту для доступу вологи від збережених продуктів, інтенсивно наморозується іній. Шар інею товщиною більше 5 мм перешкоджає теплообміну, погіршуючи температурно-енергетичні показники й умови експлуатації холодильника.

Відсутність утворення інею або періодичне відтавання випарника й видалення поталої води є одним із показників комфортності побутового холодильника. Є два напрями вдосконалення відтавання випарників у побутових холодильниках із одним випарником. По-перше, створюються пристрої активного нагрівання випарника, що включаються через реле часу напівавтоматично або автоматично. По-друге, створення більш завершених конструкцій холодильників, у яких випарник морозильного відділення захищений від потрапляння вологи, а випарник холодильної камери звільняється від вологи, що з'являється, протягом кожного циклу роботи холодильника. У всіх варіантах конструкції холодильників воду, що збирається від випарника, необхідно видаляти (наприклад, методом випару).

Існує кілька пристроїв з використанням нагрітих частин холодильного агрегату. Так, у холодильнику «Ярна-3» під випарником розміщений піддон із отвором для стікання води через спеціальну лійку й трубку в посудини, які касадно розташовані на конденсаторі. Між двома циклами відтавання потала вода видаляється з випарника. У деяких моделях холодильників поталу воду відводять трубопроводом у піддон, розташований під холодильником біля мотор-компресора. В останніх моделях вода з випарника надходить трубопроводом на верхню кришку кожуха кулісного компресора, жорстко встановленого на рамі. На кришці є відкритий резервуар, де вода випаровується під дією тепла працюючого мотор-компресора. Це найбільш ефективний спосіб, тому що крім випару поталої води відбувається охолодження кожуха компресора й зволоження повітря в приміщенні.

Випар талої води на конденсаторі відбувається зі швидкістю 0,2 кг на добу, на компресорі – 0,4 кг на добу. Отже, пристрій для випару води на компресорі більш ефективний.

Пускозахисні реле

Для запуску електродвигуна й захисту його обмоток від перевантажень у побутових холодильниках застосовують комбіновані пускозахисні реле типу ДХР, РТП, РТК-Х, РПЗ та ін. (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Технічна характеристика пускозахисних реле

Тип	Модифікація	Напруга, В	Струм, А		Тип двигуна або мотора компресора	Місце установки реле
			спрацьовування	відпускання		
ДХР	ДХР	127	5,7	4,3	ДХМ	На рамі
	ДХР-3	127	4,8	3,4	ДХМ-3	
	ДХР-5	220	3	2,1	ДХМ-5	
РТП	РТП-1	127	4,7	3,7	ДХМ-3	На прохідних контактах або рамі
	РТП-1	220	2,7	2,1	ДХМ-5	
РТК-Х	РТК-Х	127	4,5	3,8	ДХМ-3	На прохідних контактах
	РТК-Х	220	2,7	2,2	ДХМ-5	
РПЗ	РПЗ-23	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	На рамі
	РПЗ-24	220	3,5	3,1	ФГ-0,125	
	РПЗ-25	220	4,1	3,7	ФГ-0,150	
LS-08B	LS-08B	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	На рамі

Пускозахисні реле типу ДХР (рис. 3.14) установлюють на спеціальній площадці, привареній до рами мотор-компресора, і закріплюють скобою. Контакти пускового реле перебувають у розімкненому стані під дією пружної пластинки, до якої прикріплений якір з рухливим контактом.

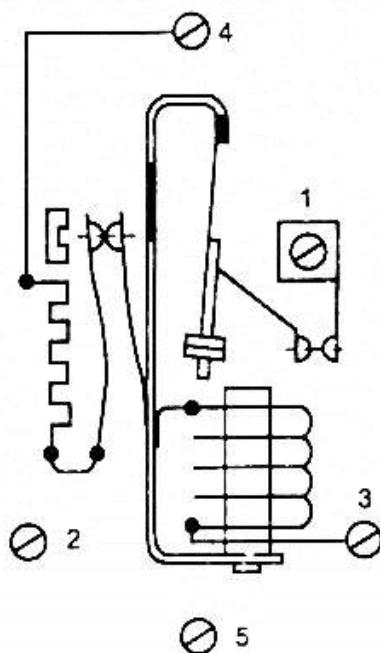


Рисунок 3.14 – Схема пускозахисного реле типу ДХР: 1, 2, 3 – затискачі контактів проводів; 4, 5 – затискачі контактів сполучного шнура

Різде розмикання контактів захисного реле (щоб запобігти їх підгорянню) забезпечується невеликим постійним магнітом, закріпленим на корпусі реле під біметалічною пластинкою. Наявність магніту сприяє також збільшенню часу витримки контактів у розімкнутому положенні (для кращого охолодження обмоток виключеного двигуна).

Гвинтові затискачі для приєднання проводів розташовані на задній стінці реле й позначені цифрами. До затискачів 1, 2 і 3 (рис. 3.14) приєднують провід від прохідних контактів кожуха мотор-компресора (від обмоток електродвигуна), до затискачів 4 і 5 – сполучний шнур із вилкою для включення холодильника в мережу, а також проведення від електропатрона й вимикача лампи освітлення холодильної камери. До затискача 4 приєднують провід від терморегулятора.

Реле РТП-1 залежно від модифікації встановлюють у нижній частині рами агрегату або безпосередньо на прохідних контактах на кришці кожуха компресора й закріплюють спеціальною скобою. Електропровід надійно з'єднують із затискачами реле й терморегулятора за допомогою знімних наконечників.

Теплове реле складається з нагрівальної спіралі 10 (рис. 3.15), з'єднаної з біметалічною пластиною 9, контактів 7, послідовно включених у ланцюг електродвигуна. Пускове реле електромагнітного типу складається з котушки 3 із сердечником 1, що своєю масою натискаючи на пластину 12 нерухливого контакту, утримує контакти в розімкнутому положенні. Нерухливий контакт 11 закріплений на корпусі реле. Обмотка котушки 3 пускового реле включена послідовно в ланцюг робочої обмотки електродвигуна. За правильно відрегульованого реле запуск електродвигуна відбувається протягом 1...2 с.

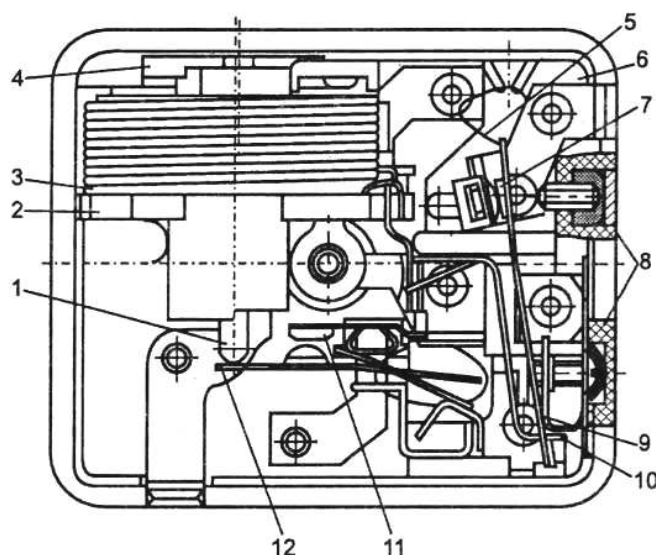


Рисунок 3.15 – Реле РТП-1: 1 – сердечник; 2 – корпус котушки; 3 – котушка; 4 – фетрова прокладка; 5 – перекидна пружина; 6 – корпус; 7 – контакти теплового реле; 8 – регулювальні гвинти; 9 – біметалічна пластинка; 10 – нагрівальна спіраль; 11 – нерухливий контакт пускового реле; 12 – пластини нерухливого контакту пускового реле

Пускове реле працює в такий спосіб. Під час включення електродвигуна, коли ротор нерухливий, котушкою реле проходить струм (великої сили) короткого замикання. Магнітний потік, що утворюється при цьому, втягує сердечник, у результаті чого контакти реле замикаються й включають пускову обмотку. Звичайно контакти пускового реле розімкнуті. У міру того, як ротор електродвигуна збільшує частоту обертання, пусковий струм падає, й сердечник, вертаючись у первісне положення, розмикає контакти, відключаючи пускову обмотку.

Принцип роботи пускозахисного реле полягає в такому. Нагрівальна спіраль 10, послідовно з'єднана з біметалічною пластиною 9 і з розмикальними контактами 7, включена в ланцюг робочої обмотки електродвигуна.

Реле включене з таким розрахунком, щоб під час включення пускової обмотки через нагрівальну спіраль проходив сумарний струм обох обмоток. При робочому струмі контакти реле залишаються замкнутими.

В разі підвищення сили струму нагрівальна спіраль впливає на біметалічну пластину, змушуючи її вигинатися, при цьому контакти розмикаються, й електродвигун зупиняється. За остигання біметалічна пластина здобуває нормальне положення, контакти реле замикаються, й включається електродвигун агрегату.

Реле РТК-Х – струмове, комбіноване (пускове й захисне), змонтовано в корпусі 1 (рис. 3.16). Пускове реле електромагнітного (соленоїдного) типу з подвійним розривом контактів. У корпусі 2 котушки перебуває сердечник 3, що вільно переміщається на стрижні 4. На верхньому кінці стрижня є планка 6 з контактами 7, що підтискається пружиною 5.

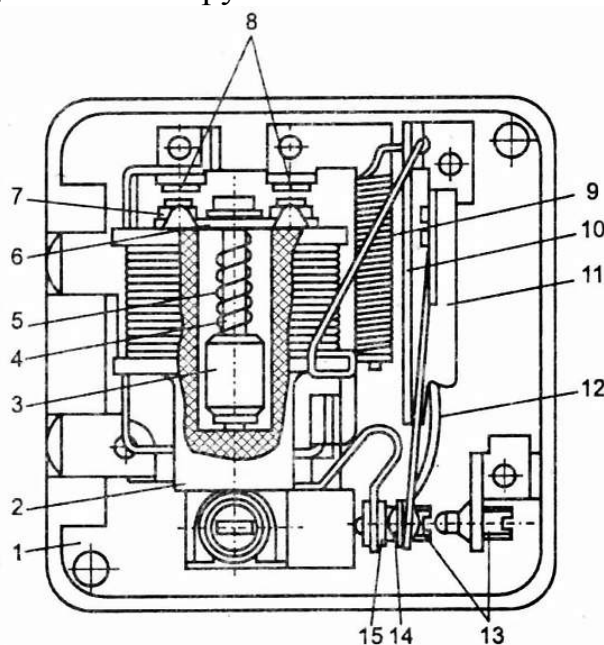


Рисунок 3.16 – Реле РТК-Х: 1 – корпус; 2 – корпус котушки; 3 – сердечник; 4 – стрижень сердечника; 5 – пружина сердечника; 6 – планка; 7 – рухливі контакти пускового реле; 8 – нерухомі контакти пускового реле; 9 – нагрівач; 10 – біметалічна пластина; 11 – упор; 12 – контактотримач; 13 – регулювальні гвинти; 14 – рухливий контакт захисного реле; 15 – нерухливий контакт захисного реле

Під час включення електродвигуна сердечник піднімається разом зі стрижнем, підтягуючи планку, що замикає нерухливі контакти 8. Після того, як ротор збільшить частоту обертання, внаслідок чого зменшиться магнітне поле в котушці, сердечник 3 падає, захоплюючи за собою планку 6, і контакти 8 розмикаються. Захисні реле на напруги 127 і 220 В трохи відрізняються один від одного. У реле на напругу 127 В біметалічна пластина 10 одним кінцем з'єднана із проводом котушки пускового реле, а іншим кінцем через упор 11 з контактотримачем 12. На протилежному кінці тримача закріплений рухливий контакт 14 з нерухливим контактом 15. Біля біметалічної пластини розташована ніхромова спіраль нагрівача 9, включена послідовно в ланцюг пускової обмотки. Одним кінцем спіраль з'єднана з контактом 8 пускового реле, а іншим – з біметалічною пластиною.

У разі підвищення сили струму в ланцюзі робочої обмотки електродвигуна біметалічна пластина деформується від тепла, яке виділяється через струм, що через неї проходить.

За підвищення сили струму в ланцюзі пускової обмотки біметалічна пластина деформується під дією тепла від нагрівача 9. При цьому контакти 14 і 15 розмикаються. Після остигання пластина приймає колишнє положення й контакти знову замикаються. Параметри захисного реле регулюються за допомогою гвинтів 13.

У реле на напругу 220 В є додатковий нагрівач, розташований біля біметалічної пластини й включений послідовно з нею в ланцюг робочої обмотки (рис. 3.17). Цей нагрівач (за малого робочого струму електродвигуна) підвищує чутливість біметалічної пластини.

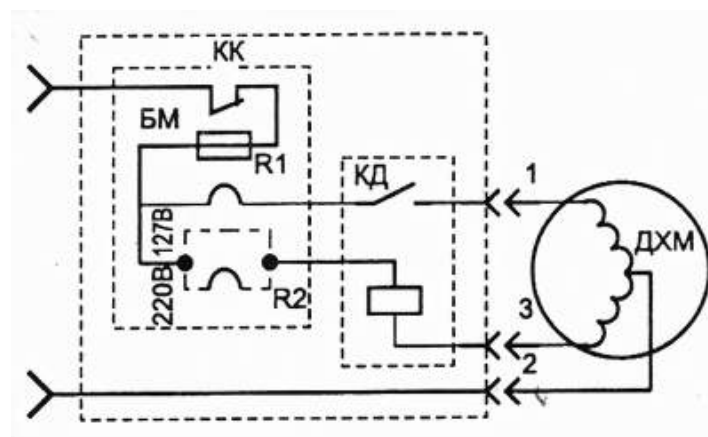


Рисунок 3.17 – Електрична схема реле РТК-Х: ДХМ – електродвигун; БМ – біметалічна пластина; R1, R2 – нагрівачі; КК – теплове реле; КД – пускове реле

Реле РТК-Х і РТП-1 взаємозамінні, тому що мають аналогічні параметри.

Пускозахисні реле LS-08В і РПЗ однотипні. Реле РПЗ може бути трьох модифікацій: РПЗ-23, РПЗ-24, РПЗ-25, які відрізняються своїми струмовими характеристиками (табл. 3.7) і призначені для електродвигунів різної потужності, при цьому реле РПЗ-23 повністю взаємозамінне з реле LS-08В. Пристрій пускового реле аналогічний пристрою реле РТК-Х. Захисне реле схоже на реле РТП, але відрізняється конструктивним оформленням окремих

елементів. Воно монтується на рамі мотор-компресора. Проводку приєднують гвинтовими клемми, розташованими на задній стінці корпусу. Реле РПЗ і LS-08У встановлюють у мотор-компресорах із внутрішньою підвіскою в кожусі й електродвигунами із частотою обертання 3000 хв^{-1} .

Реле LS-08В і РПЗ мають три виводи: 1 (рис. 3.18) – до проводу прохідного контакту вивідного кінця пускової обмотки, 2 – до проводу прохідного контакту вивідного кінця робочої обмотки й 3 – до проводу з вилкою.

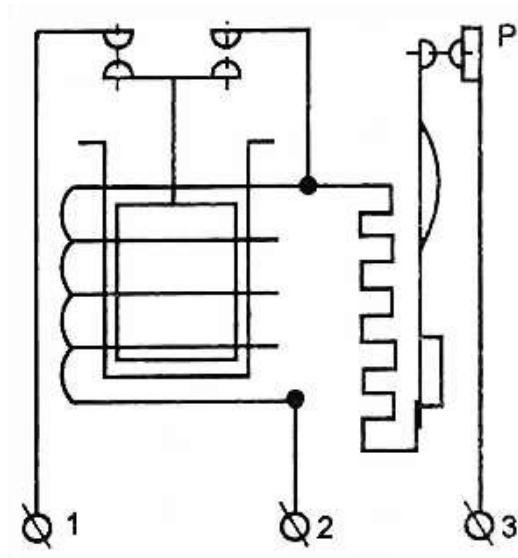


Рисунок 3.18 – Схема пускозахисних реле РПЗ і LS-08В

Холодильний агрегат побутового холодильника складається з мотор-компресора, випарника, конденсатора, системи трубопроводів і фільтра-осушувача.

У підлогових холодильниках розрізняють три типи агрегатів: з випарником, що встановлюють через люк задньої стінки шафи; з випарником, що монтують через дверний проріз; незнімні холодильні агрегати, установлені в шафу й залиті пінополіуретаном.

У однокамерних побутових холодильниках компресор установлений унизу, під шафою, конденсатор – на задній стінці, а випарник утворює невелике морозильне відділення у верхній частині камери. Іноді застосовується інше компонування: компресор установлюють на шафі, горизонтальний і частково похилий конденсатор – над ним, а випарник, як і в попередньому випадку, – у верхній частині камери, тобто під компресором (рис. 3.19).

У побутових холодильниках вітчизняного виробництва застосовують одноциліндрові поршневі непрямоточні компресори трьох типів: ДХ, ФГ і ХКВ.

Компресор ДХ має кривошипно-шатунний механізм, горизонтальний вал із частотою обертання 1500 хв^{-1} і зовнішню підвіску, а компресори ФГ і ХКВ – кривошипно-кулісний механізм із вертикальним валом із частотою обертання 3000 хв^{-1} і внутрішню підвіску.

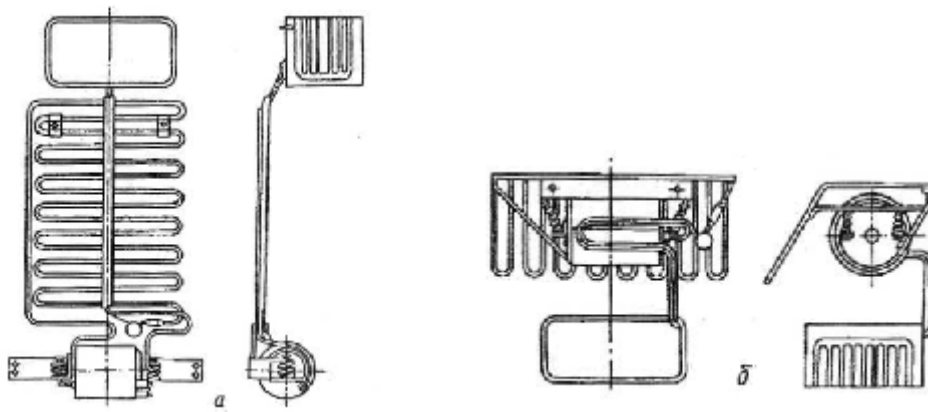


Рисунок 3.19 – Компонування холодильних агрегатів побутових холодильників з нижнім (а) і верхнім (б) розташуванням компресора

Мотор-компресори типів ДХ і ФГ можна зовні відрізнити за підвіскою (рис. 3.20). У мотор-компресорі ДХ компресор і двигун закріплені жорстко в кожусі, підвішеному (або з опорою) на рамі й пружинах.

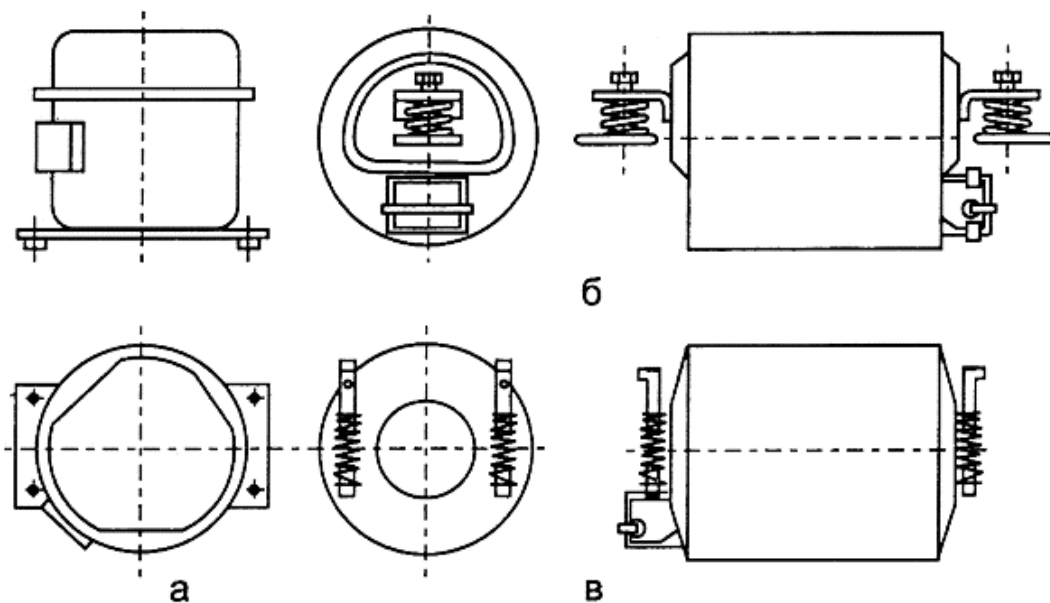


Рисунок 3.20 – Мотор-компресори: а – із внутрішньою підвіскою в кожусі; б – із зовнішньою підвіскою кожуха на двох пружинах; в – із зовнішньою підвіскою кожуха на чотирьох пружинах

Компресор і двигун мотор-компресора ФГ підвішені на пружинах усередині кожуха, а кожух жорстко закріплений на рамі. Крім зовнішнього розходження (по підвіскою) ці компресори й двигуни відрізняються також своєю конструкцією (табл. 3.8).

Пуск і захист електродвигуна компресора здійснюють за допомогою пускозахисного реле.

Компресор і електродвигун агрегату з'єднані загальним валом і укладені в герметичний кожух.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики компресорів побутових холодильників

Параметр	Значення			
	ДХ-1010	ДХ 2-1010	ФГ-0,100	ФГ-0,225
Холодопродуктивність, Вт	165	140	116	145
Споживана потужність, Вт	180	160	135	150
Частота обертання вала, хв ⁻¹	1450	1450	3000	3000
Діаметр циліндра, мм	27	27	21	23
Хід поршня, мм	16	14	14,2	14,2
Маса компресора, кг	14	14	9	9,5
Маса масла, г	430	430	350	350

Компресор забезпечує циркуляцію холодильного агента в системі агрегату. Він визначає працездатність холодильника, його економічність і продуктивність. У побутових холодильниках установлений одноциліндровий компресор поршневого типу, що приводиться в рух електродвигуном.

Компресор із кривошипно-шатунним механізмом має чавунний корпус 9 (рис. 3.21). У верхній його частині знаходиться циліндр, з обох боків якого внизу розташовані підшипники колінчатого вала. Усередині циліндра розташований сталевий поршень 25, що за допомогою чавунного шатуна 26 з'єднаний із шийкою колінчатого вала 6. Кришка 27 нижньої головки шатуна знімна, без вкладишів. У шатуні закріплений поршневий палець 37. Фіксатор 36 поршневого пальця забезпечує надійне з'єднання з верхньою голівкою шатуна й безшумність у роботі.

У верхній частині поршня є дві канавки, що заповнюються під час роботи маслом і які забезпечують компресію в циліндрі. До верхнього торця циліндра чотирма гвинтами привернута головка 12, зібрана із клапанним пристроєм і глушителями. Головка циліндра в зборі із глушителями складається з нагнітального клапана, сідла клапана й глушителя нагнітання й усмоктування. Корпус головки сталевий, він складається із двох камер.

Верхня камера усмоктування із двома усмоктувальними трубками й глушителем може з'єднуватися із циліндром через отвори, розташовані по колу в дні камери, закриті знизу всмоктувальним клапаном. Нижня камера нагнітання з нагнітальною трубкою й глушителем може з'єднуватися із циліндром через отвори, розташовані по колу в сідлі й закриті нагнітальним клапаном. Сідло запресоване в корпус головки й разом з нагнітальним клапаном заклепано в центрі з корпусом. Обидва клапани пластинчасті, сталеві.

Клапани компресора працюють у такий спосіб. Під час руху поршня долілиць всмоктувальний клапан, притиснутий по колу до краю сідла, відходить від її внаслідок розрідження, що утвориться в циліндрі. Пари хладону з кожуха компресора через усмоктувальні трубки й глушитель попадають у камеру усмоктування, звідки через отвори в корпусі головки надходять у циліндр. Під час зворотного руху поршня всмоктувальний клапан перешкоджає

виходу хладону в камеру нагнітання. Стислі пари хладону через отвори в сідлі, піднявши по всьому колу нагнітальний клапан, надходять у камеру нагнітання, а звідти через нагнітальний патрубок і глушитель у нагнітальну трубку. Тертвові деталі компресора змащують рефрижераторним маслом, залитим у кожух компресора за допомогою ротаційного насоса, розташованого в корпусі компресора. Кожух являє собою циліндр, закритий із обох боків наглухо привареними кришками. Усередині кожуха є кільцевий виступ, з одного боку якого запресований компресор, з іншого – статор електродвигуна.

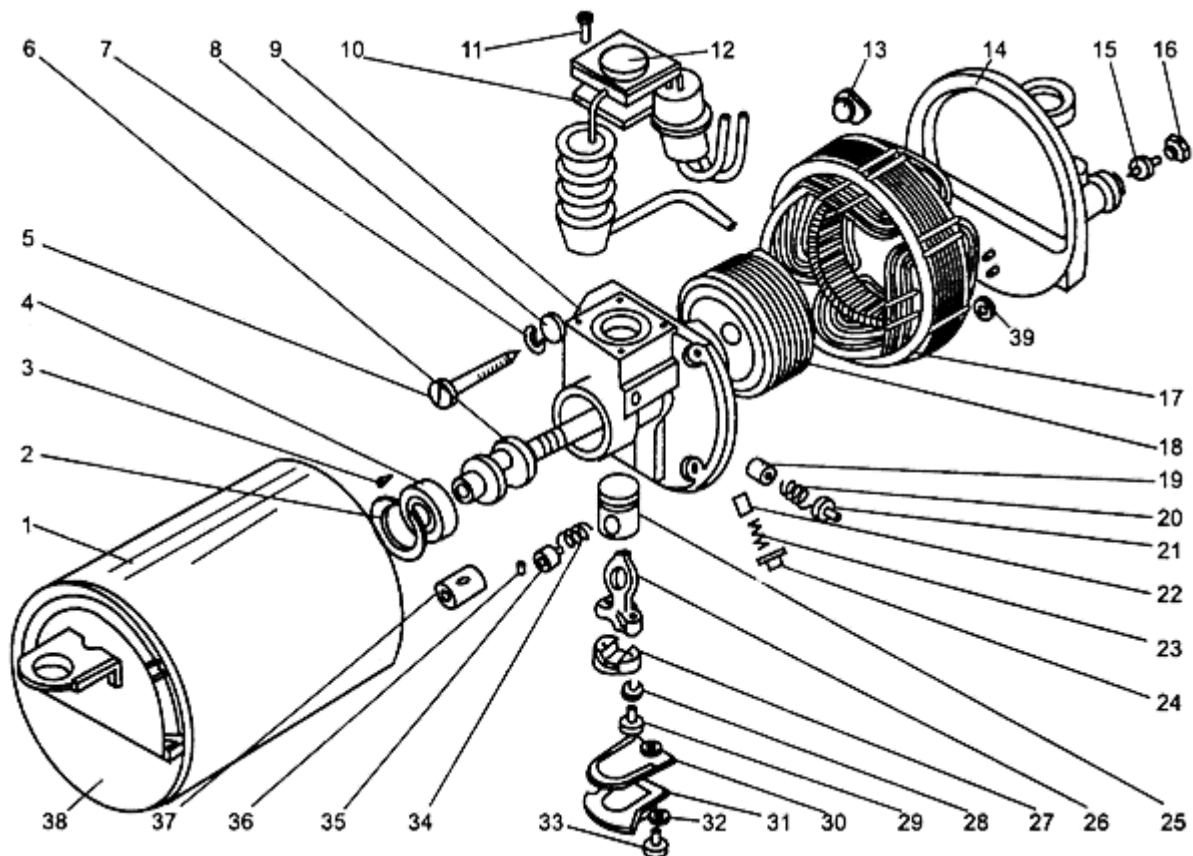


Рисунок 3.21 – Компресор з електродвигуном: 1 – кожух; 2 – кільце замкове переднього підшипника; 3 – штифт; 4 – передній підшипник; 5 – гвинт кріплення компресора; 6 – колінчатий вал; 7, 32 – пружинні шайби; 8 – шайба; 9 – корпус компресора; 10 – всмоктувальний клапан; 11 – гвинт кріплення головки циліндра; 12 – головка циліндра із глушителями; 13 – фланцева гайка; 14, 38 – кришки кожуха; 15 – запірна голка; 16 – пробка штуцера заповнення; 17 – електродвигун; 18 – ротор електродвигуна; 19 – редуційний клапан; 20 – пружина редуційного клапана; 21 – заглушка; 22 – плунжер масляного насоса; 23 – пружина плунжера; 24 – заглушка масляного насоса; 25 – поршень; 26 – шатун; 27 – кришка нижньої головки шатуна; 28 – пружинна шайба; 29 – болт кріплення кришки; 30 – приймач масляного насоса; 31 – кришка приймача масляного насоса; 33 – гвинт кріплення приймача; 34 – пружина клина; 35 – клин поршневого пальця; 36 – фіксатор поршневого пальця; 37 – поршневий палець; 39 – захисна шайба перехідного контакту

Корпус компресора й статор електродвигуна скріплені між собою чотирма стяжними болтами. В одну із кришок (з боку статора) упаяні прохідні контакти, через які подається напруга на електродвигун, а також штуцер (або трубка) для заповнення агрегату маслом і хладоном. Для зменшення шуму під час роботи холодильника кожух мотор-компресора підвішений на пружинах до рами холодильного агрегату.

Кривошипно-шатунний компресор морально застарів і замінюється високооборотним (частота обертання 3000 хв^{-1}) компресор кривошипно-кулісного типу із внутрішньою підвіскою. Переваги цих компресорів – невеликі маса й габарити, кращі показники за теплоенергетичними характеристиками, низький рівень звуку й вібрацій.

Кривошипно-кулісний мотор-компресор із вертикальним розташуванням вала підвішений на пружинах 23 (рис. 3.22) усередині герметичного кожуха 1. Залежно від конструкції підвіски пружини працюють на стискання або розтягання й служать для гасіння коливань, що виникають під час роботи компресора. Пружини кріпляться на кронштейнах, що знаходяться у верхній частині кожуха, і вгвинчуються в отвори спеціальних припоїв на корпусі 6. Корпус компресора у свою чергу припоями спирається на пружини.

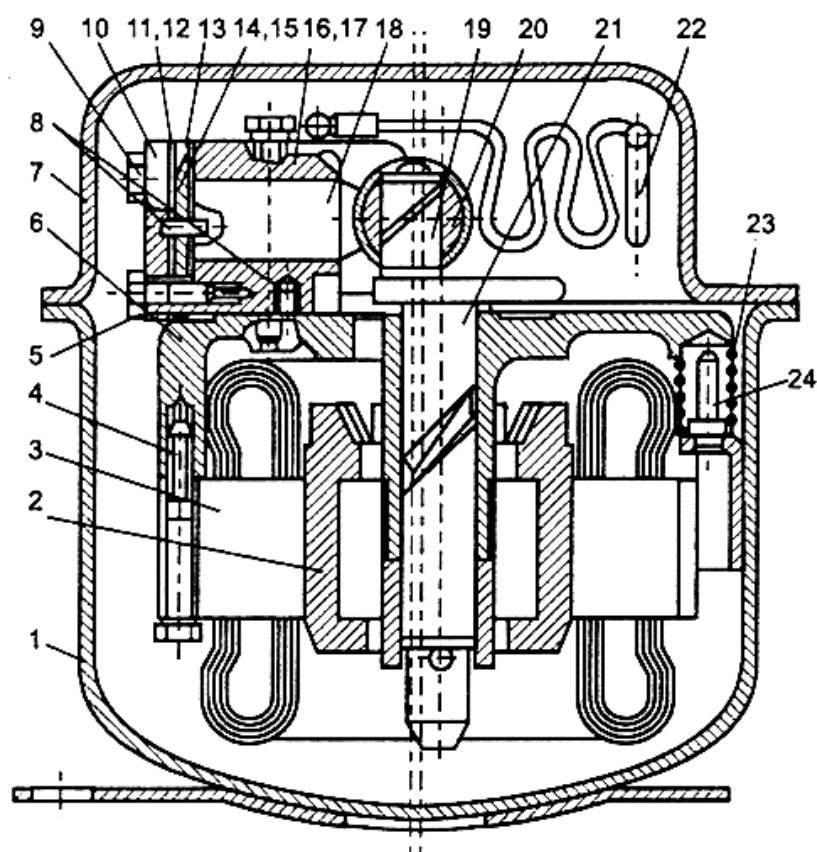


Рисунок 3.22 – Кулісний мотор-компресор: 1 – кожух у зборі; 2 – ротор; 3 – статор; 4, 5, 9 – гвинти; 6 – корпус компресора; 8 – штифти; 10 – головка циліндра; 11 – прокладка клапана нагнітання; 12 – нагрівальний клапан; 13 – сідло клапанів; 14 – всмоктувальний клапан; 15 – прокладка всмоктувального клапана; 16, 17 – циліндри; 18 – поршень; 19 – обойма; 20 – повзун; 21 – вал; 22 – трубка; 23 – буферна пружина; 24 – шпилька

Електродвигун однофазний, асинхронний, з пусковою обмоткою. Для пуску двигуна й захисту від перевантажень застосовують пускозахисне реле, з'єднане із двигуном за допомогою колодки затискачів, закріпленої на прохідних контактах пластинчастою скобою. Реле встановлено на рамі.

Ротор 2 електродвигуна поміщений безпосередньо на валу 21 компресора. Статор 3 прикріплений до корпусу 6 компресору чотирма гвинтами 4.

Статор набраний зі штампованих листів електротехнічної сталі. Обмотка статора двополюсна, чотирикатушечна. Корпус компресора чавунний, одночасно служить опорою вала. Циліндр 16 відлитий разом із глушниками. Він устанавлюється на корпусі мотор-компресора чотирма штифтами 8 і кріпиться двома гвинтами. Противага відлита разом із кривошипним валом. Для зменшення інерційних мас поршень 18 виготовлений порожнім з листової сталі. Обойма 19 згорнута з листової сталі. Поршень з'єднаний із нею пайкою мідистими припоями. Повзун 20 куліси чавунний. На торці циліндра встановлена прокладка 15 всмоктувального клапана й сам клапан 14 на двох настановних циліндричних штифтах 8. Нагнітальний клапан 12 разом з обмежувачами кріпиться до сідла заклепками. Клапани – пружинні пластинки зі сталеві високовуглецевої, термічно обробленої стрічки – установлені на штифти 8. На тих же штифтах установлені скоби, які обмежують підйом клапана. Висота підйому всмоктувального клапана $0,5 \pm 0,08$ мм, нагнітального – 1,18 мм. Діаметр усмоктувального отвору 5 мм, нагнітального – 3,4 мм.

Сідло 13 клапанів і головка 10 циліндра відлиті із чавуну. Вал 21 ротора 2 обертається в підшипнику в корпусі компресора. Кожух 1 мотор-компресора виготовлений із листової сталі.

Тертьові частини компресора змазуються мастилом під дією відцентрової сили через косий отвір у нижньому торці корінної шийки вала. Під час обертання вала 21 мастило, потрапляючи в похилий канал, піднімається нагору й попадає до тертьової пари вал 21 – корпус 6 компресора. Далі гвинтовою канавкою мастило надходить до пари вал 21 – повзун 20. Пара поршень 18 – циліндр 16 змазується розбризкуванням.

Пари хладону всмоктуються з кожуха в циліндр 16 через глушитель усмоктування й нагнітаються через глушитель нагнітання в трубку 22. Змійовик нагнітальної трубки 22 сприяє гасінню коливань мотор-компресора, корпус якого опирається на три пружини 23. Запобігає випадінню пружин шпилька 24.

Кожух 1 закритий зверху кришкою 7, привареною по фланці й обмежуючою переміщення мотор-компресора нагору.

Компресори поділяють на такі виконання.

Залежно від **номінальної напруги й частоти струму**:

- 1 – за напруги мережі 220 В і частоті 50 Гц;
- 2 – за напруги мережі 115 В і частоті 60 Гц.

Залежно від **електродвигуна й пускозахисного реле**:

- Д – двополюсний однофазний асинхронний електродвигун холодильної машини (ДХМ), пускозахисне, струмове, комбіноване реле (РТК);

- Л – двополюсний однофазний асинхронний електродвигун (ЕД) і двополюсний однофазний асинхронний електродвигун з підвищеним пусковим моментом (ЕДП), пускозахисне комбіноване реле (Р).

Залежно від **наявності пристроїв охолодження**:

- Б – без пристрою для додаткового охолодження;
- М – із пристроєм для додаткового охолодження.

Залежно від **умов експлуатації**:

- УХЛ – для умов експлуатації в регіонах з помірним і холодним кліматом;
- Т – для умов експлуатації в регіонах із тропічним кліматом.

Конденсатор холодильного агрегату є теплообмінним апаратом, у якому холодоагент віддає тепло навколишньому середовищу. Пари холодоагенту, охолоджуючись до температури конденсації, переходять у рідкий стан. Конденсатор являє собою трубопровід, вигнутий у вигляді змійовика, усередину якого надходять пари хладону. Змійовик охолоджується зовні навколишнім повітрям. Зовнішня поверхня змійовика звичайно недостатня для відведення тепла повітрям, тому поверхню змійовика збільшують за рахунок великої кількості ребер, кріпленням змійовика до металевого листа й іншими способами.

Широко поширені конденсатори конвективного охолодження із дрововим оребренням (рис. 3.23а). Конденсатор являє собою змійовик із мідної трубки із привареними до неї з обох боків (один проти одного) ребрами зі сталевого дроту діаметром 1,2...2 мм. Застосовуються також конденсатори щитові із завальцьованою трубкою.

У холодильниках старих моделей застосовувалися листотрубчасті конденсатори. Листотрубчастий щитовий конденсатор (рис. 3.23б) складається зі змійовика, що приварений, припаяний або щільно притиснутий до металевого листа, який виконує роль суцільного ребра. У листі іноді роблять проріз із відбортовкою на зразок жалюзі. Це збільшує теплопередавальну поверхню за рахунок торців відігнутих металевих язичків і циркуляції повітря.

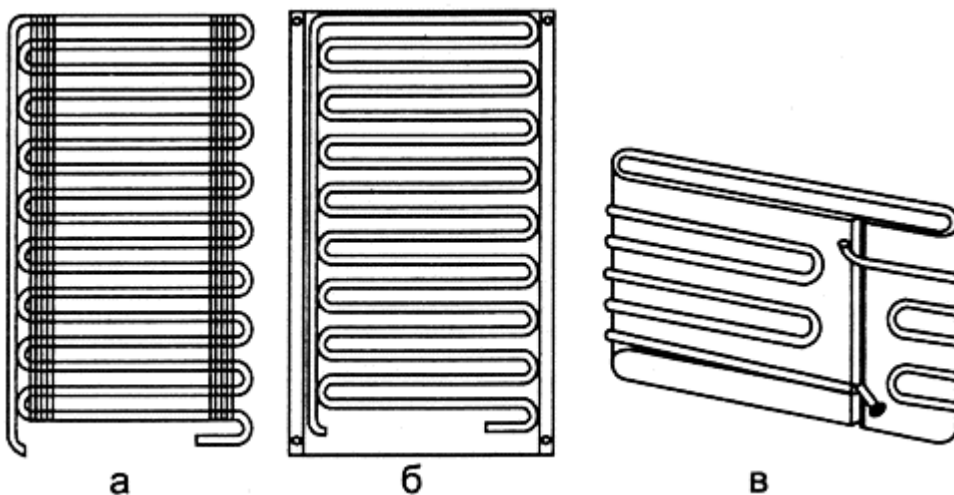


Рисунок 3.23 – Конструкція конденсаторів холодильного агрегату:
а – із дрововим оребренням; б – листотрубчастий; в – прокатно-зварений

Діаметр труб 4,75...8 мм, крок 35...60 мм, товщина листа 0,5...1 мм.

Труби зміювика на листі звичайно розташовують горизонтально, у деяких листотрубчастих конденсаторах їх розташовують вертикально, щоб останні витки трубопроводу не нагрівалися від кожуха компресора. Довжина трубопроводу конденсатора становить 6500...14 000 мм.

Листотрубчастий прокатно-зварений конденсатор (рис. 3.22в) виготовлений із алюмінієвого листа товщиною 1,5 мм із роздутими в ньому каналами зміювика. Конденсатор має форму сплюсненої труби й закріплений на задній стінці шафи холодильника. За порівняно невеликих розмірів конденсатор працює ефективно завдяки високій теплопровідності алюмінію й теплопередачі через однорідне середовище. Для більш ефективної циркуляції повітря в щиті зроблені наскрізні просічки. Конденсатор із одного боку з'єднаний трубопроводами з нагнітальною лінією компресора, а з іншого через фільтр і капілярну трубку – з випарником. Для захисту від корозії конденсатор фарбують чорною емаллю.

Випарник. У випарнику відбувається передача тепла від охолоджуваного об'єкта до такого, що випаровується (киплячого) внаслідок цього холодильному агентіві. За принципом дії випарники аналогічні конденсаторам, але відрізняються тим, що в конденсаторі холодильний агент віддає тепло навколишньому середовищу, а у випарниках поглинає його з охолоджуваного середовища.

Випарники мають канали різної конфігурації й відрізняються способом кріплення в холодильній камері (рис. 3.24). У деяких холодильних агрегатах випарники відрізняються тим, що система каналів у них має замість двох вихідних отворів для приєднання капілярної й усмоктувальної трубки лише один. У таких агрегатів капілярна трубка проходить усередині усмоктувальної. Кінець усмоктувальної трубки приварюють у торці вихідного каналу випарника, а капілярна трубка проходить через вихідний канал у вхідний, де її обжимають, щоб не відбувалося перетікання хладону із вхідного каналу у вихідний.

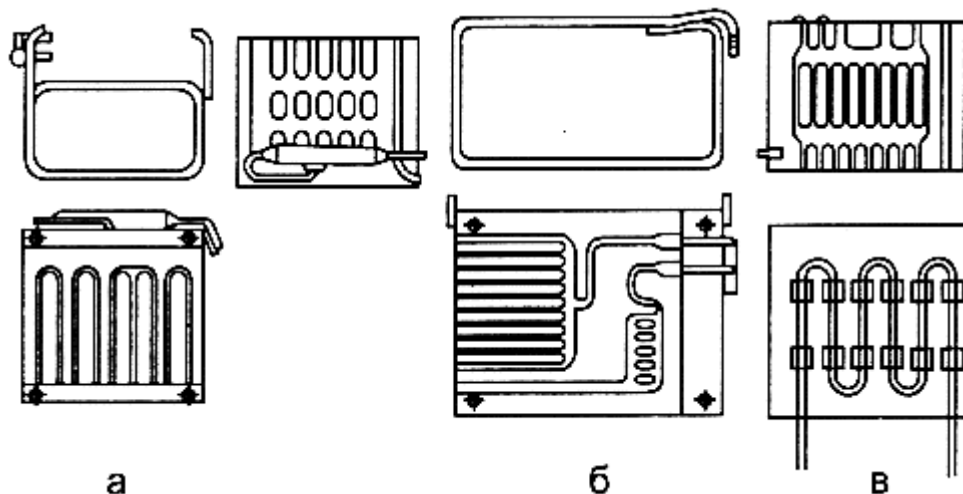


Рисунок 3.24 – Конструкція випарників: а – у вигляді переверненої букви П; б – 0-подібної форми; в – листотрубчастий (вид знизу)

Випарники випускають різних конструкцій. Широке поширення в холодильниках ранніх випусків мали випарники, виготовлені у вигляді переверненої букви П (рис. 3.24а), часто витягнутої на всю ширину камери, з полицею для продуктів. У сучасних холодильниках із морозильними відділеннями на всю ширину камери випарники роблять у вигляді витягнутої букви О (рис. 3.24б) або повернутої нагору букви С. Випарник кріплять до стелі або бічних стінок камери.

На сьогодні у деяких моделях двокамерних холодильників застосовують листотрубчасті (рис. 3.24в) секційні випарники, плоскі, розташовані на задній стінці камери холодильника або встановлювані горизонтально (у цьому випадку випарник одночасно є полицею). Трубопровід випарника діаметром 8 мм прикріплений до металевого листа із внутрішньої сторони. Для кріплення трубопроводу й циркуляції повітря на листа зроблені просічки.

Капілярна трубка в складанні із відсмоктувальною служить регулюючим пристроєм для подачі рідкого холодоагенту у випарник. Вона являє собою мідний трубопровід із внутрішнім діаметром 0,5...0,8 і довжиною 2800...3000 мм (залежно від моделі холодильника), що з'єднує сторони високого й низького тиску в системі холодильного агрегату. Маючи невелику прохідність (5,6...8,5 л/хв), капілярна трубка є дроселем і створює перепад тиску між конденсатором і випарником і подає у випарник певну кількість рідкого хладону. До переваг капілярних трубок порівняно з іншими дроселюючими пристроями (наприклад, з терморегулювальними вентилями) варто віднести простоту конструкції, відсутність частин, що рухаються, і надійність у роботі. Крім того, капілярна трубка, з'єднуючи між собою сторони нагнітання й усмоктування, зрівнює тиск у системі агрегату під час його зупинок (рис. 3.25). Це знижує протитиск на поршень компресора в момент запуску й дозволяє застосовувати електродвигун компресора з відносно невеликим пусковим моментом.

Недоліком капілярної трубки є неможливість необхідного регулювання подачі хладону у випарник за різних температурних умов експлуатації холодильника. Для поліпшення теплообміну між холодними парами, що відсмоктують, і теплим рідким холодоагентом, який рухається протитоком, капілярну й відсмоктувальну трубки спаюють між собою на великій ділянці. У деяких холодильниках капілярну трубку намотують на відсмоктувальну або поміщають усередині неї.

Фільтр установлюють на вході в капілярну трубку для запобігання її засміченню твердими частинами. Фільтри виготовляють із дрібних латунних сіток або металокераміки. Металокерамічний фільтр складається із бронзових кульок діаметром 0,3 мм, сплавлених у стовпчик конусоподібної форми, поміщений у металевий корпус.

Капілярну трубку припаюють до металокерамічного фільтра під кутом 30°. У більшості холодильників фільтр змонтований у одному корпусі з осушувальним патроном. По краях корпусу розташовані сітки, а між сітками – адсорбент (застосовують для очищення робочого середовища хладонових холодильних машин від вологи й кислот).

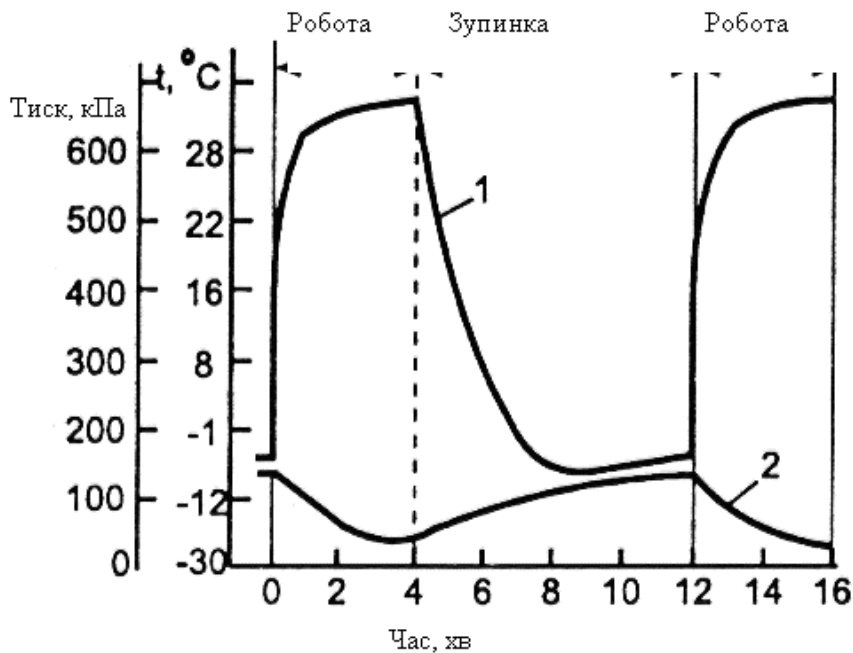


Рисунок 3.25 – Криві зміни тиску в холодильному агрегаті за цикл роботи:
1 – тиск у капілярній трубці; 2 – тиск у відсмоктувальній трубці

Адсорбенти

Для очищення робочого середовища хладонових холодильних машин від вологи й кислот застосовують адсорбенти різних марок. Ними заповнюють фільтри-осушувачі.

Ефективними поглиначами вологи є синтетичні цеоліти МаА-2МШ і НаА-2КТ. Їх випускають у вигляді таблеток або кульок розміром 1,5...3,5 мм. Порівняно з мінеральними адсорбентами (силікагелем, алюмогелем та ін.) цеоліти добре поглинають воду з холодильного агента.

Переваги цеоліту порівняно з силікагелем стають ще значнішими за наявності мастила в холодильному агенті.

Синтетичний цеоліт МаА-2МШ призначений для заповнення осушувальних патронів побутових холодильників, що працюють на хладоні. Він активно адсорбує сліди води й майже поглинає холодильні агенти й мастила.

Осушувальний патрон служить для поглинання вологи з холодоагенту й запобігає води в регульовальному пристрої (капілярній трубці). Корпус 2 (рис. 3.26а) осушувального патрона складається з металевої трубки довжиною 105...135 мм і діаметром 12...18 мм із витягнутими кінцями, в отвори яких упаюють відповідні трубопроводи холодильного агрегату.

Усередині корпусу патрона поміщають 10...18 г адсорбенту (синтетичного цеоліту). Адсорбенти мають просту кристалічну структуру. Дрібні пори з'єднані вузькими каналами. Завдяки такій структурі виникає вибірна адсорбція, тобто властивість молекулярного щита, коли в порожнини пор проникають лише ті молекули, розмір яких менше діаметра каналів. Тому вся активна поверхня й обсяг пор використовуються для втримання

молекул води й не засмічуються іншими речовинами з більшими молекулами (зокрема, хладоном і мастилом).

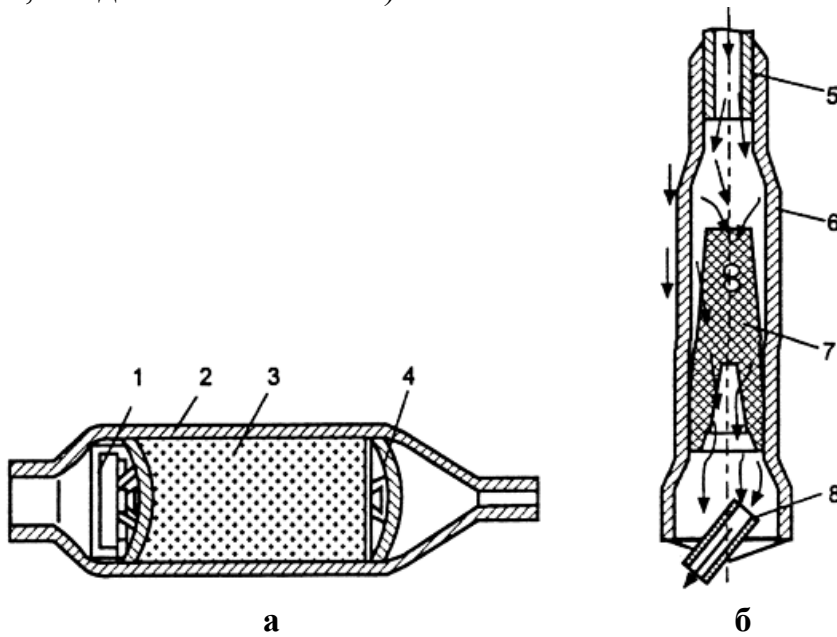


Рисунок 3.26 – Фільтр-осушувальний патрон: а – без металокераміки; б – з металокерамікою: 1 – обойма сітки фільтра; 2 – корпус; 3 – адсорбент; 4 – сітка фільтра; 5 – трубка конденсатора; 6 – корпус; 7 – фільтр; 8 – капілярна трубка

Корпус осушувального патрона залежно від місця установок його в агрегаті виготовляють зі сталевих, мідних або алюмінієвих трубок. Адсорбент 3 поміщають у корпус патрона між сітками 4 з обоймами 1, які встановлені на вході й виході патрона. Якщо осушувальний патрон поміщений у штампованому випарнику, корпусом осушувача служить колектор випарника, куди кладуть адсорбент у сітчастому чохла. Осушувальні патрони із силікагелем звичайно ставлять у холодильній зоні агрегату – випарнику. Осушувальні патрони із цеолітом установлюють на стороні нагнітання перед входом у капілярну трубку, тобто там, де перебуває фільтр. У цьому випадку осушувальний патрон сполучають із фільтром (фільтр-осушувач).

Поряд із мідною сіткою використовують металокераміку. Фільтр 7 (рис. 3.26б) складається з великої кількості бронзових кульок діаметром 0,25 мм, які в результаті спікання утворюють стовпчик конічної форми. Між прилягаючими одна до одної поверхнями кульок є дрібні зазори, що утворюють численні лабіринти які, проте не перешкоджають проходу рідкого холодоагенту. Для збільшення поверхні фільтра в торці великої підстави конуса є глухий отвір.

У вхідний отвір корпусу 6 фільтра запаюють трубку 5 конденсатора, а у вихідний – капілярну трубку 8.

У холодильних агрегатах зі сталевим випарником і конденсатором з мідної трубки для запобігання або усунення замерзання вологи в капілярній трубці замість осушувального патрона застосовують метиловий спирт. У цьому випадку вода не усувається із системи агрегату, знижується лише температура

її замерзання. Звичайно в систему агрегату вводять 1...2% (кількості хладону) хімічно чистого метилового спирту. Його використання в агрегатах з алюмінієвим випарником або конденсатором неприпустимо, тому що взаємодія спирту з алюмінієм приведе до руйнування й виходу хладону із системи агрегату.

Всі наявні в холодильному агрегаті з'єднання виконані зварюванням і паянням твердими припоями. Алюмінієві частини з'єднують аргонодуговим зварюванням, мідні – паянням. З'єднання алюмінієвих частин із мідними трубопроводами здійснюють через перехідні мідно-алюмінієві трубки, попередньо зварені на спеціальній електрозварювальній машині.

Індикатор вологості

Перед тим, як у холодильний агрегат залити хладон, перевіряють його вологість. Для цього використовують індикатор вологості, установлений на трубопроводі, що подає хладон до агрегату. Індикатор вологості ІВ-7 складається з латунного корпусу 1 (рис. 3.27) з оглядовим склом 3, накидною гайкою 4 і чутливого елемента 2 на капроновому стрижні 5.

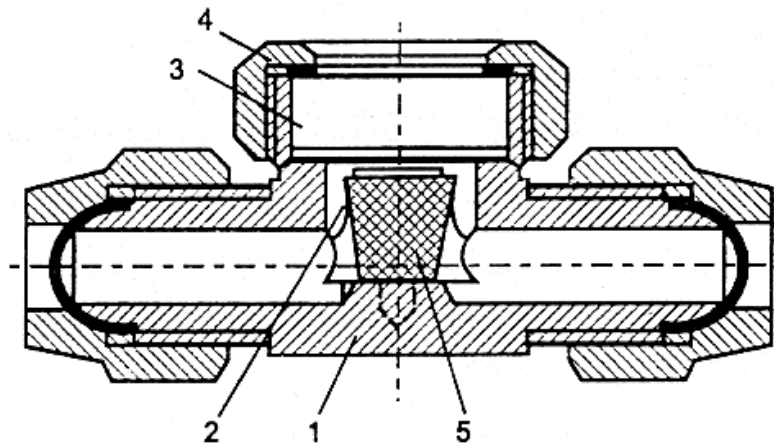


Рисунок 3.27 – Індикатор вологості: 1 – корпус; 2 – чутливий елемент; 3 – оглядове скло; 4 – накидна гайка; 5 – капроновий стрижень

Чутливим елементом є фільтрувальний папір, просочений 4%-ним розчином бромистого кобальту. Колір паперу залежить від вмісту води у хладоні й від температури, з підвищенням якої розчинність води в хладоні збільшується.

3.2.4. Конструкція холодильника

Розглянемо детально конструкцію побутового холодильника на прикладі холодильника-морозильника Stinol-104 КШТ-305 (NF3304Т). Це трикамерний, який складається з холодильної, морозильної й висувної (для зберігання овочів і фруктів) камер.

Загальний вигляд холодильника-морозильника наведений на рис. 3.28. Морозильна камера (МК), розташована у верхній частині, обладнана системою «без інею» (No Frost) із циркуляцією холодного повітря й автоматичним відтаванням випарника. Холодильна камера (ХК) охолоджується від випарника.

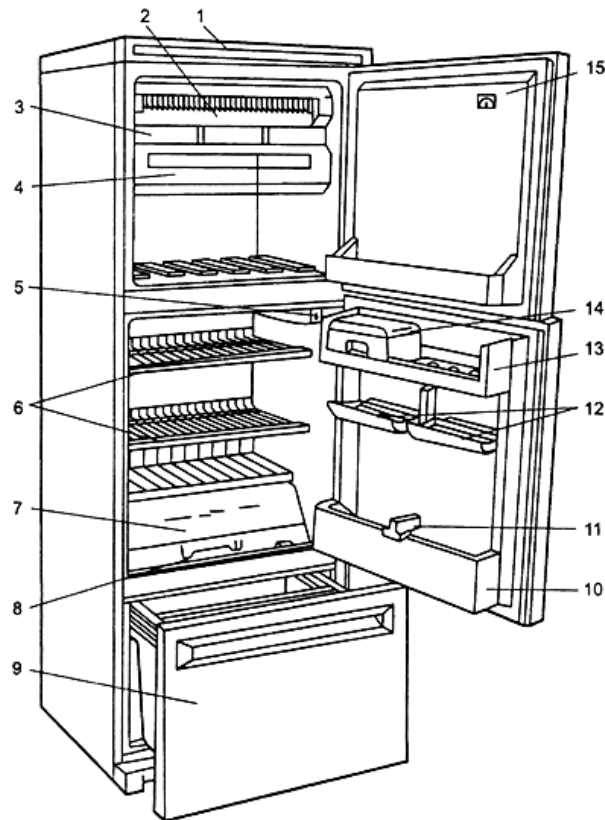


Рисунок 3.28 – Холодильник КШТ-305: 1 – панель керування; 2 – акумулятор холоду; 3 – ванночки для льоду; 4 – відділення для заморожування свіжих продуктів; 5 – плафон із лампою; 6 – полки холодильної камери; 7 – відділення для парного м'яса; 8 – важілець для регулювання температури в камері для фруктів і овочів; 9 – третя висувна камера для зберігання овочів і фруктів; 10, 12, 13 – полиці панелі дверей; 11 – рухливий упор; 14 – знімна ємність; 15 – індикатор температури

Під холодильною камерою розташована висувна камера-контейнер для зберігання овочів і фруктів, охолодження якої здійснюється завдяки потраплянню в неї холодного повітря через отвір у задній частині холодильної камери й ежекції його назад у холодильну камеру через дефлектор, розташований у нижній передній частині холодильної камери. Холодильник виконаний у вигляді прямокутної теплоізолюваної шафи.

Корпус холодильника складається із зовнішньої металевої панельного типу й внутрішньої (з удароміцного полістиролу) шаф. Простір між шафами заповнено теплоізоляцією – пінополіуретаном (ППУ), що жорстко з'єднує між собою зовнішню й внутрішню шафи, перетворюючи їх у нерозбірний моноблок.

Дверні панелі також заповнені теплоізоляцією – пінополіуретаном. Передній проріз шафи закривається трьома дверима. Щільне прилягання дверей забезпечується за допомогою магнітних ущільнювачів, закріплених на внутрішній панелі дверей. Двері холодильної й морозильної камер являють собою нерозбірні моноблоки, роздільна заміна окремих конструктивних елементів дверей (крім знімних сервіровочних приналежностей) неможлива. Двері контейнера для зберігання овочів і фруктів, також заінієні пінополіуретаном (ППУ), можна відокремити від ущільнювальної прокладки й самого контейнера.

Охолодження камер холодильника здійснюється холодильним агрегатом, виконаним за двовипарниковою схемою.

Випарник холодильної камери, виконаний із мідної трубки, закріплений і заінієний ППУ між задніми стінками зовнішньої й внутрішньої шаф. Така конструкція робить його незнімним, проте хімічні особливості матеріалу трубки випарника – міді – роблять витік через корозію малоімовірною.

Випарник радіаторного типу морозильної камери 22 (рис. 3.29) є основним елементом системи охолодження «без інею» (No Frost).

Для забезпечення циркуляції повітря між ребрами випарника й морозильною камерою у верхній частині її за випарником знаходиться електровентилятор із крильчаткою 6, що засмоктує повітря з камери через панель повернення повітря 5.

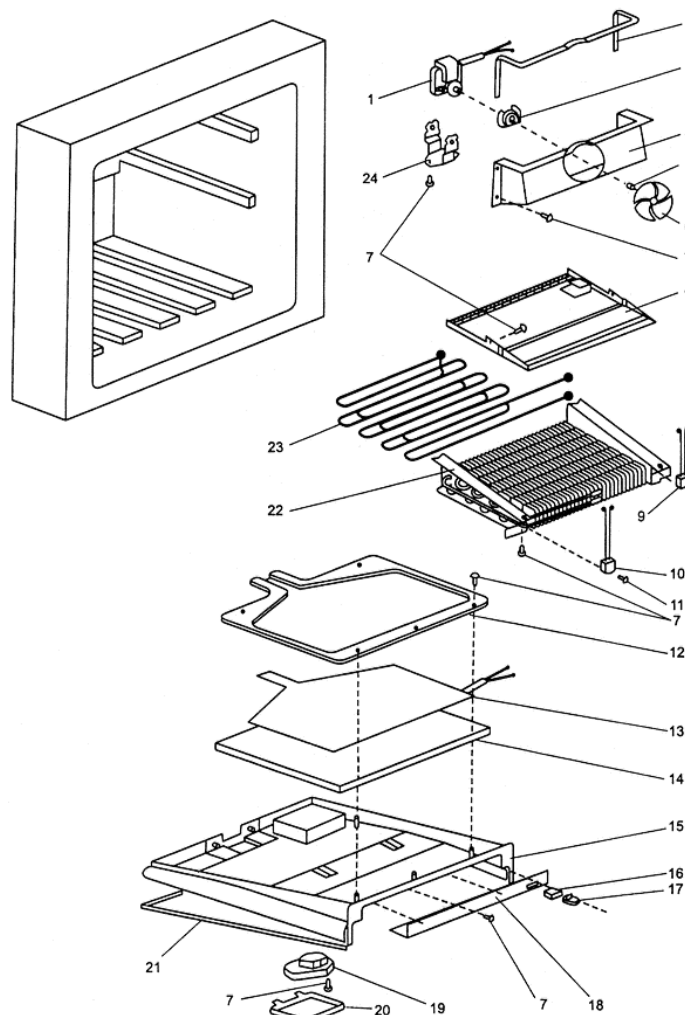


Рисунок 3.29 – Морозильна камера холодильника-морозильника Stinol-104 КШТ-305: 1 – електродвигун; 2 – напрямна планка; 3 – прокладка електродвигуна; 4 – перегородна камера; 5 – вісь; 6 – крильчатка електровентилятора; 7, 11 – гвинти самонарізні; 8 – верхній ящик випарника; 9 – теплове реле електронагрівника випарника; 10 – теплове реле включення вентилятора; 12 – нижній ящик випарника; 13 – електронагрівник піддона випарника; 14 – ізоляційна обшивка; 15 – обшивка сепаратора; 16 – вимикач; 17 – футляр; 18 – кришка сполучна; 19 – таймер; 20 – кришка; 21 – напрямна обшивка сепаратора; 22 – випарник морозильної камери; 23 – електронагрівник випарника; 24 – скоба

На випарнику закріплений електронагрівник (опір відтавання випарника) 23 (рис. 3.29), що автоматично через 10...12 год роботи компресора холодильного агрегату, що обслуговує МК, включається, викликаючи розігрівання й відтавання випарника. Автоматичне відтавання забезпечується таймером 19, реле термозахисту 9 і електронагрівником піддона випарника 13. Останній забезпечує стікання вологи, що станула, у дренажну систему МК. Знизу, під блоком повітроохолодження, перебуває евтектичний акумулятор холоду, що згладжує коливання температури в МК, викликані циклічною роботою його холодильного агрегату і який прямо впливає на охолоджувані продукти.

Компресор 9 (рис. 3.30) холодильного агрегату розташований на металевому траверсі 11 у машинному відділенні в задній частині шафи. На задній стінці шафи закріплений конденсатор 4.

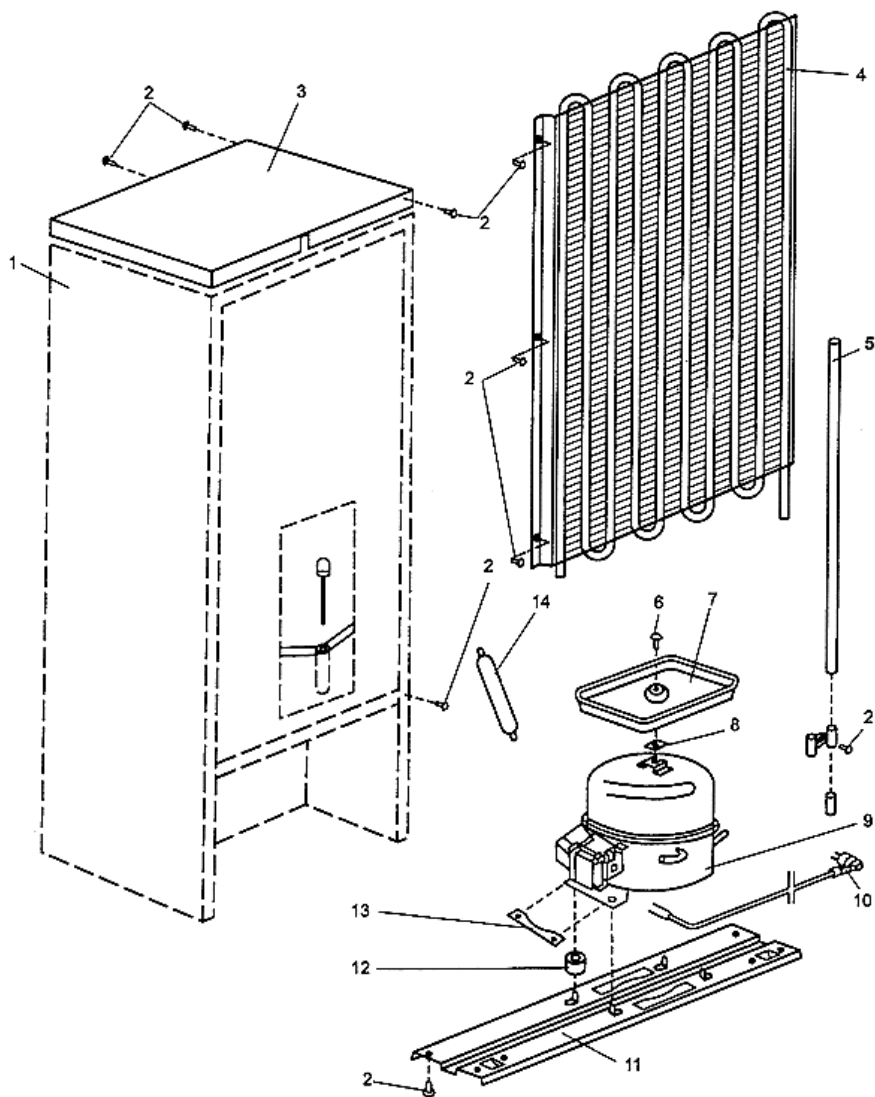


Рисунок 3.30 – Вузол кріплення компресора холодильника-морозильника Stinol-104 КШТ-305: 1 – шафа; 2 – гвинт самонарізний; 3 – кришка холодильника-морозильника; 4 – конденсатор; 5 – трубопровід для зливу конденсату; 6 – гвинт; 7 – ванночка для прийому поталої води; 8 – прокладка; 9 – компресор; 10 – шнур електричний; 11– металева траверса; 12 – амортизатор; 13 – притиск; 14 – фільтр-осушувач

Як дроселюючий пристрій використовується капілярна трубка внутрішнім діаметром 0,71 мм. Наявність такого елемента в схемі агрегату робить його чутливим до вологи й інших забруднень, що потрапили у внутрішню систему. В агрегаті для очищення й осушення його системи передбачений фільтр-осушувач. Проте при значних кількостях вологи й забруднень, що потрапили в систему (під час витоків фреону на стороні усмоктування), установки нового фільтра-осушувача може бути недостатньо.

По контуру дверного прорізу МК у холодильників цієї моделі прокладена спеціальна трубка, якою теплий холодоагент подається на конденсатор. Трубка обігріває дверний проріз, перешкоджаючи конденсації вологи й примерзанню дверей до шафи. Ця трубка заповнена ППУ.

У холодильній камері на правій її стороні закріплений блок освітлення з лампочкою 20 (рис. 3.31) і дверний вимикач 14. У верхній частині холодильника на лицьовій стороні шафи розташована панель керування 7. Терморегулятор 8 призначений для керування ХК і МК, а індикаторна зелена світлосигнальна лампочка 6 указує на підключення до електромережі кожної з камер.

Відтавання у холодильній камері відбувається автоматично: під час неробочої частини циклу роботи холодильника вода дренажною системою виводиться назовні й випаровується.

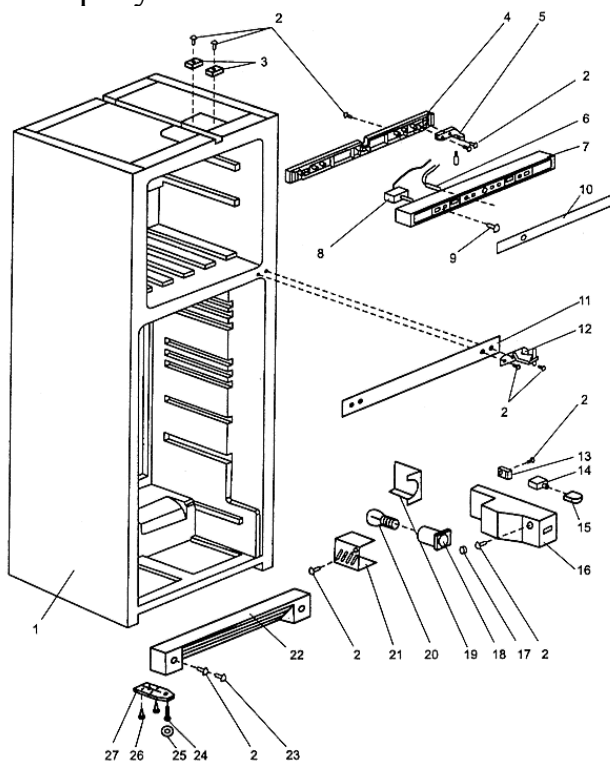


Рисунок 3.31 – Пульти керування холодильником Stinol – 104 КШТ-305:
1 – шафа; 2 – самонарізний гвинт; 3 – пластина; 4 – підставка панелі керування; 5 – верхнє навішення дверей; 6 – світлосигнальна лампочка; 7 – панель керування; 8 – терморегулятор; 9 – ручка терморегулятора; 10 – трафаретний профіль; 11 – бічна пластина; 12 – центральна навіска; 13 – планка; 14 – дверний вимикач; 15 – футляр; 16 – блок освітлення; 17,23 – пробки; 18 – патрон; 19 – кришка плафона; 20 – лампочка; 21 – плафон; 22 – нижня підставка холодильника-морозильника; 24 – болт; 25 – заглушка; 26 – гвинт; 27 – нижня опорна пластина

Електрична схема холодильника-морозильника Stinol-104 КШТ-305.

(рис. 3.32) забезпечує роботу холодильника в повністю автоматичному режимі. Під час замикання ланцюга терморегулятора ТН1 напруга подається на контакти 2–3 таймера Т1М, через них – в електроланцюг компресора С01, електродвигуна вентилятора МV, електродвигуна таймера М. компресор забезпечує циркуляцію холодоагенту в системі холодильного агрегату й зниження температури випарників МК і ХК.

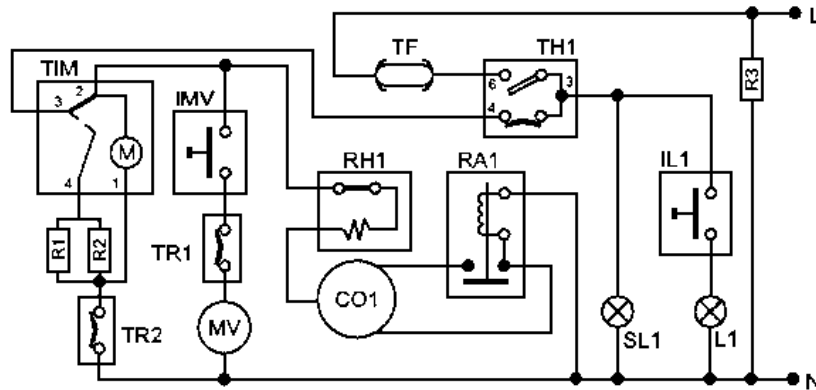


Рисунок 3.32 – Електрична схема холодильника-морозильника Stinol-104 КШТ-305: L – мережа; N – нейтральна фаза; ТН1 – терморегулятор холодильного відділення; RH1 – теплове реле компресора; RA1 – пускове реле компресора; SL1 – сигнальна лампа мережі; ІЛ1 – вимикач лампи; L1 – лампа холодильного відділення; TR1 – теплове реле включення вентилятора; TR2 – теплове реле електронагрівника випарника; ІMV – вимикач вентилятора; MV – електродвигун вентилятора; R1 – електронагрівник піддона випарника; R2 – електронагрівник випарника; TF – тепловий плавкий запобіжник; CO1 – компресор; R3 – протиконденсатний електронагрівник; М – електродвигун таймера; Т1М – таймер

За зниження температури випарника МК до мінус 10°C реле TR1 (сповільнювач обертання крильчатки вентилятора), закріплене на випарнику, включає електродвигун вентилятора, що обдуває ребристий випарник і подає повітря в МК, теплове реле TR2 також замикається, забезпечуючи включення електродвигуна М таймера, що починає відлік часу роботи компресора.

Таймер Т1М через певний відрізок часу роботи компресора (8...10 год) відключає електродвигуни компресора, вентилятора, таймера й включає електронагрівальні опори R2 (відтавання випарника) і R1 (нагрівача піддона випарника). Якщо контакти терморегулятора ТН1 замкнуті, іде процес відтавання шару інею з випарника МК. Під час досягнення випарником температури 10°C реле TR2 відключає електронагрівальні опори R1, R2 і забезпечує по електричному колу ТН1,Т1М, R2, М, RH1, CO1, RA1 роботу електродвигуна таймера. Контакти таймера перемикаються, при цьому відключаються нагрівальні опори R1 і R2 і включаються ланцюги електродвигунів компресора, вентилятора й таймера. Контакти реле TR1 і TR2 при цьому

розімкнуті. Починається охолодження випарника МК, через якийсь час спрацьовує реле TR1, включається електродвигун вентилятора. Під час відкривання дверей МК вимикач ІМV відключає вентилятор.

Якщо з якої-небудь причини температура випарника МК досягає 60°C, то розплавляється термозапобіжник TF, розташований у одному корпусі з тепловим реле електронагрівника випарника TR2, і вся електросхема, що забезпечує роботу холодильного агрегату, відключається, крім R3 (нагрівач перегородки ХК і відділення для зберігання фруктів і овочів).

Протиконденсатний електронагрівник запобігає утворенню конденсату, постійно прогріває поперечку між холодильною камерою й висувною камерою для зберігання фруктів і овочів.

3.2.5. Холодоагент R600A – перспективний холодоагент побутових холодильників

Загальні відомості

Довгий час у холодоагенті R600a (ізобутан) не було особливої необхідності, і його виробляли у вкрай обмежених кількостях. Сьогодні ця хімічна сполука стає одним із самих популярних холодильних агентів. У першу чергу відіграє роль те, що з моменту початкового використання цього холодоагенту значно змінилися технології його використання, які допомогли знизити як заправну дозу (і, отже, межі припустимих концентрацій), так і поліпшити технічні характеристики побутових холодильних приладів (БХП), зокрема – енергоспоживання.

Для порівняння: у сучасному 130-літровому холодильнику використовується не більше 25 г холодоагенту R600a, а на початку минулого століття в холодильник такого ж обсягу заправляли 250 г ізобутану. R600a є перспективним порівняно з усіма відомими нині холодоагентами (в основному з економічних міркувань).

Виробляти ізобутан у необхідних кількостях під силу будь-якому нафтопереробному заводу. Але крім важливих переваг, R600a має істотний недолік – він вибухонебезпечний, що накладає певні обмеження під час роботи з ним. Крім того, застосуванню ізобутану в холодильній техніці сприяють прийняті ще в липні 2002 року нові нормативні документи, що регламентують застосування цієї речовини, наприклад, ДСТ Р МЕК 2-24-2001.

За підсумками 2005 року близько 10% БХП у світі й більше 35% у Європі працювали на R600a.

Особливості застосування ізобутану як холодоагенту. За кордоном ізобутан масово став використовуватися як холодоагент побутових холодильників уже в 90-х роках минулого століття. Одними з перших БХП на території країн СНД, у яких як холодоагент став використовуватися ізобутан, були холодильники «Норд».

Особливістю систем, що використовують як робоче тіло холодоагент R600a, є те, що через винятково вигідні властивості природного холодоагенту розробляються принципово нові вироби. Характеристики й властивості

фреонів, що застосовувалися раніше, відрізняються від параметрів їхньої сучасної альтернативи – ізобутану.

Переваги й недоліки властиві новому холодоагенту порівняно із традиційними фреонами. Основні переваги ізобутану, використовуваного як холодоагент:

Екологічні переваги R600a:

- у ньому відсутні синтетичні компоненти;
- зменшений рівень шуму БХП;
- не руйнує озоновий шар (коефіцієнт (ODP=0));
- низький потенціал впливу на парниковий ефект (GWP = 0,001).

Термодинамічні переваги R600a:

- має більш високий (наприклад, чим R12) холодильний коефіцієнт, що зменшує енергоспоживання БХП;
- вуглеводні (ізобутанові й пропан-бутанові суміші) можуть бути застосовані в існуючих конструкціях компресорів.

Експлуатаційні переваги R600a:

- відносно стійкий газ (розрахунковий термін служби в складі БХП – більше 20 років);
- є чистою (простою) речовиною;
- добре розчиняється в мінеральному маслі;
- є можливість використання в сумішних холодоагентах (C1=R152+R600a; R290/R600a; M1LE=R22/R142b/R600; R218/R600a). Це дозволяє домогтися параметрів сумішного холодоагенту, близьких, наприклад, до R12, який застосовувався раніше. У свою чергу, така заміна дозволяє спростити процес ретрофіту* систем;
- природні вуглеводні як холодоагенти не знаходили широкого застосування в БХП через підвищену пожежну небезпеку.

У сучасних конструкціях цю проблему вирішили завдяки зменшенню дози заправлення до таких обсягів, які практично не можуть спричинити пожежу. Доза заправлення побутових холодильників і морозильників настільки мала, що навіть в разі раптового й повного витоку холодоагенту з агрегату його концентрація в кухні обсягом 20 м³ буде нижче порога горючості в десятки разів.

Економічні переваги R600a:

- маса холодоагенту, що циркулює в холодильному агрегаті за використання ізобутану, значно менше;
- є заводи з випуску ізобутану товарної кількості (в Росії фракції ізобутану виробляють Туймазінське й Шкаповське виробництва);
- найбільш економічні холодильники із класами енергоспоживання A+ і A++ працюють на R600a.

Екологічні недоліки R600a:

- немає.

* *Ретрофіт* – переведення існуючого обладнання для роботи з ознобезпечними холодоагентами.

Термодинамічні недоліки R600a:

- низька розчинність у воді (0,03 г/л за 20°C);
- не вступає з водою в хімічні реакції;
- низька питома об'ємна холодопродуктивність (в 2 рази нижче, ніж в R12).

Експлуатаційні недоліки R600a:

- практично не дозволяє зробити ретрофіт існуючого обладнання без значних змін у конструкції холодильного агрегату й електрообладнання ПХП;
- газ без кольору й запаху, що утрудняє його виявлення;
- через те, що ізобутан важче повітря, в разі скупчення усередині приміщення він здатний викликати асфіксію (ядуху);
- вибухонебезпечний, заправлення цим холодоагентом можуть здійснювати тільки фахівці сервісних центрів, що пройшли спеціальну підготовку з роботи з R600a. Ця властивість накладає обмеження на ремонт подібних приладів за межами спеціалізованих майстерень.

Економічні недоліки R600a:

- необхідність застосування принципово нового парку дорогого експлуатаційного й ремонтного обладнання;
- необхідність вести розробки з урахуванням пожежонебезпеки холодоагенту.

Властивості й характеристики ізобутану

Ізобутан (R600a) – газ без кольору й запаху, хімічна формула $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ або C_4H_{10} .

Вимоги до ізобутану, який застосовується у холодильній промисловості, наведені в табл. 3.9, а фізичні властивості в табл. 3.10.

Таблиця 3.9 – Вимоги до ізобутану

Параметр	Значення (норма)	Випробування
1	2	3
Вміст ізобутану	$\geq 99,5$ об'ємн. %	
Залишкові чисті вуглеводні	$\leq 0,5$ об'ємн. %	DIN 51 619
n-гексан	< 50 ppm	
Олефіни	< 100 ppm	-
Частка з'єднань, що містять кисень	≤ 50 ppm	Газова хроматографія
Частка з'єднань сірки	$< 1,0$ ppm	-
Висококиплячі залишки	50 ppm	Метод вагового аналізу
Лужне число	0,02 мгКОН/г	DIN 51 558
Забруднення парової фази в заповнених посудинах, повітря або інші гази, що не конденсуються	$\leq 1,5$ об'ємн. %	Газова хроматографія або еквівалентний метод

1	2	3
Забруднення рідкої фази, вода	≤ 10 ppm	DIN 51 777-1 (за методом Карла Фішера) або еквівалентним методом
Залишок після випару	<50 мг/кг	DIN 51 613 DIN 26 246

Таблиця 3.10 – Фізичні властивості ізобутану (R600a)

Параметр	Значення
Молекулярна маса	58,12
Точка кипіння за 0,1 МПа, °C	-11,70
Густина речовини за 25°C, г/см ³	0,551
Тиск випару за 25°C, МПа	0,498
Критична температура, °C	135
Критичний тиск, МПа	3,65
Критична щільність, г/см ³	0,221
Схована теплота паротворення, кДж/кг	366,5
Межі вибухонебезпечності, % (об'ємні частки у суміші з повітрям)	1,8...8,5
Ефективність охолодження, Дж/г (суміші з повітрям)	150,7
Розчинність у маслі	не обмежена
Обсяг насиченої рідини, л/кг	0,844

Порівняно з холодоагентами R12 і R134a ізобутан випаровується й конденсується за більш низьких тисків (за тих же значень температури) – табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Порівняння параметрів холодоагентів

Значення температури, °C	Тиск, за якого відбувається випар (конденсація), бар		
	Типи холодоагентів		
	R600a	R134a	R12
+70	10,91	21,18	18,82
+60	8,72	16,84	15,24
+50	6,86	13,19	12,18
+40	5,32	10,17	9,60
+30	4,05	7,70	7,44
+20	3,02	5,71	5,67
+10	2,21	4,14	4,23
0	1,57	2,92	3,09
-10	1,09	2,01	2,18
-20	0,73	1,33	1,51
-30	0,47	0,85	1,00
-40	0,29	0,52	0,64

3.3. Абсорбційні холодильники

3.3.1. Особливості абсорбційних холодильників

Побутові холодильники абсорбційного типу призначені для короткочасного зберігання швидкопсувних харчових продуктів і одержання харчового льоду (табл. 3.12, 3.13).

На сьогодні промисловість випускає абсорбційні холодильники обсягом від 30 до 200 дм³ (л) і споживаною потужністю від 75 до 200 Вт.

Особливістю холодильників абсорбційного типу є безшумність роботи, відсутність запірних вентилів і частин, які рухаються, що збільшує його довговічність.

Проте у порівняно з компресійними холодильниками абсорбційні мають низку недоліків. Оскільки нагрівач постійно або циклічно включений у електромережу, експлуатація абсорбційного електрохолодильника дорожча компресійного, який включається в мережу періодично.

Продуктивність абсорбційних холодильників значно нижча компресійних, процес охолодження й одержання низької (мінусової) температури в абсорбційних холодильниках значно повільніший і досягається потрібна температура значно довше, ніж у компресійних холодильниках.

Останнім часом розроблені нові моделі абсорбційних холодильників із агрегатом, що створює більш низькі температури в низькотемпературному відділенні. Так, у низькотемпературному відділенні холодильника «Кристал-9» температура мінус 18°C.

Свою назву холодильники абсорбційного типу одержали від процесу, що відбувається в них, абсорбції, тобто поглинання рідким або твердим поглиначем парів холодоагенту, що утворюються у випарнику. Холодоагентом служить аміак. Пари аміаку поглинаються водою з утворенням при цьому водоаміачного розчину.

Аміак (NH₃) – безбарвний газ із дуже різким характерним запахом, легко розчиняється у воді. Розчин має лужну реакцію, на цьому заснований досить простий спосіб виявлення витоків із системи холодоагрегату газоподібного аміаку: посиніння змоченого водою лакмусового папірця в парах, що містять аміак.

Компонентами розчину для заповнення холодильного агрегату є: холодоагент – аміак, абсорбент – бідистилят води, інгібітор – двохромовокислий натрій, інертний газ – водень. Кількість водоаміачного розчину для заповнення холодильного агрегату становить 350...750 см³, концентрація аміаку у водоаміачному розчині 4...36% (за масою).

Агрегат наповнений водоаміачним розчином і воднем під тиском 1,47...1,96 МПа. Водень інертний і не вступає в хімічну реакцію з аміаком.

Призначення водню – створення протитиску аміачній парі. Водень подається в конденсатор з меншим тиском, чим тиск аміачної пари до його конденсації.

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики холодильників абсорбційного типу

Холодильник	Загальний обсяг, дм ³	Обсяг низькотемпературного відділення, дм ³	Температура в низькотемпературному відділенні, °С	Витрата електроенергії за середньої температури в холодильній камері 5°С	
				за температури навколишнього середовища 32°С, кВт*год/доб	за температури навколишнього середовища 25°С, кВт*год/доб
«Морозко-3М» АМ-30	30,6	–	–	1,7	1,4
«Морозко-4» АШ-30	30	2,5	-6	1,45	–
«Морозко-5» АШ-50	50	2,5	-6	1,45	–
«Ладога-40М» АШ-40 (бар)	40	–	–	1,8	1,5
«Супутник» АШ-60 (бар)	60	–	–	1,89	1,7
«Ладога-4» АШ-80	80	5,6	-6	2,4	1,8
«Іній» АШ-120	120	10	-6	2,99	2,6
«Кристал-4» АШ-120	120	15	-6	3	2
«Кристал-9» АШД-200П	213	31	-18	4,5	3,5
«Кристал-9М» АШД-200П	213	31	-18	3,2	2,3
«Кристал-12» АШД-250П	260	50	-18	3,1	2

Таблиця 3.13 – Параметри холодильників абсорбційного типу

Холодильник	Споживана потужність, Вт	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
«Морозко-3М» АМ-30	75	580×420×445	19,4
«Морозко-4» АШ-30	60	450×400×405	15
«Морозко-5» АШ-50	75	650×400×405	21
«Ладога-40М» АШ-40 (бар)	75	800×1140×432	60
«Супутник» АШ-60 (бар)	90	вертикальний варіант 1000×500×600; горизонтальний варіант 850×1000×600	90
«Ладога-4» АШ-80	100	980×550×580	46
«Іній» АШ-120	123	1100×560×610	60
«Кристал-4» АШ-120	125	1060×570×650	53,5
«Кристал-9» АШД-200П	200	1320×570×600	58
«Кристал-9М» АШД-200П	130	1320×570×600	60
«Кристал-12» АШД-250П	200	1600×580×600	68

Для запобігання корозії внутрішньої поверхні труб холодильного агрегату від в розчин вводять хромат натрію ($\text{Na}_2 \text{Cr}_4$) у кількості приблизно 2% маси заряду. Водоаміачний розчин готують, змішуючи аміак із дистильованою водою подвійної перегонки.

Холодильний агрегат розташований на задній стінці холодильної шафи, випарник – усередині холодильної камери.

Холодопродуктивність агрегату абсорбційно-дифузійного типу 20...30 ккал/год.

Холодильний агрегат

Холодильний агрегат абсорбційно-дифузійної дії виготовлений із безшовних труб, з'єднаних газовим зварюванням. Основні вузли агрегату:

- генератор – виробіток аміачної пари й підйом слабкого розчину на висоту зливу в абсорбер;
- конденсатор – конденсація парів аміаку;
- випарник – випар рідкого аміаку з утворенням холоду;
- абсорбер – поглинання пари аміаку водоаміачним розчином (процес абсорбції);
- електронагрівник – нагрівання водоаміачного розчину в генераторі.

Принцип роботи холодильного агрегату абсорбційного типу полягає в такому. Концентрований розчин постійно нагрівається в кип'ятильнику 1 (рис. 3.33) до температури кипіння яким-небудь джерелом тепла (електричним, газовим та ін.).

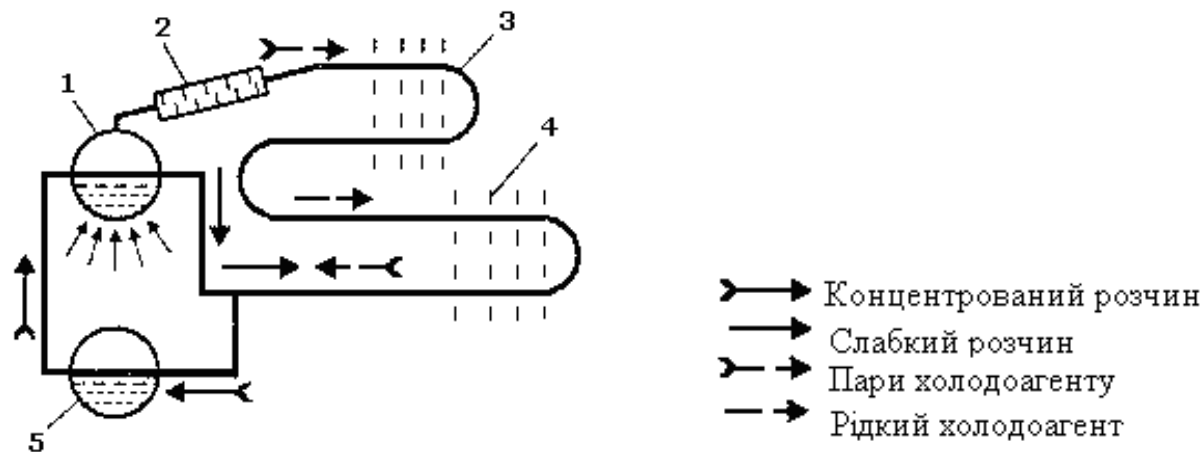


Рисунок 3.33 – Схема холодильного агрегату абсорбційного типу: 1 – кип'ятильник; 2 – дефлегматор; 3 – конденсатор; 4 – випарник; 5 – абсорбер

Оскільки температура кипіння холодоагента значно нижча температури кипіння розчинника абсорбенту), то в процесі випарювання концентрованого розчину з кип'ятильника виходять концентровані пари холодоагента з невеликою кількістю розчинника. На шляху руху до конденсатора концентровані пари холодоагента проходять спеціальний теплообмінний апарат (дефлегматор 2), у якому відбувається часткова конденсація концентрованих парів. При цьому конденсат, що утворився, стікає в слабкий розчин, що

виходить із кип'ятильника, а більш концентровані пари холодоагенту надходять у конденсатор 3. Висококонтрований рідкий холодоагент із конденсатора надходить у випарник 4, де він закипає за мінусової температури, відбираючи тепло з холодильної камери. Слабкий розчин з кип'ятильника надходить у абсорбер 5 і охолоджується навколишнім середовищем до температури початку абсорбції. Вихідні з випарника пари холодоагенту також надходять у абсорбер назустріч слабкому охолоджену розчину, що рухається. В абсорбері відбувається процес поглинання (абсорбції) парів холодоагенту слабким розчином. При цьому виділяється деяка кількість теплоти абсорбції (змішання) у навколишнє середовище. Концентрований розчин, що утворився в абсорбері, термонасосом передається в кип'ятильник.

Циркуляція розчину й холодоагенту здійснюється безупинно, поки працюють кип'ятильник і термонасос, що обігріваються одним джерелом тепла. Таким чином, в абсорбційному холодильному агрегаті безперервної дії усмоктувальною частиною механічного компресора є абсорбер, а нагнітальною – термонасос.

Для підвищення ефективності холодильного циклу абсорбційної холодильної машини використовують також теплообмінники рідинні й парові, які скорочують непродуктивні втрати тепла.

Електронагрівник холодильного агрегату виготовлений із ніхромового дроту сплаву Х20Н 1-0,25, завитого в спіраль 2 (рис. 3.34а) з нанизаними на неї порцеляновими втулками 4.

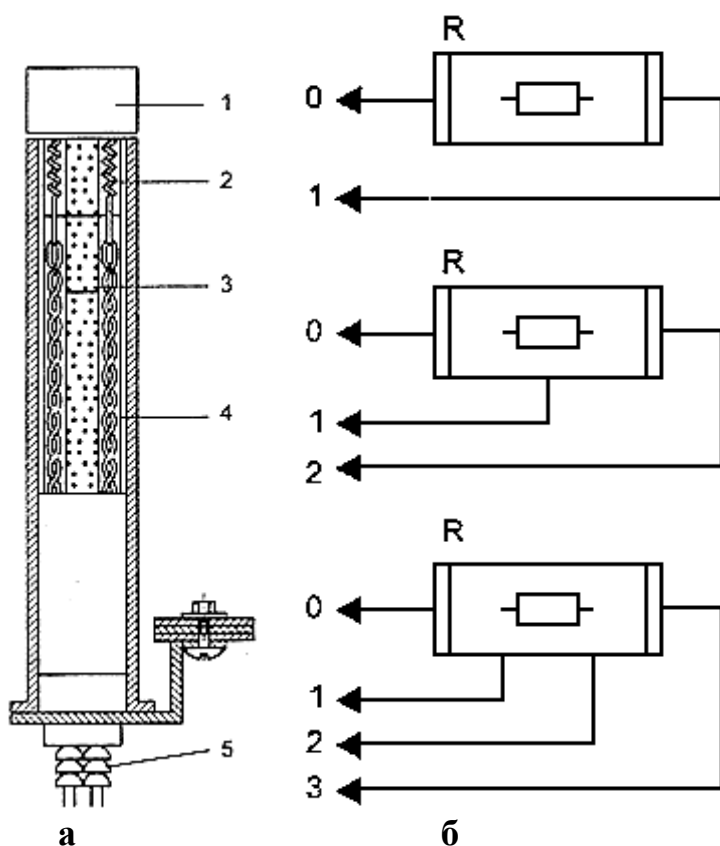


Рисунок 3.34 – Електронагрівник: а – будова: 1 – металева гільза; 2 – ніхромова спіраль; 3 – пісок; 4 – втулка спіралі; 5 – порцелянові намиста; б – схема включення

Спіраль уставлена в металеву гільзу 1, виготовлену із труби. Вільний простір між втулками спіралі й внутрішньою поверхнею гільзи заповнено піском 3. Довжина гільзи 200...250 мм, діаметр 20...25 мм. З однієї сторони гільза наглухо закрита. У відкриту частину гільзи вкладений нагрівальний елемент, що розташовується на ділянці довжиною 150 мм, від країв гільзи він перебуває на відстані 5 мм. Через ковпачок із отворами кінці спіралі, ізольовані порцеляновим намистом 5, виведені з металевої гільзи. Кінці спіралі приєднуються до перемикача потужності або до терморегулятора.

Залежно від обсягу холодильника електронагрівники розрізняються за потужністю, кількістю ступенів – 1, 2 або 3 (рис. 3.34б), а також за напругою. Так, одноступінчастий електронагрівник холодильника «Кристал-4» має потужність 125 Вт; двоступінчастий електронагрівник у двокамерному холодильнику «Кристал-9» має два ступеня потужностей – 200 і 70 Вт. У холодильниках старих моделей установлювалися дво- і трисекційні нагрівачі, розраховані відповідно на два або три перемикання потужності.

Система регулювання температури в абсорбційних холодильниках може бути ручною й автоматичною. У першому випадку, коли електронагрівник розрахований на кілька ступенів потужності, регулювання температури здійснюється самим власником шляхом включення нагрівача на більшу або меншу потужність, а в газових холодильниках – ручкою регулятора витрати газу.

У холодильниках нових моделей застосовується переривчастий (циклічний) режим роботи з постійною потужністю електронагрівника. Завдяки використанню інерційної здатності холодильного циклу вдалося істотно знизити добову витрату електроенергії й підвищити термін служби електронагрівника. В електричне коло холодильника включений терморегулятор, що відключає електронагрівник за досягнення в камері заданої температури. Природно, що за такої циклічної роботи холодильного агрегату температура в камері постійною бути не може, й певний середній рівень її може підтримуватися тільки засобами автоматики.

У холодильниках застосовують терморегулятори АРТ-2А або Т-110 (Т-120) різних модифікацій із відповідним налаштуванням температурної характеристики.

Терморегулятор працює в такий спосіб. За досягнення температури на випарнику нижче певної величини в капілярній трубці терморегулятора, закріпленій на випарнику, відбувається конденсація хладону, у результаті чого тиск пари хладону падає, й контакти терморегулятора розмикаються. При цьому електронагрівник відключається від мережі. За підвищення температури на випарнику рідкий хладон, що перебуває в капілярній трубці терморегулятора, починає випаровуватися. Тиск пари хладону досягає величини, за якої контакти терморегулятора знову замикаються. При замиканні контактів терморегулятора електронагрівник споживає електроенергію, й холодильний агрегат працює. Температура на випарнику знову починає знижуватися.

3.3.2. Принцип роботи

Холодильний агрегат холодильника «Морозко-3М» (рис. 3.35) абсорбційно-дифузійної дії являє собою систему суцільнотягнутих сталевих труб, герметично закриту, без частин, що рухаються, і в роботі абсолютно безшумну.

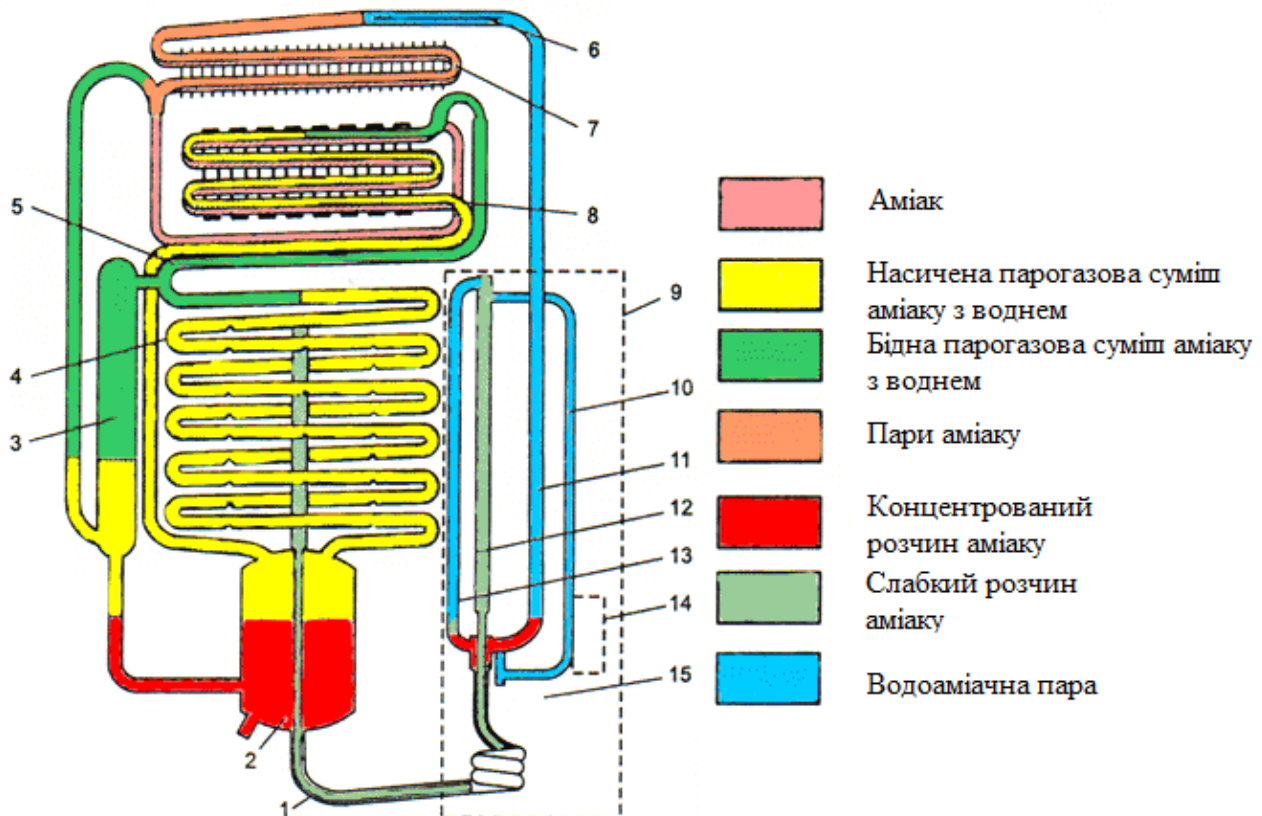


Рисунок 3.35 – Холодильний агрегат холодильника «Морозко-3М»:
1 – теплообмінник; 2 – збірник розчину; 3 – акумулятор водню; 4 – абсорбер; 5 – регенеративний газовий теплообмінник; 6 – дефлегматор; 7 – конденсатор; 8 – випарник; 9 – генератор; 10 – термосифон; 11 – регенератор; 12 – трубки слабого розчину; 13 – паровідвідна трубка; 14 – електронагрівник; 15 – термоізоляція

Наповнений водоаміачним розчином і воднем агрегат працює протягом усього терміну служби. Завдяки присутності в холодильному агрегаті інертного газу загальний тиск системи підтримується однаковим у всіх частинах, а після зарядки становить приблизно 42 МПа. Це дозволяє забезпечити необхідну циркуляцію усередині труб за допомогою термосифона – трубки малого діаметра, що підігрівається в нижній частині електронагрівником. Генератор і електронагрівник закриті металевим кожухом, усередині якого прокладена термоізоляція 15 зі скловолокна.

Концентрований водоаміачний розчин із початковою концентрацією близько 35% підігрівається електронагрівником 14 у термосифоні 10 генератора 9 до температури 55...175°C. Парорідинна суміш, яка утворюється під час кипіння піднімається термосифоном, тому що питома вага її стає меншою, ніж питома вага міцного розчину в збірнику 2, з яким з'єднується термосифон.

Після виходу з термосифона від парорідинної суміші відділяється водоаміачна пара, а слабкий водоаміачний розчин надходить через трубку 12 слабого розчину й теплообмінник розчинів у верхню частину абсорбера 4. Водоаміачна пара через паровідвідну трубку 13 надходить у регенератор 11, а потім проходить через дефлегматор 6 у конденсатор 7.

У результаті охолодження концентрованим розчином у регенераторі 11 досягається підвищення концентрації пари без втрат тепла. Додаткове охолодження пари навколишнім повітрям, утворення флегми з метою максимального підвищення концентрації пари й відділення від нього води відбувається в дефлегматорі 6. Аміачна пара надходить у конденсатор 7, а флегма – у регенератор 11.

Процес дефлегмації в холодильних агрегатах абсорбційного типу відбувається на виході з генератора, коли пари аміаку, що мають домішку парів води, охолоджуються навколишнім повітрям. При цьому флегма (концентрований розчин аміаку) відділяється від парів аміаку, тобто пара очищується від домішок води. Пари води разом із флегмою повертаються в генератор. Дефлегматор розташований на паровідвідній трубі.

У конденсаторі аміачна пара конденсується. Рідкий аміак, що утворився, зливається у випарник 8, де відбувається випар рідкого аміаку, що супроводжується поглинанням тепла холодильної камери.

Між випарником і абсорбером циркулює водень у суміші з аміаком під високим тиском. У випарнику пара аміаку дифундує в бідну пароводневу суміш.

Насичена парами аміаку пароводнева суміш опускається через регенеративний газовий теплообмінник 5 у збірник розчину 2. Туди ж надходить частина рідкого аміаку, що не випарувалася. Продовжуючи свій рух в абсорбері, насичена аміаком пароводнева суміш у процесі абсорбції віддає отриманий у випарнику аміак слабкому водоаміачному розчину, що рухається протитоком, зливаючись зверху донизу.

Очистившись від значної частини аміаку й зменшивши свою питому вагу, пароводнева суміш стає бідною, витісняється з абсорбера припливом, насиченим більш важкою газовою сумішшю з випарника й надходить у регенеративний теплообмінник 5, де охолоджується насиченою пароводневою сумішшю, що надійшла з випарника.

Охолоджена бідна пароводнева суміш надходить у випарник. Водоаміачний розчин, збагатившись аміаком у абсорбері, зливається в збірник розчину 2, а потім у теплообмінник 1 розчинів, де підігрівається слабким водоаміачним розчином, що вертається з генератора. Нагрітий насичений водоаміачний розчин надходить у термосифон 10. Процеси в холодильному агрегаті протікають безупинно. Кипіння в генераторі супроводжується поглинанням тепла електронагрівника, розчин кипить, і утворюється водоаміачна пара.

Тепло в холодильній камері поглинається холодильним агентом (аміаком) через розвинену оребрену поверхню випарника.

Інтенсивність виділення тепла від холодильного агента в навколишнє середовище в конденсаторі й абсорбері забезпечується розвинутою поверхнею теплообміну й досягається відповідно орєбренням і збільшенням довжини труби.

Акумулятор з водню служить збірником водню й газоподібного аміаку та стабілізує роботу холодильного агрегату у випадку підвищення температури навколишнього середовища, сприяючи підтримці постійного холодильного ефекту.

Унаслідок безперервності циклу в холодильній камері за допомогою описаного холодильного агрегату досягається й установлюється низька температура.

Необхідний режим роботи холодильного агрегату визначається конструктивним виконанням і розмірами, а також параметрами заряду (концентрацією водоаміачного розчину, тиском водню) і встановлюється залежно від температури навколишнього середовища й режиму роботи нагрівача термосифона.

3.4. Термоелектричні холодильники

3.4.1. Принцип роботи

Ефект термоелектричного охолодження, відкритий французьким фізиком Ж. Пельтьє в 1834 р., полягає в тому, що в разі пропущення постійного струму через термоелемент, що складається з двох провідників або напівпровідників, у місці їхнього з'єднання виділяється або поглинається деяка кількість теплоти, що пропорційна силі струму.

Тепловий потік, який називається теплотою Пельтьє, визначається за рівнянням

$$Q_n = P I, \quad (3.2)$$

де P – коефіцієнт Пельтьє;
 I – сила струму.

Виділення або поглинання теплоти Пельтьє залежить від напрямку струму й терmostруму, що виник би під час нагрівання місця з'єднання провідників. При збігу напрямку струму в провідниках теплота Пельтьє поглинається, а в протилежному випадку виділяється. Якщо спаїв декілька, виділення теплоти на одному спаї завжди супроводжується поглинанням її на іншому і навпаки.

Причина виникнення ефекту Пельтьє полягає в тому, що середня енергія електронів, що беруть участь у переносі струму з одного провідника в інший, різна. Це наочно підтверджується на прикладі контакту електронного напівпровідника й металу.

Припустимо, що напрямок струму відповідає напрямку переходу електронів із напівпровідника в метал. Оскільки енергетичний рівень вільних електронів напівпровідника значно вище рівня вільних електронів металу, при

переході з напівпровідника в метал електрони, зіштовхуючись із атомами металу, віддають їм свою надлишкову енергію.

Це приводить до виділення теплоти Пельтьє й підвищення температури спаю. За протилежного напрямку струму весь процес іде у зворотному напрямку, й теплота Пельтьє поглинається.

Довгий час ефект термоелектричного охолодження не знаходив практичного застосування через відсутність досить ефективних матеріалів термоелементів, і тільки після низки відкриттів у області напівпровідникової техніки з'явилася можливість ефективно використовувати це явище на практиці.

Холодильники з термоелектричним охолодженням не мають частин, що рухаються й труться, безшумні в роботі, дозволяють точно регулювати температуру, надійні. Технічні характеристики цих холодильників наведені в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Технічна характеристика термоелектричних холодильників

Параметр	ХАТЕ-12	ХАТЕ-12М	ХАТЕ-24 В4	Холодок	ХТЕП-13,8ПР
Номинальна напруга, В	12	12	24	12	12
Споживана потужність:					
– в основному режимі	50	65	170	35	45
– у допоміжному режимі	—	30	—	25	30
– у режимі нагрівання	—	—	—	40	50
Різниця температур навколишнього середовища й у холодильній камері, °С	18	19	28	26	26
Температура в камері в режимі нагрівання, °С	—	—	—	60	60
Обсяг холодильної камери, дм ³	12	12	8	9,2	13,8
Габаритні розміри, мм	390×480 ×260	410×500 ×280	580×260 ×360	326×237 ×380	316×322 ×394
Маса, кг	6	7	15	6	6,8

Принципова схема побутового термоелектричного холодильника показана на рис. 3.36а.

Термобатарей, що складається із двох різних напівпровідникових термоелементів **n** і **p**, розміщується в товщині однієї зі стінок холодильної камери так, щоб холодні спаї були звернені в холодильну камеру, а гарячі – у більш тепле навколишнє середовище. Спаї термоелементів виконуються у вигляді комутаційних пластин, що добре проводять електричний струм. Ці пластини звичайно з'єднуються з ребристими радіаторами, які збільшують

поверхню й, отже, інтенсивність передачі тепла холодним спаям із холодильної камери й від гарячих спаїв у навколишнє середовище.

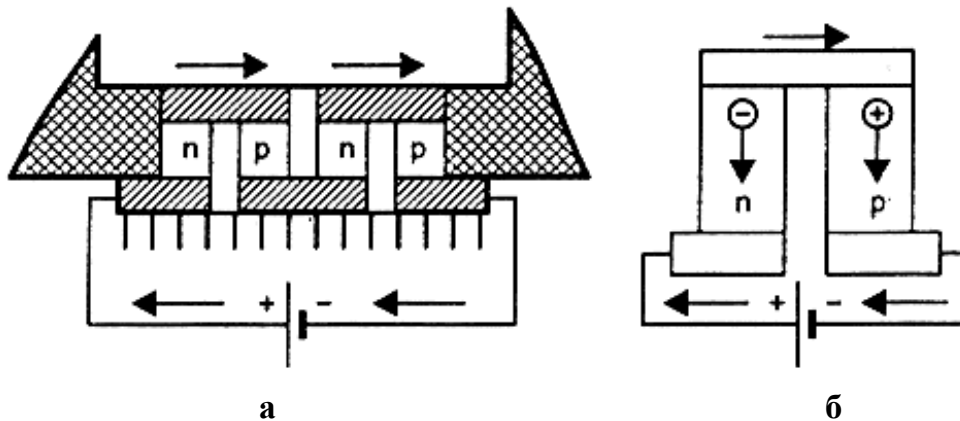


Рисунок 3.36 – Схема термоелектричного холодильника (а) і схема роботи термоелемента (б)

До кінцевих елементів термобатарей підключається джерело постійного струму. При цьому залежно від призначення холодильника джерелом постійного струму може служити електричний акумулятор (батарея) або генератор постійного струму. У стаціонарних умовах експлуатації постійний струм живлення термобатарей відбувається звичайно з використанням випрямляча, що підключається до мережі змінного струму.

За напрямку постійного струму, зазначеному на рис. 3.36б стрілками, струм з боку холодних спаїв термобатарей виявляється спрямованим від термоелемента **n** до термоелемента **p**, а з боку гарячих спаїв навпаки – від **p** до **n**. Різниця напрямку руху зарядів постійного струму через два термоелементи з різних матеріалів і викликає перепад температур на їхніх кінцях.

Якщо напрямок постійного струму змінити на протилежний, то у верхніх спаях термобатарей струм буде йти від **p** до **n**, і вони будуть нагріватися, а не охолоджуватися, як раніше. Таким чином, змінюючи напрямок постійного струму живлення, можна легко змінити режим роботи термобатарей з охолодження на нагрівання повітря в середовищі обмеженого обсягу.

Апарат термоелектричного охолодження являє собою батарею (рис. 3.37а) яка складається з окремих послідовно спаяних між собою напівпровідникових термоелементів. Термоелемент (рис. 3.37б) має два напівпровідники у вигляді прямокутних або циліндричних брусків. Один із напівпровідників зроблений зі сплаву свинцю й телуру, інший – зі сплаву телуру й сурми. Застосовуються також сплави вісмуту й селену.

Напівпровідники послідовно з'єднані спаяними з ними мідними пластинками. Під час проходження постійного струму через спай одні з них (верхні або нижні залежно від напрямку струму) будуть поглинати, а інші виділяти деяку кількість тепла. Таким чином, тепло переноситься електричним струмом, тобто електронами, що рухаються.

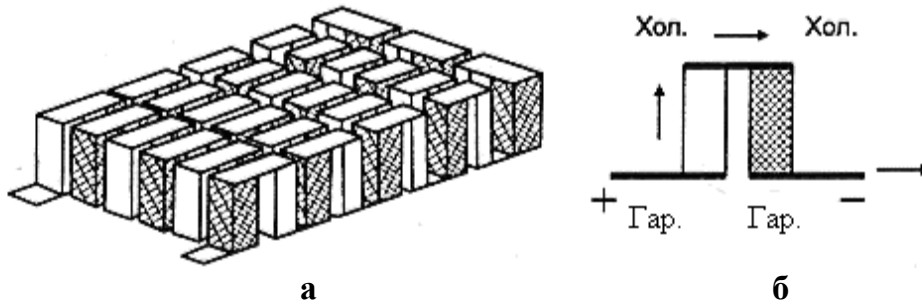


Рисунок 3.37 – Апарат термоелектричного охолодження: а – термобатарея; б – термоелемент

3.4.2. Аналіз термоелектричних холодильників

Холодильник ХАТЕ-12М складається з корпусу 1 (рис. 3.38а), кришки 2 і сполучного шнура 10. Для підключення холодильника до джерел електроенергії автомашин різних марок застосовують перехідний пристрій, що надягають на вилку сполучного шнура. У кришку вмонтовані вентилятор і термоохолоджувальний агрегат 6, що складається з радіатора тепла 7 й радіатора холоду 9. Вентилятор складається з електродвигуна 5, на кінцях вала якого закріплені крильчатки 3 і 8.

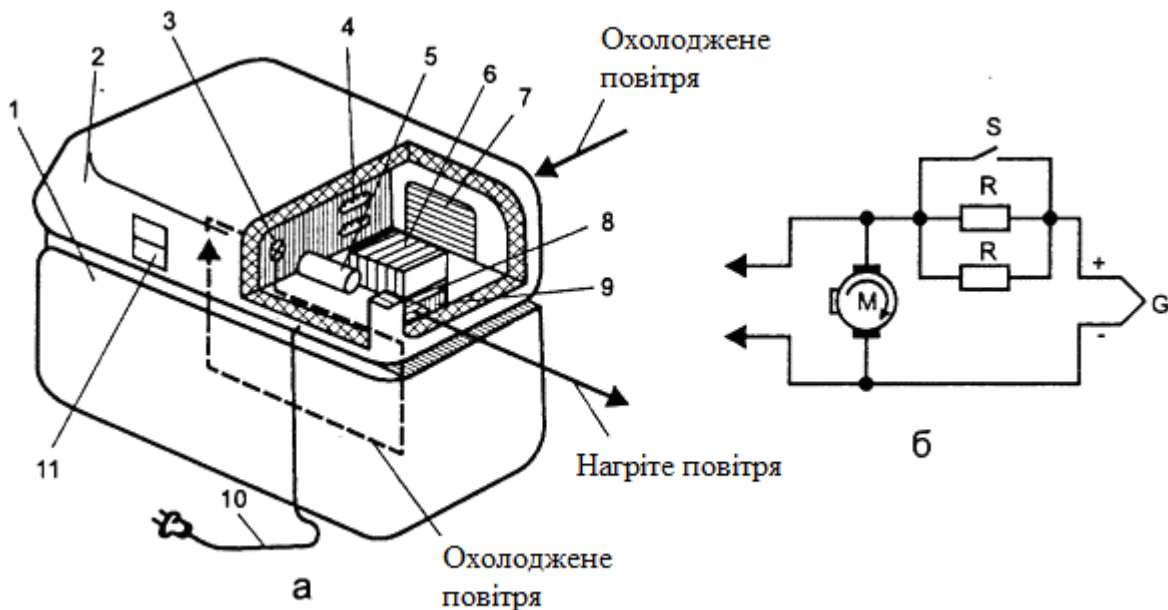


Рисунок 3.38 – Холодильник ХАТЕ-12М: а – загальний вигляд: 1 – корпус; 2 – кришка; 3, 8 – крильчатки; 4 – резистор; 5 – електродвигун; 6 – термоохолоджувальний агрегат; 7 – радіатор тепла; 9 – радіатор холоду; 10 – сполучний шнур; 11 – перемикач; б – електрична схема: М – електродвигун; S – вимикач; R – резистори; G – джерело живлення

За допомогою перемикача 11, розташованого на кришці холодильника, змінюють один режим на іншій: в одному випадку напруга подається через резистор 4, а в іншому термоагрегат безпосередньо приєднується до джерела живлення.

Термоелектрична батарея, включена в електромережу постійного струму напругою 12 В, створює перепад температур між робочими поверхнями. Крильчатка 3 (за включеного електродвигуна) охолоджує радіатор тепла, а крильчатка 8 перемішує повітря в холодильній камері.

Електрична схема холодильника показана на рис. 3.38б. У комплект холодильника входять дві завантажувальні сітки, два ключі, перехідний пристрій.

Холодильник ХАТЕ-24 В4 установлюють у кабіні вантажних автомобілів. Він призначений для охолодження й короткострокового зберігання харчових продуктів і напоїв.

Зовні корпус холодильника виконаний із листової сталі й покритий штучною шкірою чорного кольору. Зсередини корпус зроблений із харчового алюмінію. Теплоізоляція – формований пінополістирол. Кришка холодильника може служити підлокітником.

Холодильники «Холодок» і ХТЕП-13,8ПР призначені для в автомобілів. Холодильник виконаний у вигляді скрині з ручкою для перенесення. Холодильна камера металева, оснащена ложементом, що запобігає переміщенню великої тари (пляшок) у частково заповненому холодильнику. У підставці холодильника є місце для укладання сполучного шнура.

Холодильник має три режими роботи: основний, допоміжний і нагрівання. За основного режиму роботи різниця температур навколишнього середовища й у холодильній камері 26°C за температури навколишнього середовища 32°C.

Допоміжний режим роботи рекомендується використовувати з метою зменшення споживаної потужності, а також для експлуатації холодильника за навколишньої температури повітря 25°C і нижче, щоб уникнути заморожування продуктів. У режимі нагрівання температура усередині камери досягає 70°C.

У камері встановлений датчик температури. За температури 70°C холодильник відключається. Перехід із основного режиму охолодження на допоміжний здійснюють вручну перемикачем режимів, а перехід у режим нагрівання – зміною полярності живлячої напруги. У випадку виходу з ладу електроventильатора холодильник автоматично відключається.

Термоелектричні холодильники «Холодок» і ХТЕП-13.8ПР на відміну від термоелектричного холодильника ХАТЕ-12М мають температуру усередині холодильної камери на 6°C нижчу, а питому споживану потужність (відношення споживаної потужності до обсягу холодильної камери й перепаду температур) на 45% меншу. Крім того, вони працюють у режимі нагрівання.

На відміну від закордонних термоелектричних холодильників температура усередині холодильної камери зазначених холодильників нижча в середньому на 5°C, а середня споживана потужність – на 10%.

Холодильник «Чайка» ТЕХ-40. Зовнішнє облицювання (корпус) холодильника місткістю 40 дм³ виконане з листової сталі товщиною 0,8 мм і обклеєна синтетичною плівкою, внутрішня обшивка – з листового алюмінію товщиною 3 мм. Простір між облицюваннями заповнений теплоізоляцією

(пінополіуретаном). Обидва шари облицювання з'єднані рамкою з удароміцного полістиролу.

У середині камери холодильника встановлені полиці. Ущільнені профільною гумою дверцята із замком, що сам закривається, відкриваються донизу і можуть використовуватися як стіл (рис. 3.39). На задній стінці холодильника розмішений блок живлення, що складається з двох термоелектричних батарей. У кожній батареї послідовно з'єднано 60 термоелементів. Поруч із термоелектричними батареями встановлені алюмінієві блоки-теплопереходи, що віддають теплоту, яка відводиться батареями із шафи через ребристі радіатори назовні. Прилягаючі до площини термоелектричних батарей поверхні деталей покриті анодною електроізоляційною плівкою й змазані теплопровідною пастою.

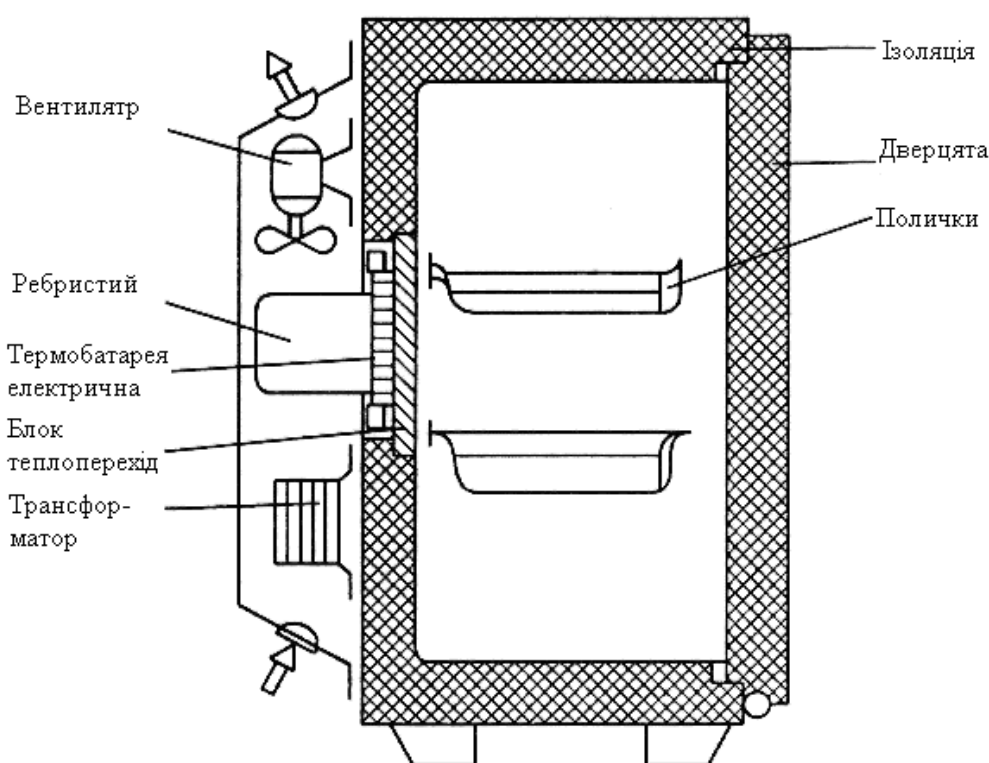


Рисунок 3.39 – Зовнішній вигляд і будова холодильника «Чайка»

На гарячому боці термоелектричних батарей на ребристих радіаторах розташовано по 18 алюмінієвих пластин розміром $140 \times 180 \times 2$ мм. Крок ребер 4 мм. Від радіатора теплота відводиться осьовим вентилятором типу К-95 подачею $40 \text{ м}^3/\text{год}$.

Електродвигун із вентилятором, повітроводи, блок електроживлення й терморегулятор розміщені на задній стінці холодильника під знімною кришкою з полістиролу.

Блок електроживлення термоелектричної батареї, що працює за схемою двонапівперіодного випрямляча, складається із силового трансформатора, двох

германієвих діодів Д1 і Д2 типу Д-305, дроселя Др, двох конденсаторів ємністю до 50 мкФ і двох реле МКУ-48С з кнопкою.

У камері термоелектричного холодильника ТЕХ-40 підтримується температура 2...5°C, регульована терморегулятором РТ (ТРХ-2А) за схемою зміни напруги, що подається на термоелектричні батареї ТБ. У такій схемі первинна обмотка силового трансформатора розділена на дві секції (рис. 3.40). Під час включення холодильника кнопкою К спрацьовує проміжне реле 2Р. Контакт 2Р1 воно перемикається на саможивлення, а контактом 2Р2 вмикає двигун вентилятора ДВ і підготовляє ланцюг 1Р для автоматичної роботи. За підвищення температури в шафі $t_{шк}$ реле температури РТ включає 1Р. Контакт 1Р1 розімкнеться, а контакт 1Р2 замкнеться, тобто ввімкнуться обидві секції трансформатора Тр. Термобатарея ТБ працює на повну потужність (73 Вт).

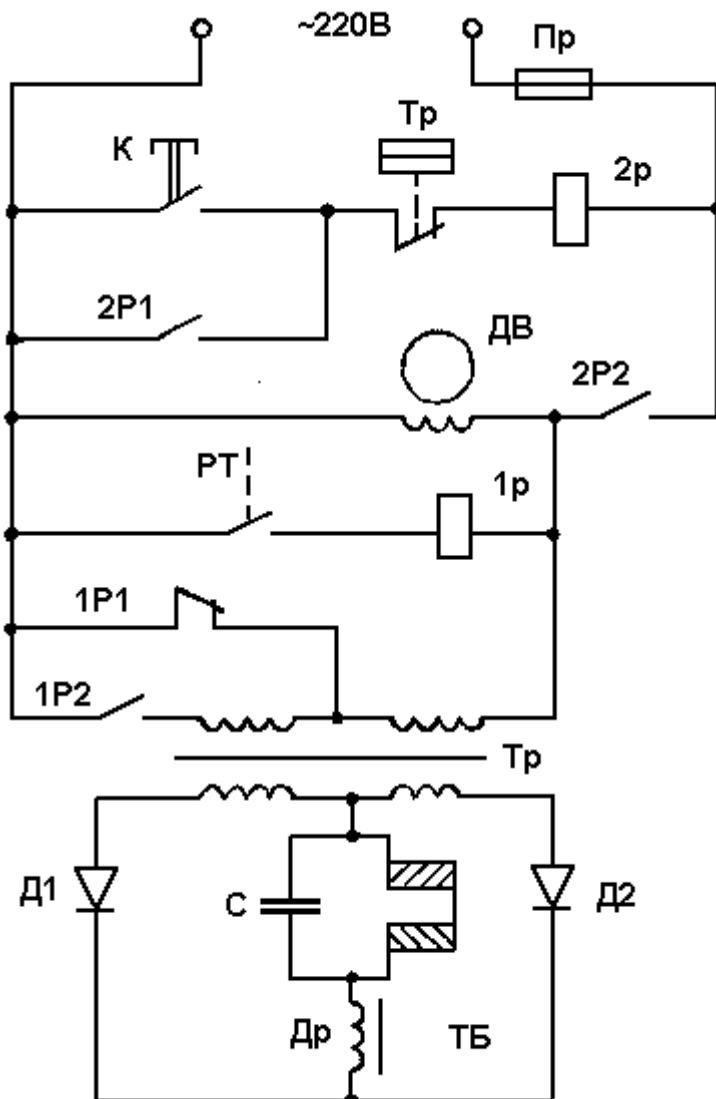


Рисунок 3.40 – Електрична схема холодильника «Чайка»

За досягнення $t_{шк} = 2^\circ\text{C}$ РТ відключає 1Р. При цьому контакт 1Р2 відключає одну секцію трансформатора, а через контакт 1Р1 живиться тільки

одна секція. Холодопродуктивність батареї вдвічі зменшується, і температура в шафі зростає до 5°C.

Від аварійного перегріву термоелектричні батареї захищає біметалічний терморегулятор ТР, установлений на крайньому ребрі радіатора. Реле температури відключає холодильник за температури радіатора 70°C. У камері досягається температура 5°C приблизно через 3 год після включення. У ланцюзі живлення холодильника від електромережі встановлений запобіжник, розрахований на силу струму 2 А.

3.5. Системи розподілу та циркуляції повітря побутових холодильників

Для багатьох моделей сучасних холодильних апаратів характерна наявність систем примусової циркуляції повітря, призначених для таких цілей:

- прокачування повітря через випарник, винесений за межі холодильної або морозильної камери для запобігання утворенню інею в самій камері (система No Frost і її модифікації);
- забезпечення рівномірної циркуляції повітря в обсязі холодильної або морозильної камери для створення рівномірного поля температур.

3.5.1. Аналіз основних систем розподілу та циркуляції повітря

Система No Frost. Система примусового прокачування повітря через випарник, винесений за межі морозильної камери, була розроблена й запатентована фахівцями заводів Zerowatt, які входять у промислову групу Candy. За назвою Frost Free цю систему можна зустріти в холодильниках торговельних марок зазначеної групи: Candy, Hoover, IBERNA. Останнім часом поряд з Frost Free різними виробниками все частіше вживається більш загальноприйнята назва No Frost, а під Frost Free фахівці Candy мають на увазі систему примусової вентиляції тільки в морозильному відділенні.

Система No Frost («Без інею») показана на прикладі вертикального морозильника AEG на рис. 3.41а.

Холодне повітря за допомогою вентилятора 1 рівномірно розподіляється обсягом відділення й виносить вологу (яка є причиною утворення інею) до випарника 2, що перебуває за межами морозильної камери, де й відбувається намерзання вологи. Автоматика холодильника періодично здійснює відтавання випарника (робота вентилятора на цей час припиняється), потала вода стікає в піддон 6 і випаровується. Таким чином, у морозильному відділенні не утворюється лід і немає необхідності у розморожування.

У ряді моделей є система каналів для подання повітря не тільки в морозильне, але й у холодильне відділення (рис. 3.42б). Для позначення такої схеми вживають терміни Total No Frost, Full No Frost.

Наявність системи No Frost приводить до підвищення енергоспоживання холодильника порівняно зі статичною системою охолодження. У табл. 3.15 наведені параметри моделей, що близькі за обсягом камери, але відрізняються системою охолодження. Видно, що поява системи No Frost знижує клас

енергоспоживання моделі на 1...3 ступеня. Помітно також деяке зниження обсягу морозильної камери за рахунок установлення в ній системи No Frost.

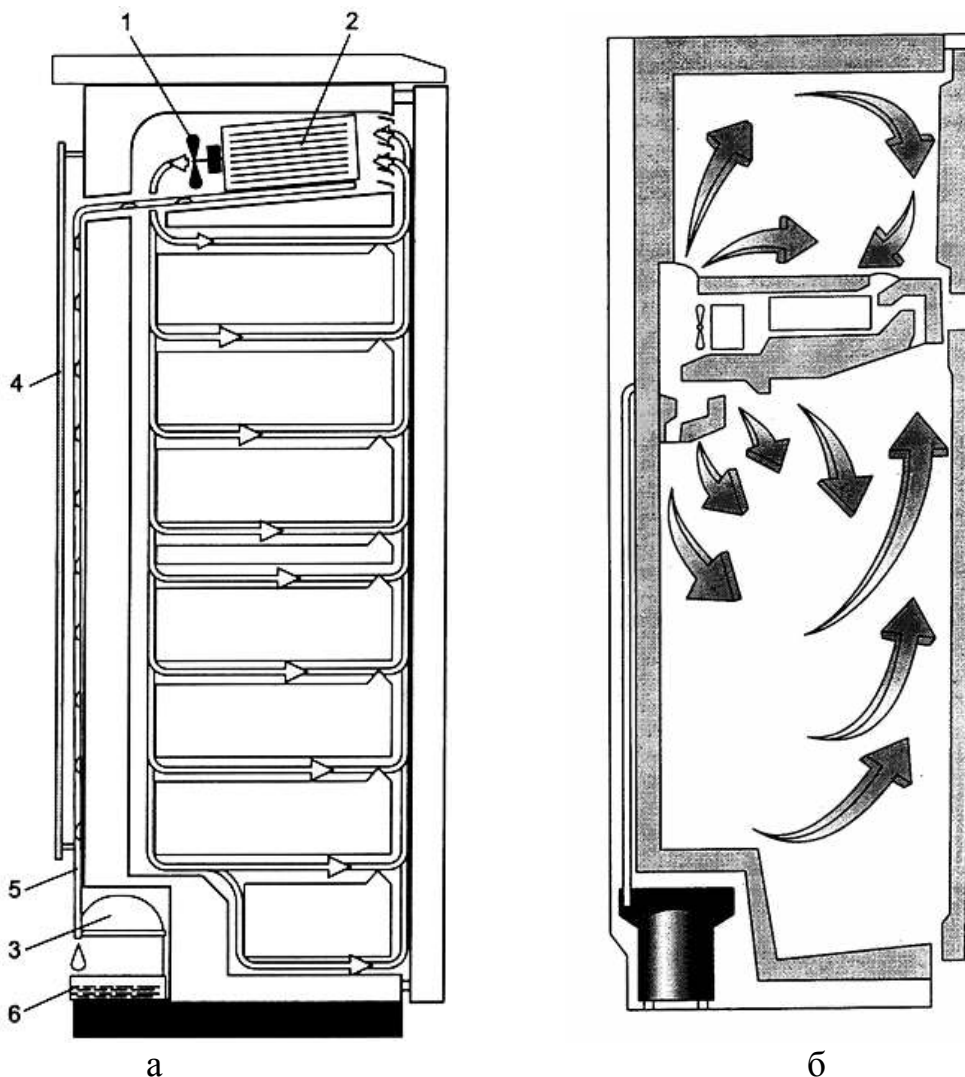


Рисунок 3.41 – Система No Frost: а) вертикального морозильника: 1 – вентилятор; 2 – випарник; 3 – компресор; 4 – зовнішній теплообмінник (конденсатор холодоагенту); 5 – стік водного конденсату; 6 – піддон збору конденсату; б) двокамерного холодильника

Недоліком системи No Frost є також те, що картина повітряних потоків у камері й отже ефективність омивання різних її зон холодним потоком залежить від ступеня й характеру завантаження холодильника продуктами. Система No Frost висуває певні вимоги до впакування продуктів, тому що за відсутності впакування примусова циркуляція повітря приводить до зневоднювання продуктів.

Таблиця 3.15 – Параметри енергоспоживання холодильників зі статичною системою охолодження й системою No Frost

Марка	Модель	Обсяг холодильної/морозильної камери, л	Система охолодження	Енергоспоживання квт·год/рік	Клас енергоспоживання
Indesit	RG 2330 W	265/75	Статична	441	В
Indesit	RG 2330 NF	265/60	No Frost	620	Е
Siemens	KG 36 E 04	237/90	Статична	350	А
Siemens	KK 33 U 01	237/74	No Frost	412	В
Морозильники					
AEG	OKO-Arctis Super 2772 GS	262	Статична	329	В
AEG	OKO-Arctis Super 2794 GA	261	No Frost	460	С

Деякі фірми-виробники встановлюють незалежні системи No Frost у морозильному й у холодильному відділеннях. На рис. 3.42 і 3.43 наведені схеми Twin Cooling System фірми Samsung для варіантів незалежного охолодження холодильника й морозильника в компоновках side-by-side (рис. 3.42а) з верхнім (рис. 3.42б) і нижнім розташуванням морозильника (рис. 3.43).

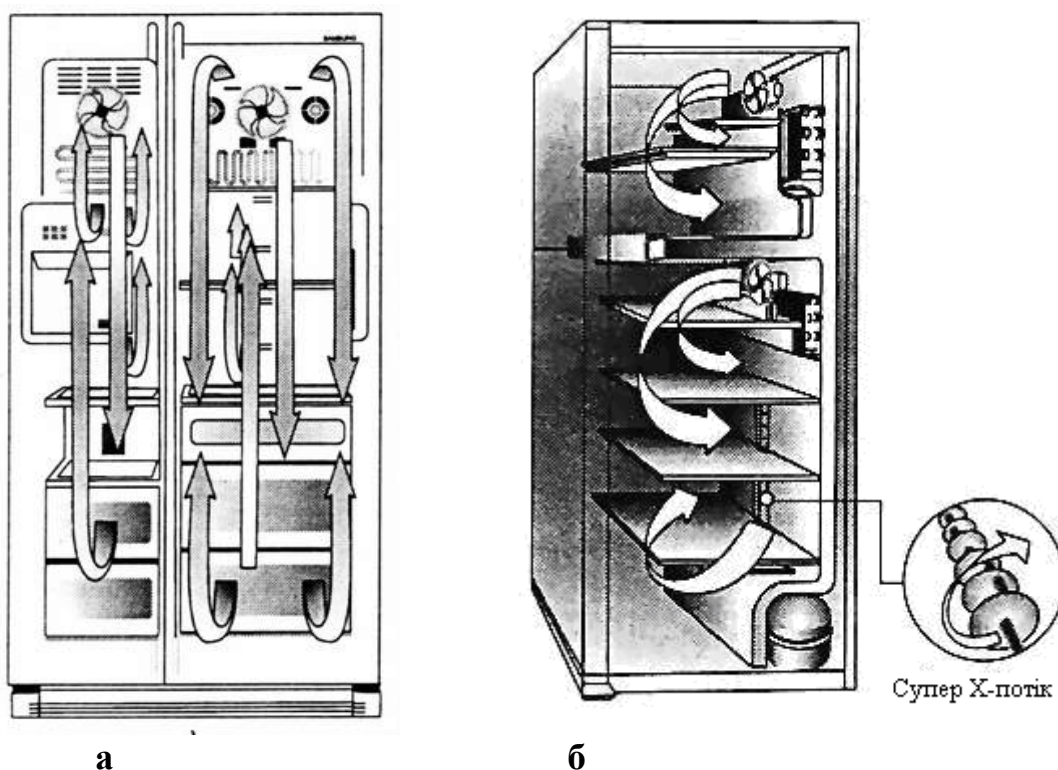


Рисунок 3.42 – Система Twin Cooling System фірми Samsung: а – у холодильнику side-by-side; б – в апараті з верхнім розташуванням морозильної камери

Приклади холодильних апаратів із системою No Frost в обох відділеннях: Samsung SR-S27FTA, SR-S25FTA, SR-S24FTA, SR-L678EV, SR-L628EV; Ariston ETDF 450 XNF; Whirlpool ARG 497, ARG 477 DD, ARG 468 DD.

3.5.2. Системи циркуляції повітря у відділеннях

Для вирішення проблеми створення рівномірного поля температури в холодильному або морозильному відділеннях фірми-виробники вдосконалюють організацію повітряних потоків.

На рис. 3.44 показана система Super-X-Flow фірми Samsung, що представляє собою вертикальний шнековий вентилятор, установлений на задній стінці холодильного відділення, який створює вихрові потоки повітря, спрямовані вертикально.

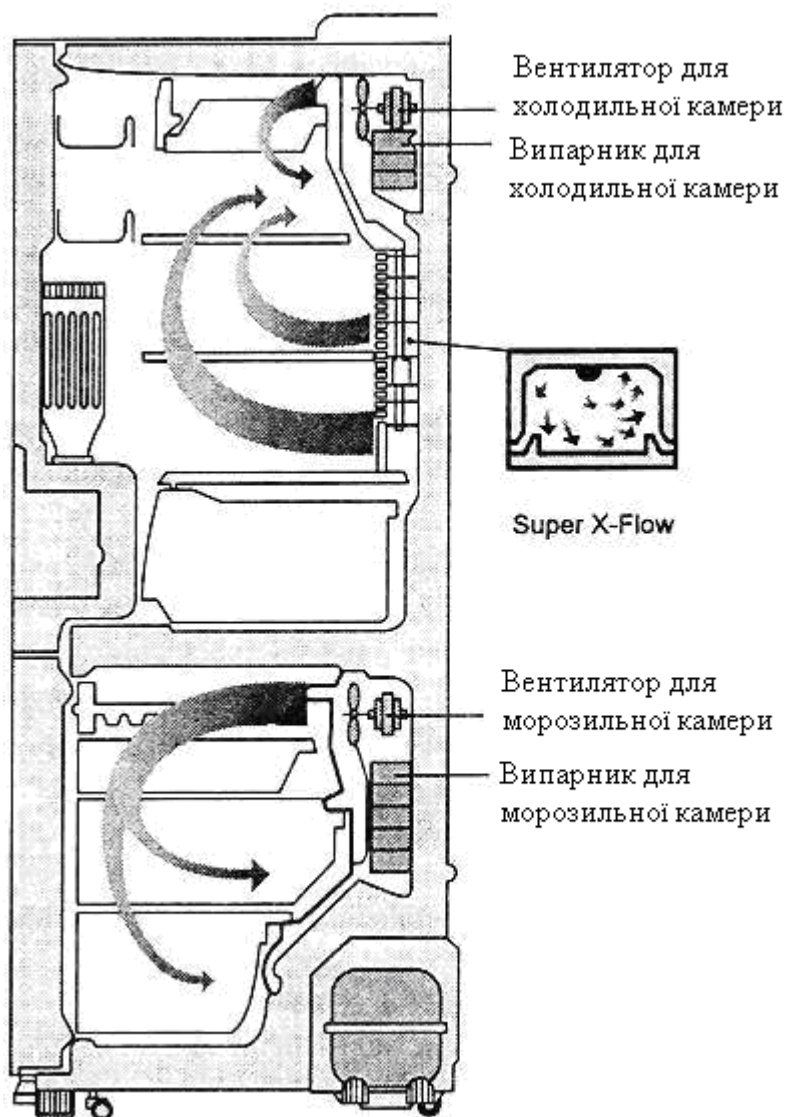


Рисунок 3.43 – Система Twin Cooling System фірми Samsung в апараті з нижнім розташуванням морозильної камери

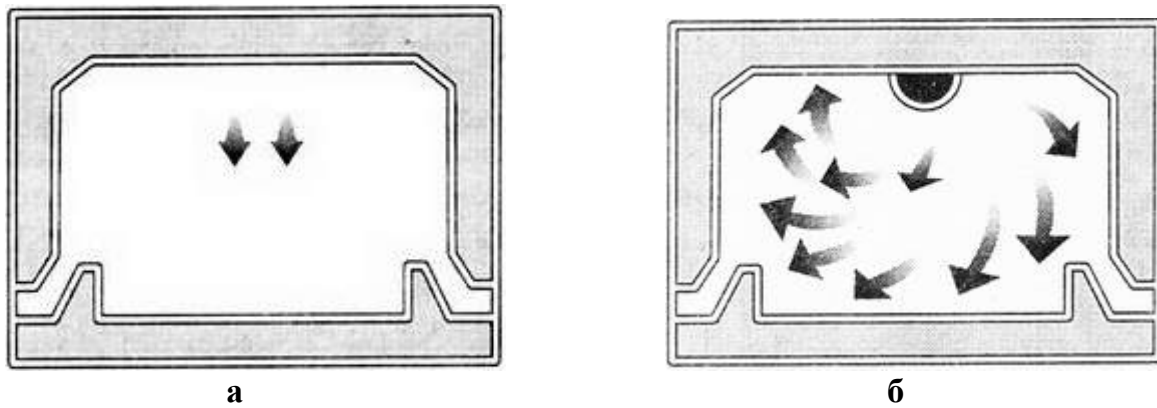


Рисунок 3.44 – Система Super-X-Flow фірми Samsung: а – звичайна холодильна камера; б – система Super-X-Flow

На рис. 3.45 показана система Air Shower тієї ж фірми, що створює в морозильній камері «повітряний душ». За інформацією фірми Samsung завдяки повітряному душу швидкість заморожування продуктів у камері збільшується в два рази: час заморожування у звичайній камері становить 166,3 хв, а в камері з «повітряним душем» – 86,5 хв.

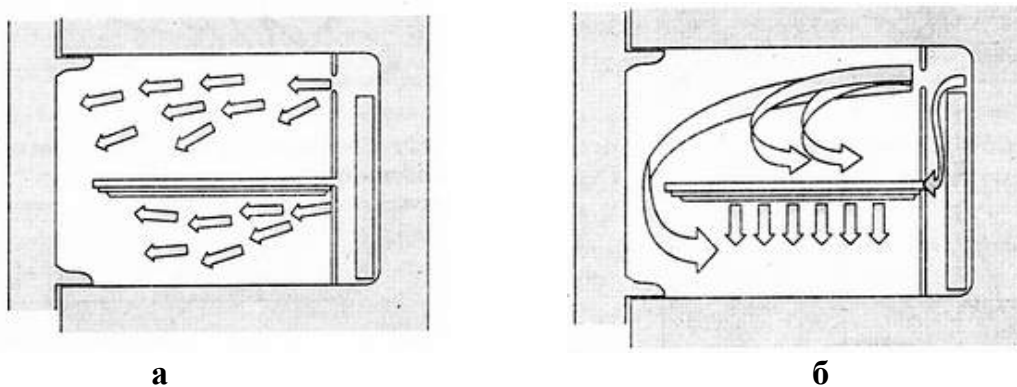


Рисунок 3.45 – Система Air Shower фірми Samsung: а – звичайна морозильна камера; б – система Air Shower

Системи Super-X-Flow і Air Shower спільно встановлюються, наприклад, у таких моделях холодильників, як Samsung SR-V57 і SR-52NXA, а тільки система Super-X-Flow – у моделях SR-39NXB, SR-L678EV, SR(G)-V43, SR(G)-V39 і інших.

Низка фірм-виробників розробляє системи організації багаторівневих потоків у холодильному відділенні. У фірми Samsung це система Multi-Flow (рис. 3.46), якою комплектуються холодильники з подвійною системою охолодження.

Фірма Merloni Elettrodomestici установлює в холодильниках марки Ariston систему A.I.R. (Ariston Integrated Refrigeration) (рис. 3.47), що дозволяє підтримувати постійну температуру по обсягу холодильного відділення й швидко відновлювати температуру в ньому навіть при частому відкриванні дверей.

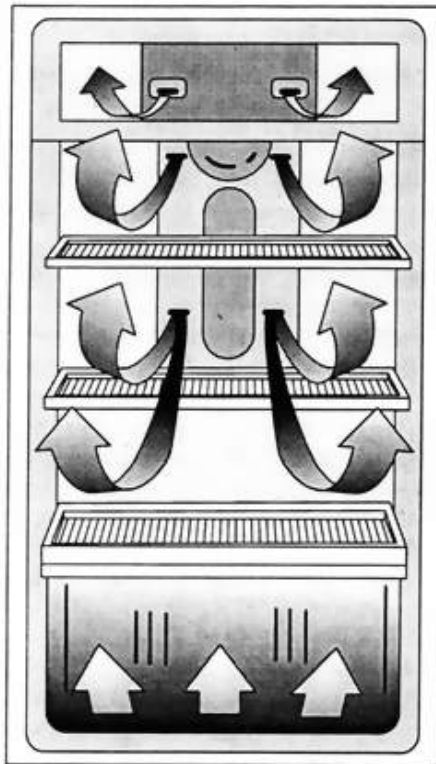
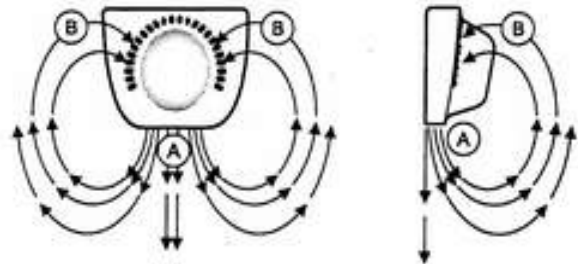
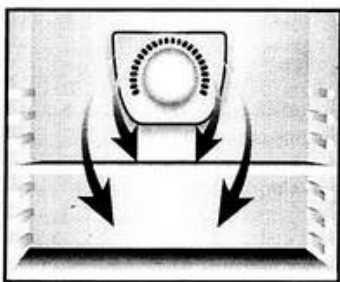


Рисунок 3.46 – Система Multi-Flow фірми Samsung

Як показано на рисунку 3.47, потік охолодженого повітря А спрямований донизу, а тепле повітря В надходить у кільцевий повітрозабірник зверху. Наявність системи примусової вентиляції в холодильному відділенні позначається буквою V у позначенні моделі, наприклад: Ariston ERFV 402 X, ERFV 383 X, EDFV 450 X.



**Рисунок 3.47 – Система A.I.R. фірми Merloni Elettrodomestici S.p.A.:
A – потік охолодженого повітря; B – тепле повітря**

3.6. Якість побутових холодильників

3.6.1. Основні показники якості побутових холодильників

Європейська організація з контролю якості розробила таке визначення: **якість** є ступінь, до якої вона задовольняє вимоги споживача. Для промислової продукції якість являє собою сполучення якості проекту і якості виготовлення.

Якість проекту – споживча вартість виробу, передбачена проектом, міра **відповідності проекту вимогам споживача.**

Якість відповідності – міра відповідності готового виробу проекту.

Найважливішим показником якості є її споживчі показники, що оцінюють споживчі властивості товарів широкого вжитку.

До споживчих показників якості відносяться такі групи:

- соціального призначення;
- функціональні;
- надійності в споживанні;
- економічні;
- естетичні;
- безпека споживання;
- екологічні.

Показники соціального призначення характеризують відповідність сукупності товарів масового попиту певного призначення сформованій структурі суспільних споживачів, а також здатність цих товарів задовольняти цю потребу в конкретних умовах споживання.

Функціональні показники якості виробу характеризують його використання за призначенням як предмета споживання й включає показники, що визначають виконання основної функції й супутніх їй операцій, показником універсальності й досконалості виконання допоміжних операцій.

Показники надійності виробів у споживанні характеризують збереження основних параметрів їх функціонування в часі й у межах, що відповідають умовам споживання. Це показники безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності й зберігання.

Ергономічні показники якості виробів характеризують їх естетичну цінність і здатність задовольняти естетичні потреби людини.

Показники безпеки споживання виробу характеризують ступінь захищеності людини від впливу небезпечних і шкідливих факторів, що виникають під час споживання.

Екологічні показники якості виробів характеризують їх вплив на навколишнє середовище в процесі споживання.

3.6.2. Оцінка рівня якості побутових холодильників

Результатом підвищення якості виробів є збільшення величини корисного ефекту, одержуваного від нового виробу, або за одиницю часу, або за термін служби.

Показником корисного ефекту для товарів широкого вжитку служить узагальнений показник якості, що поєднує в одному показнику всі важливі з погляду споживачів властивості виробу. Узагальнений показник якості являє собою функцію від єдиних показників якості виробу.

Узагальнений показник якості може бути виражений

- головним показником, що визначає основне призначення виробів;
- інтегральним показником якості виробів;
- середньозваженим показником якості.

Показники, що характеризують якість холодильників і використовуються під час порівняння їхнього технічного рівня, розділяють на 6 основних груп:

техніко-експлуатаційні, надійності, технологічні, естетичні й ергономічні, стандартизації й уніфікації, патентно-правові.

I. Техніко-експлуатаційні показники

1. Об'ємно-вагові показники

- загальна ємність – $V_{заг}$;
- корисна ємність – V_k ;
- ємність плюсового відділення – $V_{пл}$;
- ємність низькотемпературного відділення – $V_{нт}$;
- площа поверхонь для зберігання продуктів – $F_{зб}$;
- габаритні розміри;
- габаритні розміри при експлуатації;
- габаритний обсяг – $V_{зб}$;
- маса – M ;
- коефіцієнт використання габаритного обсягу – φ ;
- коефіцієнт використання займаної апаратом площі підлоги – f ;
- коефіцієнт використання ємності – v ;
- відносна ємність низькотемпературного відділення – $v_{нт}$;
- питома маса – m .

2. Температурно-енергетичні показники

- температура в плюсовому відділенні – $t_{пл}$;
- температура в низькотемпературному відділенні – $t_{нт}$;
- витрата електроенергії – W ;
- коефіцієнт робочого часу (к. р. ч.) – b ;
- теплопрохідність – kF ;
- питома витрата електроенергії – ω .

II. Показники надійності

- імовірність безвідмовної роботи;
- параметр потоку відмов;
- термін служби.

III. Технологічні показники

- трудомісткість;
- коефіцієнт збірності.

IV. Естетичні й ергономічні показники

1. Естетичні показники

- взаємозв'язок виробу із середовищем;
- раціональність форми;
- цілісність композиції;
- відповідність сучасним художнім тенденціям;
- товарний вид.

2. Ергономічні показники

- гігієнічні – рівень шуму й вібрації;
- антропометричні – відповідність розмірам тіла людини;
- фізіологічні й психофізіологічні – відповідність силовій і зоровій психофізіологічним можливостям людини;

– психологічні – відповідність закріпленим і знову сформованим навичкам людини.

V. Показники стандартизації й уніфікації

- коефіцієнт застосовності;
- коефіцієнт повторюваності.

VI. Патентно-правові

- показники патентного захисту;
- показники патентної чистоти.

Запитання до розділу

1. За якими критеріями класифікують побутове холодильне обладнання?
2. Назвіть основні структурні блоки побутового холодильного обладнання.
3. Що покладено в основу класифікації енергоспоживання побутового холодильного обладнання?
4. Назвіть способи відтавання випарників побутового холодильного обладнання.
5. Наведіть особливості систем розподілу та циркуляції повітря в побутовому холодильному обладнанні.
6. Принцип роботи компресійного побутового холодильника. Переваги та недоліки.
7. Які основні елементи холодильної машини входять до складу компресійного побутового холодильника?
8. Який процес відбувається в капілярній трубці?
9. Чому компресор працює циклічно?
10. Призначення конденсаторів, їх конструктивні особливості.
11. Яке електричне обладнання входить до складу побутового холодильного обладнання? Його призначення.
12. Що відносять до приладів автоматики побутових холодильників? Їх призначення.
13. Конструктивні особливості абсорбційних побутових холодильників. Принцип роботи. Переваги та недоліки.
14. Який конструктивний елемент виконує роль компресора в абсорбційному холодильнику?
15. Розчини яких речовин використовують в абсорбційному побутовому холодильному обладнанні?
16. Конструктивні особливості термоелектричних побутових холодильників. Принцип роботи. Переваги та недоліки.
17. За якими критеріями оцінюють якість побутового холодильного обладнання?

РОЗДІЛ 4 ФРИЗЕРИ. ЛЬОДОГЕНЕРАТОРИ

4.1. Історія виникнення морозива та класифікація фризерів

Освіжаючись морозивом у спекотний день, ми і не підозрюємо, що в цього продукту дуже давнє та цікаве минуле. Історія не зберегла нам ім'я людини, що приготувала перше холодне блюдо. Відомо лише, що за 3000 років до нової ери в будинках багатих китайців як улюблений десерт подавали до столу охолоджені фруктові соки. Про секрети готування освіжаючих прохолодних напоїв розповідається в древньому китайському канонічному збірнику пісень «Ши-кинг».

Ще одне давнє джерело, що описує вживання охолоджених фруктових соків під час врожаю, – лист Соломона, царя Ізраїлю. Рекомендував морозиво для зміцнення здоров'я і знаменитий античний лікар Гіппократ.

При дворі римського імператора Нерона (1 ст.н.е) холодні й підсолоджені фруктові соки застосовувалися вже дуже широко. Сніг для їхнього приготування доставляли з віддалених альпійських льодовиків, а для тривалого зберігання будували місткі крижані льохи.

Сьогодні може показатися дивним, але особливу пристрасть до снігу, змішаного із фруктовими соками, виявляли древні воїни. Під час тривалої облоги міст Олександр Македонський, наприклад, наказував заготовлювати велику кількість снігу, який доставляли з гірських вершин спеціальні естафети рабів. Як холодильники використовували глибокі земляні ями, у яких попередньо ущільнений сніг під товстим шаром гілок і землі міг зберігатися кілька місяців.

Відомо безліч цікавих історій, пов'язаних з морозивом. Неймовірно, але, як свідчать джерела, у 780 р.н.е. халіф Аль Маді зумів доставити в священну Мекку цілий караван верблюдів, вантажених снігом.

Інший не менш разючий факт описує перський мандрівник Нассірі-Хозрау (1040 р.н.е.). До столу каїрського султана для готування напоїв і морозива щодня доставлявся сніг із гірських районів Сирії. Про широке застосування снігу й льоду в арабських країнах оповідають і знамениті казки «Тисяча й одна ніч».

Сніг і лід для приготування фруктових напоїв використовувався в античному Римі. У своїй книзі «Про кулінарне мистецтво» відомий італійський кулінар Апіцій уперше поділився досвідом приготування холодних напоїв.

Оригінальні рецепти привіз у Венецію після подорожі до Китаю прославлений мандрівник Марко Поло. Незабаром перелік самих вишуканих блюд італійської знаті було поповнено.

Рецепти морозива довгі роки були засекречені тому придворні кулінари давали обітницю мовчання про все, що пов'язано з готуванням морозива.

Але, незважаючи на всі заборони, секрети приготування морозива поширювалися всією Європою. У 1660 році з ним познайомилися жителі Парижа. Існуюче сьогодні італійське кафе «Прокопі» було відкрите в Парижі в

1672 році поруч з театром Мольєра, і морозиво, що там продавалося, швидко набуло популярності у французів.

Поступово з літнього частування морозиво перетворилося у відомі ласощі, що продавалися торговцями цілий рік. Але ще довго його виробництво було поєднане з великими труднощами – настільки складно було організувати доставку льоду і снігу. Протягом 19 століття було розроблено багато різних видів морозива, що зберегли і до наших днів свою популярність.

У Росії народ здавна уживав свої види морозива, в студені зими не було недоліку в «холодоагентах» для заморожування ласощів.

Ще з Київської Русі в нас подавали дрібно настругане заморожене молоко. У багатьох селах на Масляну заміщували сир зі сметаною, ізюмом і цукром. Потім із суміші ліпили казкові фігурки тварин, птахів... «Вироби» виставлялися на ганок, на мороз. От так і виходило домашнє морозиво, яким ласували і діти, і дорослі. Якщо морозиво готували про запас, то для кращої схоронності поміщали його в діжку з льодом.

Морозиво подобалось всім верствам населення. Прохолодні напої і морозиво були широко представлені в меню при дворах Петра III і Катерини II. Під час урочистих прийомів гостей пригощали морозивом із шоколадом, горіхами, лікером.

Сама технологія морозива була примітивна і дозволяла одержувати лише незначну кількість продукту. Тільки в 19 столітті в Росії з'явилася перша машина для приготування цих ласощів.

Промислове виробництво морозива в нас почалося лише на початку 30-х років. Тоді на Московському холодокомбінаті і в холодильнику № 2 були здані в експлуатацію перші цехи. У 1932 році в СРСР його усього було вироблено 300 тонн, лише з 1985 року почалося інтенсивне будівництво нових підприємств із виробництва морозива, що дозволило виробляти 696 тис. тонн продукту.

Фризери – це апарати для готування різних десертів (морозива, коктейлів, вершків та ін.) із заздалегідь приготовленої суміші з одночасним насиченням її повітрям.

Одним із основних параметрів контролю якості і правильності приготування морозива є збитість. Її зазвичай виражають у відсотках приросту об'єму морозива в порівняно первинним об'ємом.

Апарати розрізняються за такими основними параметрами: варіант виконання (настільний чи підлоговий), продуктивність, обсяг камери зберігання для суміші, обсяг циліндра заморожування, тип охолодження, наявність пастеризації, наявність помпи.

Залежно від кінцевого продукту усі фризери можна поділити на чотири основні групи.

1. Фризери для виробництва м'якого морозива призначені для готування й реалізації готового продукту безпосередньо на місці продажу. Бувають на один і на декілька смаків. У свою чергу їх можна розділити на фризери з помпою і без неї. Фризер без помпи дозволяє досягти збитості 30...40%, у той час як з помпою 70...80%.

2. Фризери для виробництва молочного коктейлю також призначені для готування й реалізації коктейлю безпосередньо на місці продажу. Найчастіше розраховані на готування чотирьох різних за смаком видів продукції. Принцип дії в них такий: у кришку роздачі крім клапана, що дозує подачу коктейлю, убудований спеціальний міксер, а в нижній панелі фризера розташовуються ємності для сиропу. Таким чином, натискаючи на панелі кнопку, що відповідає сиропу, міксер автоматично підмішує сироп у коктейль. Ці фризери також бувають із природним і примусовим насиченням суміші повітрям. Збитість продукту досягається відповідно 40 і 100%. Варто відзначити, що коктейль, приготовлений у фризери, виходить досить щільним і нагадує за смаком морозиво, що розтануло, чого не можна сказати про коктейлі, що готують за допомогою міксера.

3. Фризери для виробництва твердого морозива (батч-фризери) – це апарати, у яких готують традиційне тверде морозиво. Приготовлене морозиво з циліндра викладають у гастроємність, що ставлять у низькотемпературну вітрину чи холодильну шафу шокової заморозки, де воно дозакалюється до більш низької температури. Надалі готова продукція реалізується через гастроємності у виді кульок. Під час роботи з батч-фризером можна додавати здрібнені продукти (ягоди, фрукти, горіхи) безпосередньо в циліндр заморозки. Це дозволяє робити морозиво з натуральними наповнювачами.

4. Комбіновані (комбо-фризери) – апарати, здатні готувати чотири види коктейлю й один вид м'якого морозива. Усі комбо-моделі оснащені помпою, мають високу продуктивність, а в більшості випадків і пастеризатор.

Одним із найбільш важливих критеріїв під час вибору фризера є його продуктивність. У першу чергу необхідно спрогнозувати передбачувану прохідність торгової точки і кількість посадкових місць. Не варто забувати і про те, що влітку попит на заморожені десерти істотно зростає.

На продуктивність фризера впливають потужність холодильного агрегату, обсяг циліндра, наявність помпи. Якщо продуктивність обрана нижче необхідної, можливі збої в роботі (суміш на виході буде недоморожена чи переморожена). Для нормалізації роботи фризерів буде потрібно від 30 до 60 хвилин.

Потрібно врахувати, що продуктивність фризера вказується в кг/годину, л/годину чи кількість порцій/годину, це означає, що фризер може зробити стільки морозива протягом години, скільки зазначено в документації. Тобто якщо вказується 30 порцій у годину, то фризер здатен видати тільки одну порцію за дві хвилини. Якщо апарат простояв 30 хвилин і не було реалізовано ні однієї порції, то за наступних 30 хвилин він здатний видати тільки 15 порцій і тощо.

Пристрій примусового нагнітання повітря і прискорення надходження суміші в циліндр фризера. Завдяки цьому пристрою у процесі фризеравання, морозиво отримує повітряну кремоподібну консистенцію, має найбільш позитивні органолептичні показники (більш жирний смак). Але одним з найважливіших є економічний бік. Наявність помпи у фризера дозволяє одержати морозиво зі збитістю близько 80...100%, у той час як без неї

можна досягти збитості до 60%. Варто відзначити, що м'яке морозиво продається не на вагу, а на об'єм. Відповідно, чим більше повітря в порції, тим менша її собівартість і тем вигідніше бізнес для власника.

Фризер з помпою найбільш придатні для готування морозива з високим вмістом жиру. Для нежирних сортів надмірне наповнення повітрям небажано.

У процесі роботи фризера холодильний агрегат виділяє велику кількість тепла, тому для нього важливе питання охолодження, що може бути повітряним (за допомогою вентилятора) і водяним. Перший тип використовується для апаратів із невеликою продуктивністю. Виділяючи місце для таких фризерів, необхідно залишати визначений вільний простір навколо корпусу. Другий тип охолодження застосовується на потужних фризерах, завдяки чому процес готування морозива супроводжується виділенням меншої кількості тепла. Крім того, обладнання працює набагато тихіше. Наявність водяного охолодження дозволяє встановлювати апарат упритул до стін чи до іншого обладнання.

Більшість фризерів мають один чи два циліндри. Останній варіант дає можливість одночасно виготовлювати морозиво двох видів, а також мікс із цих смаків. Варто відзначити, що фризер із двома циліндрами коштує на 50...70% дорожче одноциліндрового. Тому найбільш оптимальним варіантом є придбання фризера з одним циліндром, а для того, щоб урізноманітити асортимент морозива, можна використовувати топінги – спеціальне поливання для морозива й десертів.

Відповідно до норм СЕС фризер варто мити 1 раз у два дні, що є великі незручним під час експлуатації, тому що суміш, яка залишилася, доводиться викидати. Цю проблему виробники фризерів вирішили, оснастивши деякі моделі функцією пастеризації, у процесі якої основна маса мікроорганізмів гине, завдяки цьому такі апарати необхідно мити лише раз у 12...14 днів.

Пастеризація – це процес, за якого відбувається однократне нагрівання суміші до температури, що не перевищує 100°C (що дозволяє зберегти структуру білкових молекул), а потім її швидке охолодження до +4 °С. Пастеризація необхідна для поліпшення мікробіологічного стану суміші. Також ця процедура позитивно впливає на смакові якості і структуру морозива за рахунок більш повного розчинення інгредієнтів (що особливо важливо для жирних сортів).

Термін служби якісного і надійного обладнання за умови дотримання необхідних умов обслуговування складає більш 10 років. Щоб фризер прослужив довго, необхідно дотримуватися всіх рекомендацій в інструкції з експлуатації. Для миття обладнання всі знімні деталі потрібно ретельно промивати неабразивним розчином, а потім ополіскувати чистою (негарячою) водою й висушувати. Гумові ущільнення найкраще змазувати харчовим вазеліном для запобігання примерзанню і передчасному зносу.

4.2. Принцип роботи та будова фризерів

Фризери в перекладі з англійської – охолоджувачі морозива. Сьогодні на підприємствах ресторанного бізнесу та торгівлі, харчових виробництвах, для одержання морозива, що представляє собою багатокомпонентну суміш, застосовуються апарати, різні за своєю конструкцією і функціональними можливостями.

І хоча процес і технологія одержання морозива істотно не відрізняються залежно від виду застосовуваного апарата, від конструктивних особливостей апаратів залежать як кількість отриманого продукту, так і енергетичні затрати.

Конструкція апаратів та їх технічні можливості повинні забезпечувати отримання продукту, який відповідає вимогам нормативної документації – вихід готового морозива $-5...-7^{\circ}\text{C}$, збитість – $50...80\%$, залежно від виду морозива.

На рис. 4.1 наведено найбільш характерну схему фризерів вітчизняного та закордонного виробництва.

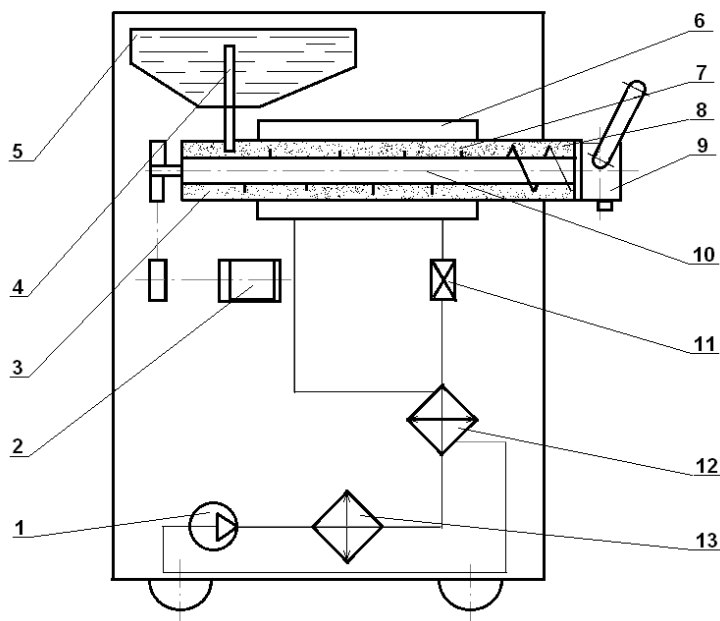


Рисунок 4.1 – Типова схема фризера: 1 – компресор; 2 – електродвигун привода шнек-мішалки; 3 – робочий циліндр; 4 – аератор, який забезпечує регулювання співвідношення повітря та суміші; 5 – бункер для вихідної суміші; 6 – теплоізоляція; 7 – охолоджувальна оболонка, де відбувається процес кипіння холодильного агента; 8 – лопатки для видачі готового продукту; 9 – випускний пристрій для видачі готового продукту; 10 – робочі лопатки шнека-мішалки (забезпечують збивання та насичення повітрям вихідної суміші); 11 – терморегулюючий вентиль; 12 – регенеративний теплообмінник; 13 – конденсатор

Принцип роботи фризера полягає в такому. У прийомний бункер заливається заздалегідь приготовлена суміш, яка через впускний пристрій

подається в робочий циліндр з охолоджувальною оболонкою. Впускний пристрій є важливим елементом апарата, він за рахунок інжекції створює примусове насичення суміші повітрям. Усередині циліндра обертається мішалка з лопатками для збивання суміші. В охолоджувальну оболонку подається киплячий холодоагент (аміак, фреон), що охолоджує стінку циліндра, і на її поверхні утворюється наморозений шар суміші, який зрізується лопатками шнек-мішалки. Надалі суміш просувається шнеком до випускного пристрою апарата. У результаті насичення повітрям і збивання об'єм суміші збільшується порівняно з об'ємом вихідної суміші в 1,5...2 рази. Холодильний агрегат забезпечує відведення теплоти суміші, яка перемішується лопатками шнек-мішалки.

4.2.1. Основні елементи холодильної машини фризера

Як видно з рис 4.1, до складу фризера входить холодильна машина, основні елементи якої наведені нижче.

Компресор – це один з головних елементів будь-якої холодильної машини. Він усмоктує пари холодоагенту, що має низькі температуру і тиск, стискає їх, підвищуючи температуру (до 70...90°C) і тиск (до 15...25 атм.), а потім направляє пароподібний холодоагент до конденсатора.

Основні характеристики компресора – ступінь компресії (стиснення) і обсяг холодоагенту, що він може нагнати.

Ступінь стиснення – це відношення максимального вихідного тиску парів холодоагенту до максимального вхідного.

Випарник служить для охолодження робочого середовища. Як робоче середовище використовуються хладони, які завдяки властивостям кипіти за низьких температур, поглинають тепло від охолоджуючого середовища. Температура середовища при цьому значно знижується. У цьому випадку роль випарника холодильної машини виконує охолоджувальна оболонка, де й відбувається процес кипіння холодильного агента.

Конденсатор являє собою теплообмінний апарат, що передає теплову енергію від холодоагенту до навколишнього середовища, найчастіше воді (конденсатори з водяним охолодженням) або повітрю (конденсатори з повітряним охолодженням).

Регулятор потоку служить для дозованої подачі рідкого холодоагенту з області високого тиску (від конденсатора) в область низького (до випарника). Найбільш простий варіант регулятора – капілярна трубка діаметром близько 1 мм. Вона застосовується у фризерах невеликої потужності. Для потужних апаратів використовують терморегулювальний вентиль (ТРВ). Він регулює подачу холодоагенту від конденсатора до випарника так, щоб за зміни умов роботи тиск випаровування і перегрів у випарнику холодильної машини залишалися постійними.

Регенеративний теплообмінник застосовують у фреонових холодильних машинах для переохолодження рідкого холодильного агента, який перетікає з конденсатора до регулюючого вентиля, холодними парами, що поступають із випарника до компресора. Регенеративний теплообмінник являє

собою кожух зі сталеві труби, до обох кінців якої приварено денце. У середині кожуха розташовано змійовик із мідної трубки. Рідкий хладон проходить змійовиком, а пари – міжзмійовиковим простором. У результаті теплообміну пари перегріваються, що виключає вологий хід компресора, а рідкий холодильний агент переохолоджується та поступає до регулюючого вентиля. За рахунок цього збільшується коефіцієнт подачі компресора та холодопродуктивність машини.

Вентилятори забезпечують обдув повітрям конденсаторів і випарників. За своєю конструкцією це електричні вентилятори.

На рис. 4.2 наведено принципову схему холодильної машини фризера.

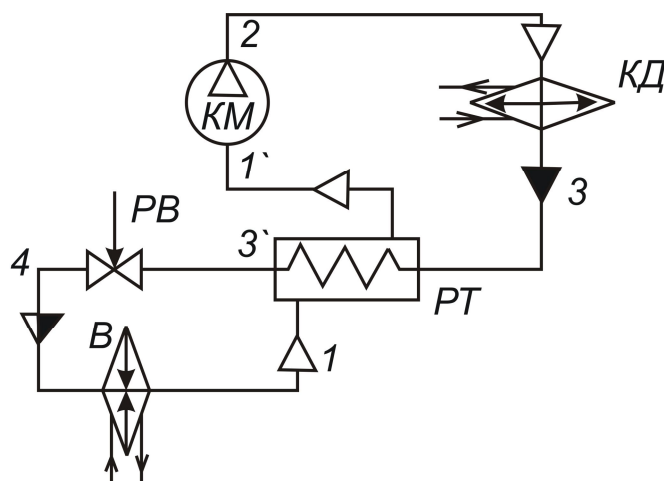


Рисунок 4.2 – Принципова схема холодильної машини фризера: В – випарник; РТ – регенеративний теплообмінник; КД – конденсатор; КМ – компресор; РВ – регулюючий вентиль

На рис. 4.3 в термодинамічній діаграмі з координатами lgp - i зображено процеси, які відбуваються у холодильній системі фризера.

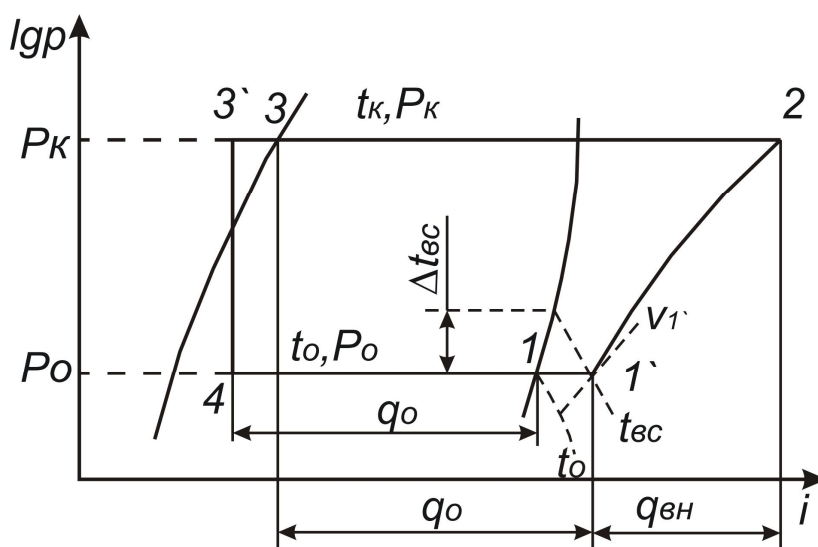


Рисунок 4.3 – Побудова циклу холодильної машини фризера в діаграмі з координатами lgp - i

Принцип дії холодильної машини фризера полягає в такому: пари холодильного агенту, охолоджені в охолоджувальній оболонці (випарнику) до стану 1, перед подачею в компресор поступають в регенеративний теплообмінник. Рідкий холодильний агент після конденсатора в стані 3 також поступає в регенеративний теплообмінник, де охолоджується за рахунок передачі тепла парі. Після теплообмінника перегріті пари стану 1' поступають в компресор, а рідкий холодильний агент, охолоджений до стану 3', подається в регулюючий вентиль. Після процесу дроселювання пари холодильного агенту в стані 4 поступають у випарник холодильної машини, і далі цикл повторюється.

Будова фризера

Розглянемо будову фризера на прикладі фризера для приготування м'якого морозива С706 підлогового типу з повітряним охолодженням виробництва американської фірми «TAYLOR». Зовнішній вигляд фризера наведено на рис. 4.4. На передній панелі апарату розташовані прилади контролю та керування. Для спрощення передачі інформації компанія «TAYLOR» розробила міжнародну систему символів, які використовуються замість слів на індикаторах контролю та керування.

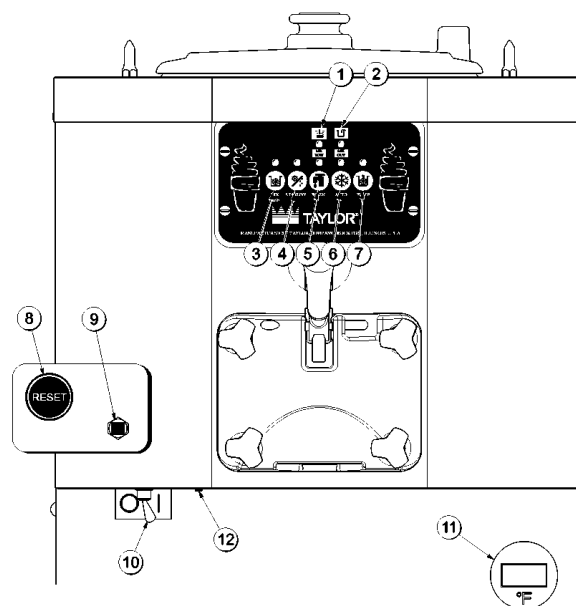


Рисунок 4.4 – Фризер С706, зовнішній вигляд: 1 – індикаторна лампочка «недостатньо суміші»; 2 – індикаторна лампочка «немає суміші»; 3 – кнопка «охолодження суміші»; 4 – кнопка «очікування»; 5 – кнопка «промивання»; 6 – кнопка «авто»; 7 – кнопка «насос»; 8 – кнопка перезапуску двигуна мішалки; 9 – кнопка перезапуску насосу; 10 – перемикач живлення (тумблер); 11 – індикатор температури бачка; 12 – гніздо для видачі топінгу

Вузли фризера змонтовані в металевому корпусі (рис. 4.5) та складаються з таких основних елементів: кришки бачка (1); зливного жолобу (2); шплінту, який призначено для утримування кришки бачка (3); бокової панелі корпусу (4); цапфи (5); захисного екрану від бризок (6); стічного жолобу (7); передньої панелі корпусу (8); вузла передньої панелі (9); вузла вентиляційного каналу

(10); задньої панелі корпусу (11); стічного жолобу вузла насоса (12); вузла насоса суміші (13).

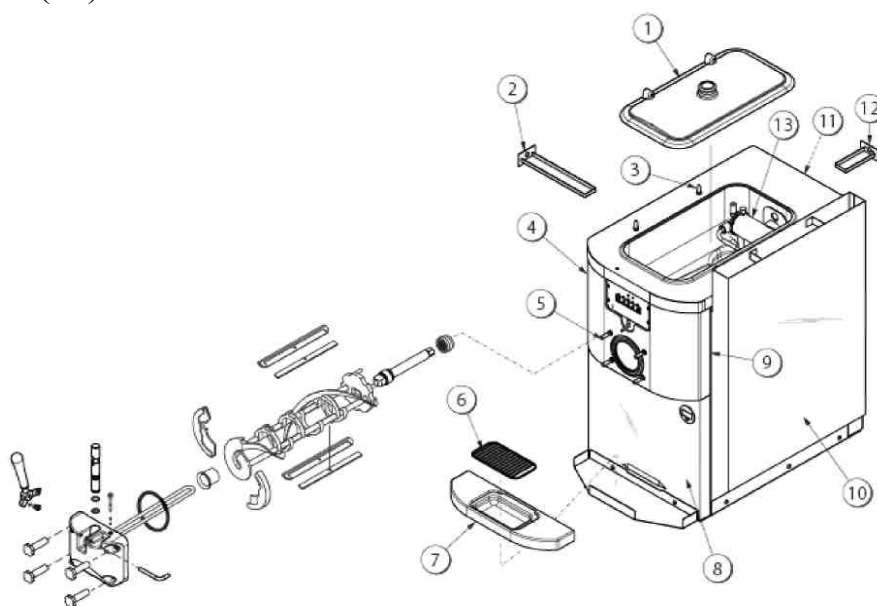


Рисунок 4.5 – Фризер С706, загальний вигляд

На рис. 4.6 наведено детальний вигляд вузла приготування морозива з основними робочими елементами.

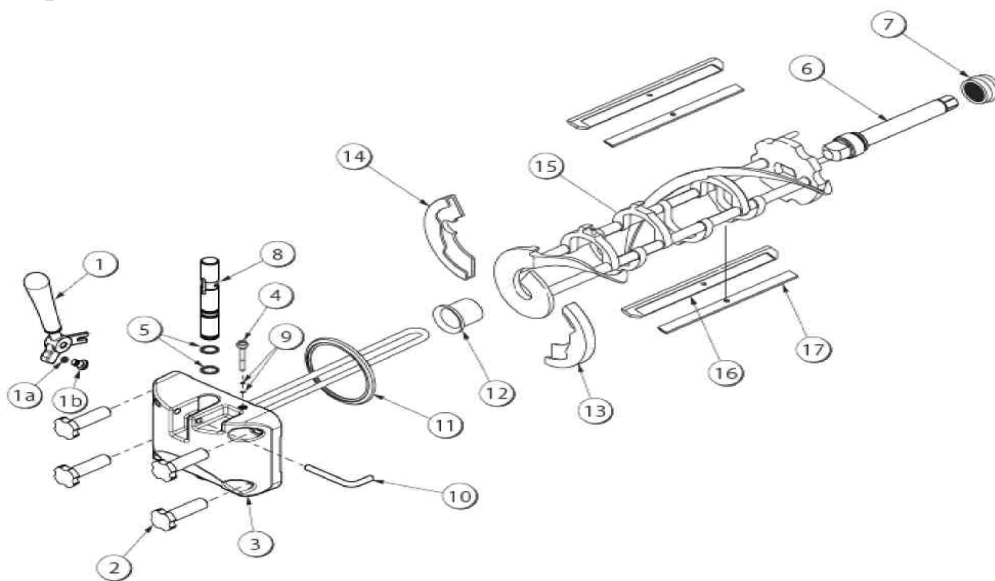


Рисунок 4.6 – Вузол для приготування морозива фризера С706: 1 – вузол ручки випускного пристрою; 1а – ущільнювальне кільце ручки; 1б – регулювальний гвинт; 2 – барашковий гвинт; 3 – вузол випускного пристрою з напрямним стрижнем; 4 – заправочна пробка; 5 – ущільнювальні кільця клапана видачі; 6 – вал шнеку-мішалки; 7 – сальник валу приводу; 8 – поршень; 9 – ущільнювальні кільця заправочної пробки; 10 – шпилька випускного пристрою; 11 – прокладка випускного пристрою; 12 – передній підшипник; 13 – накладка шнек-мішалки (права); 14 – накладка шнек-мішалки (ліва); 15 – вузол шнек-мішалки; 16 – затискач скребкового ножа; 17 – скребковий ніж

Для інтенсифікації подачі суміші в робочий циліндр у фризери моделі С706, застосовується помпа, загальний вигляд якої з основними деталями представлено на рис. 4.7.

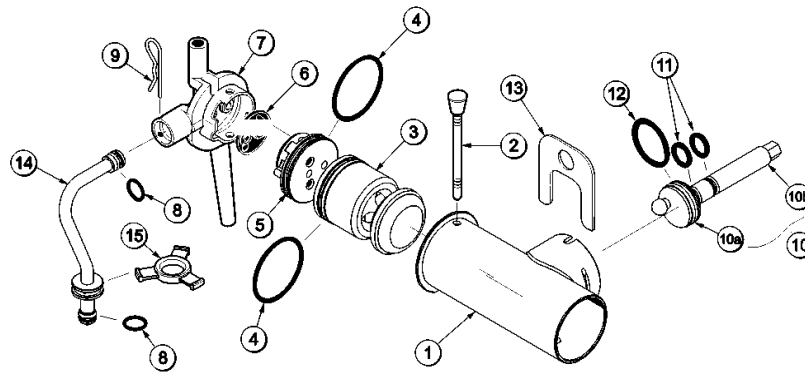


Рисунок 4.7 – Вузол помпи фризера С706: 1 – корпус помпи; 2 – штифт; 3 – поршень; 4 – ущільнювальні кільця поршня; 5 – ковпачки клапана; 6 – прокладка клапана; 7 – фланець; 8 – ущільнювальні кільця трубки подачі; 9 – шплінт; 10 – вузол приводного валу помпи; 10а – кривошипний важіль; 10b – привідний вал; 11 – ущільнювальні кільця приводного валу; 12 – ущільнювальні кільця кривошипного важелю; 13 – затискач; 14 – трубка подачі; 15 – стопорний поясок трубки подачі

4.3. Аналіз найбільш поширених видів фризерів

На сьогодні промисловістю випускаються фризери періодичної і безупинної дії. В апаратах періодичної дії збивання й заморожування порції суміші масою до 20...40 кг здійснюється за 5...10 хв. Продуктивність таких апаратів складає до 250 кг/год; продуктивність апаратів другого типу досягає 5000 кг/год. У деяких джерелах до фризерів періодичної дії відносять апарати з продуктивністю до 50 кг/год. Автори вводять ще третій тип фризерів – напівбезупинної дії.

Найбільш розповсюдженими фризерами вітчизняного виробництва, які пропонують фірми виробники обладнання харчових виробництв, є обладнання для виробництва м'якого морозива – фризери серії «RM». Обладнання пропонуються двох видів: фризер «RM-150» із продуктивністю до 15 кг/год і фризер «RM-300» із продуктивністю до 30 кг/год. Машини поставляються в двох варіантах як для виробництва одно- так і двоколірного морозива (1 або 2 циліндри) Виконані з застосуванням високоякісних вітчизняних і імпортних комплектуючих.

На Українському ринку найбільш широко представлені такі виробники фризерів: Carpigiani, Frigomatt, Coldelite, Ott Swiss Freezer (Італія), Stoelting, Taylor (США), Уральський електрохімічний комбінат (Росія) та ін. Не дуже давно до них приєдналися китайські виробники, південнокорейська компанія KORECO та італійська компанія CRM «Дольче роза».

4.3.1. Фризери для морозива безупинної дії

Фризери компанії Gram Equipment. Компанія Gram Equipment випускає фризери для морозива безупинної дії п'яти типорозмірів (табл. 4.1). Кожен типорозмір представлений п'ятьма різними моделями зі спеціальним обладнанням для задоволення індивідуальних потреб кожного замовника. Цілковитим автоматичним фризером морозива F(CF) виробляється морозиво однорідної консистенції. Температура морозива на виході з фризерів FCF, його кількість і збитість, однакові в будь-який момент і за будь-яких умов роботи, тому коливання якості продукту зведені до мінімуму. Фризери в основному використовуються для морозива, шербету і фруктового льоду, але також можуть застосовуватися для виробництва таких продуктів, як йогурт, соуси тощо (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд фризера компанії Gram Equipment

Фризери типу FCF можуть бути з'єднані з іншими системами, керованими мікропроцесором. За вимогою замовників поставляють фризери, обладнані станцією клапанів для холодоагенту, із такими функціями.

Для автоматичного керування:

- автоматичний контроль в'язкості;
- керування тиском у циліндрі;
- автоматичний контроль збитості;
- автоматичний контроль потоку суміші;
- автоматичний контроль температури усмоктування.

Для ручного керування:

- ручний контроль потоку суміші;
- напівавтоматичний контроль збитості (за вимогою).

Для полегшення керування фризерами будь-якого типу всі моделі обладнані рідкокристалічними дисплеями виведення даних. Крім цього, за вимогою замовника, фризери можуть виготовлятися як для фреонової, так і для аміачної систем.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики фризерів компанії Gram Equipment

Модель	Діапазон продуктивності в літрах суміші на годину	Розміри (Ш×Д×В), мм
(F)CF-4	75...400	730×1930×1935
(F)CF-8	150...800	930×2345×2060
(F)CF-14	250...1300	930×2695×2060
(F)CF-18	550...1700	930×3040×2060
(F)CF-22	700...2200	930×3040×2060

Фризери безупинної дії CF Series (Чехія). Фризери для морозива безупинної дії TECNOFREEZE модель CF – краще обладнання для середнього виробництва. Серія фризерів складається з 5 моделей із продуктивністю від 200 до 800 л/год. Фризери розроблені для роботи в безупинному автоматичному режимі. Збитість може регулюватися в діапазоні від 30% до 120%. Суміш морозива після виходу з фризера має гарну кремову структуру, вона досить щільна й ідеальна для наповнення упакування й роботи на екструзійних лініях.

Серія складається з фризерів таких найменувань: CF 150, CF 300, CF 400, CF 600, CF 800, технічні характеристики яких представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики фризерів CF Series

Параметр	Тип фризера				
	CF 150	CF 300	CF 400	CF 600	CF 800
Продуктивність (за умови 100% збитості) л/год	150	300	400	600	800
Потужність компресора, кВт	3,3	5,5	7,5	5,5+5,5	7,5+7,5
Потужність двигуна міксера, кВт	2,2	3	3	3+3	4+4
Приведена потужність, кВт	6,2	9,5	11,5	9,5+9,5	12,5+12,5
Споживання води (15°C), л/год	450	650	900	650+650	800+800
Споживання води (29,5°C), л/год	800	1200	1600	1200+1200	1200+1200
Ширина, мм	730	730	730	970	970
Довжина, мм	1250	1550	1550	1550	1550
Висота, мм	1600	1600	1600	1600	1600
Вага, кг	380	500	500	780	800

Один із фризерів представленої серії показано на рис. 4.9.



Рисунок 4.9 – Зовнішній вигляд фризера CF 400

Всі апарати серії CF мають масивну конструкцію з нержавіючої сталі і задовольняють дійсним вимогам прийнятих у Європі стандартів гігієни і безпечної роботи.

Фризери можуть виготовляти заморожений крем різної в'язкості і ступеня збиття – з 30% до 120%. Апарати серії CF можна включити в лінію разом із фасувальними чи екструзійними апаратами, зручно підключити їх у пристрій для миття С.І.Р. Обладнання надійне й безперебійно працює за будь-яких робочих умов, нескладне та зручне, легке в обслуговуванні, характеризується зручним доступом для ремонтних робіт і догляд за ним нескладний, виробляє консистенцію придатну для екструдованих виробів.

Горизонтальне положення морозильного циліндра спрощує розбирання мікзера, заднє обертове ущільнення вийняти неважко. Сагітальний вимірник струму керує ходом компресора – включає та виключає його відповідно до твердості крему всередині морозильного циліндра, захищає його від замерзання. Циліндр кожного морозильного апарата покритий шаром твердого хромованого металу, фризери оснащені міксером із двома ножами, насосним пристроєм повітря/мікс із керуванням за допомогою механічного варіатора, електронною системою регулювання відтавання гарячою парою, клапаном, регулюючим ступінь збиття, фреоновою сухою розширювальною системою з напівгерметичним компресором BITZER і вертикальним герметичним конденсатором, що підходить і для кільцевого охолодження, панеллю керування з елементами контролю, регуляції й захисту, сагітальними індикаторами продукції та твердості крему.

Параметри продукту такі:

- рекомендована температура міксу на вході 4°C;
- температура продукту на виході мінус 5,5°C;

- жирність 8...12%;
- цукор 15..20%;
- стабілізатори 0,5%;
- сумарна частка сухого залишку 34..42%.

Фризер для морозива Б6-0Ф2-ШМ. Фризер призначений для виробництва морозива шляхом охолодження, насичення повітрям і заморожування різних сумішей. У цій конструкції застосована принципово нова аміачна система, що дозволила різко поліпшити перемішування в циліндрі суміші з повітрям.

Технічні характеристики:

- | | |
|---|----------------|
| – продуктивність, кг/год | 150...600; |
| – встановлена потужність, кВт | 16,5; |
| – габаритні розміри, мм | 2580×675×1640; |
| – маса, кг | 1000; |
| – мінімальна температура морозива, °С | -3 до -6; |
| – збитість морозива % | до 180; |
| – робочий тиск рідкого аміаку на вході
у фризер не менш кг/см ² | 2,5; |
| – витрата холоду не більш кДж/година | 63000. |

Фризер для морозива «Фризер 300» безупинної дії, призначений для випуску молочних сортів морозива (молочне, вершкове, пломбір).

Основні вузли фризера:

- морозильний циліндр із мішалкою і збивачем;
- насос для подачі вихідної молочної суміші та повітря;
- система охолодження з напівгерметичним компресором фірми Copeland (Німеччина);
- пульт керування з цифровою індикацією поточного стану основних робочих параметрів фризера;
- рама з нержавіючої сталі;
- ручні органи керування збитістю морозива й тиском суміші в морозильному циліндрі (установлені на передній панелі).

Облицювання фризера, а також деталі й вузли, що стикаються з харчовими середовищами і підлягають санобробці, виконані з корозійностійких матеріалів.

Технічні характеристики:

- | | |
|--|------------------|
| – продуктивність, кг/год | 150...300; |
| – температура вихідної суміші морозива, °С | від 2 до 6; |
| – температура морозива на виході, °С від | від -2 до -5; |
| – збитість морозива на виході, % | від 40 до 100; |
| – тип насоса | поршневий; |
| – система збивання | безпосередня; |
| – холодоагент | R22 ДСТ 8502-93; |

- установлена электропотужність, кВт 11;
- витрата холодної води, м³/год, не більше 1,8;
- температура води на вході в конденсатор, °С, не вище 33;
- напруга живлення, В 380;
- частота живлення мережі, Гц 50;
- тиск суміші морозива в циліндрі
- під час фризеравання, мПа, не більше 0,6;
- габаритні розміри 700×1200×1600;
- маса, кг 500.

4.3.2. Обладнання для твердого морозива

Фризери для твердого морозива (батч-фризери). Призначені для приготування традиційного твердого морозива. Температура кінцевого продукту на виході від - 8°С до -12°С. Морозиво, приготовлене за допомогою цих пристроїв, дозакалюється в низькотемпературній морозильній камері до більш низької температури. Надалі готова продукція реалізується через холодильні вітрини (у гастроємностях) у вигляді кульок. Кульки морозива можуть подаватися як у вафельному стаканчику, так і окремо у виді десертів.

Електромеханічні фризери LABO фірми Carpigiani (Італія) для приготування твердого вагового морозива (рис. 4.10). Автоматична система контролю за консистенцією суміші (запатентована розробка Carpigiani) гарантує одержання морозива найвищої якості.



Рисунок 4.10 – Електромеханічні фризери LABO фірми Carpigiani (Італія)

Електронні фризери LABOTRONIC для приготування твердого вагового морозива (рис. 4.11). Електронний контроль за консистенцією суміші (запатентована розробка Carpigiani) та автоматичне підбирання режиму фризеравання гарантує одержання морозива найвищої якості.



Рисунок 4.11 – Зовнішній вигляд фризерів LABOTRONIC

Пастеризатори PASTOMASTER призначені для пастеризації, гомогенізації й дозрівання базової суміші для морозива різних типів, приготування кондитерських соусів, кремів, десертів (рис. 4.12). Електронний контроль на всіх стадіях готування суміші. П'ять швидкостей перемішування. Система охолодження – водяна.



Рисунок 4.12 – Пастеризатори PASTOMASTER

Апарати для дозрівання суміші AGEMASTER є логічним доповненням пастеризаторів (рис. 4.13). Убудований мікропроцесор підтримує найбільш сприятливий режим для дозрівання й збереження суміші. Електронний контроль процесу дозрівання суміші.



Рисунок 4.13 – Апарати для дозрівання суміші AGEMASTER

4.3.3. Фризери для м'якого морозива

Фризери для м'якого морозива призначені для виробництва м'якого морозива та його реалізації безпосередньо на місцях продажів. Температура кінцевого продукту на виході мінус 6°C. М'яке морозиво подають як правило у вафельних ріжках або в стаканчиках. Для того, щоб різноманітнити смак, рекомендується використовувати топінги (спеціальна глазур для поливання морозива й десертів).

Обладнання для приготування м'якого морозива. Електронні настільні машини для приготування м'якого та йогуртового морозива (рис. 4.14). Електронний контроль за роботою вузлів апарата. Індикатор мінімального рівня суміші в танку. Функція збереження суміші за температури + 4°C.



Рисунок 4.14 – Зовнішній вигляд настільних фризерів для м'якого морозива

Високотехнічні електронні машини для готування оригінального м'якого морозива з окантовкою сиропом. Забезпечення рівномірної подачі сиропів. Електронна система HARD-O-TRONIC контролю консистенції морозива забезпечує одержання збитості вказаного морозива до 70...80 %. Збереження суміші в танку за температури + 4°C. Індикатор мінімального рівня суміші в танку.



Рисунок 4.15 – Зовнішній вигляд фризера підлогової моделі

Фризери для м'якого морозива і коктейлю (Комбо) поєднують у собі одночасне виготовлення молочних коктейлів різних смаків і м'якого морозива шляхом перемішування, насичення повітрям і заморожування попередньо підготовленої рідкої суміші. Температура кінцевого продукту на виході від - 4°C до -8°C. Морозиво й коктейлі, приготовлені за допомогою цих апаратів, реалізуються безпосередньо після готовності.

На ринку з'явилася новинка – обладнання для приготування коктейлю із сиропом або м'яким морозивом на вибір MULTIPLE CHOICE (рис. 4.16).



Рисунок 4.16 – Зовнішній вигляд фризера MULTIPLE CHOICE

Технічні характеристики обладнання такі:

- морозиво – до 30 кг/год (до 400 порцій по 75 г на годину);
- кількість смаків: 1;
- коктейль – до 30 кг/година (до 160 порцій по 250 г на годину);
- кількість смаків: 1 + 3 (із сиропами);
- ємність танка: 18 л;
- збитість до 50...70 %;
- електричні параметри: 380/50/3, 2,8 кВт;
- охолодження: водяне / повітряне (під замовлення).

4.4. Порівняння технічних характеристик апаратів для приготування морозива різних виробників

4.4.1. Апарати італійського виробництва

Фризери для м'якого морозива представлені на рисунку 4.17, технічні характеристики та вартість – в табл. 4.3. Батч-фризери представлені на рисунку 4.18, а характеристики і ціни в табл. 4.4.



Рисунок 4.17 – Зовнішній вигляд фризерів італійського виробництва

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика фризерів італійського виробництва для м'якого морозива

Модель	BQL-A11	BQL-808	BQL-S33	BQL-S36
Продуктивність, л/годину	13–18	18–25	32–40	38–44
Бункер, л	6,5	2×6,5	2×6,5	2×6,5
Напруга		200...240/50/1		
Потужність, кВт	1,3	1,7	2,4	3,4
Довжина, мм	518	518	540	540
Ширина, мм	595	650	780	780
Висота, мм	740	740	1410	1410
Вага, кг	70	120	160	210
Повітряний насос	-	-	-	-
Збитість, %	40	40	40	40



Рисунок 4.18 – Зовнішній вигляд батч-фризерів італійського виробництва

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики батч-фризери італійського виробництва

Модель	H-165	BQJ-6
Продуктивність, л/годину	26...36	6
Завантаження, кг	3	2
Напруга, В	200...240	220...240
Потужність, кВт	2,6	0,5
Довжина, мм	540	560
Ширина, мм	770	460
Висота, мм	1410	405
Вага, кг	136	42
Вартість, USD	5425	1400

4.4.2. Апарати виробництва компанії TAYLOR COMPANY (США)

Фризер серії M-754 для виробництва м'якого морозива являє собою найбільш передову технологію, розроблену фірмою TAYLOR COMPANY (США). Вона дозволяє виробляти одночасно морозиво двох смаків і їхню комбінацію. Оригінальна конструкція, що дозволяє охолоджувати суміш вже в прийомних бункерах, а також форма й конструкція ножів, призначених для зрізання продукту в заморожувальному циліндрі, дозволяють значно підвищити продуктивність фризера за мінімальних витрат електроенергії. За умови установки додаткових повітряних насосів (збитість не менш 60%) може бути ефективно використаний під час виробництва твердого морозива.

Фризер серії M-710 (рис. 4.19) призначений для виробництва м'якого морозива. Це технологія, що забезпечує високу надійність, довгий термін експлуатації в поєднанні зі зручністю настільного використання, дозволяє максимально використовувати фантазію, щоб подавати смачне ароматизоване морозиво в тому виді, у якому воно буде найбільш привабливим для покупців: у вафельних стаканчиках, креманках, у пластиковому посуді. Оригінальна конструкція мішалки забезпечує видачу морозива ніжної кремоподібної консистенції. Фризер також може бути використаний для виробництва

молочних коктейлів. Технічні характеристики фризерів американського виробництва фірми TAYLOR COMPANY представлені в табл. 4.5.



Рисунок 4.19 – Фризер Taylor M-710

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики фризерів американського виробництва

Характеристика	Параметр		
	М-754	М-710	М-142
1	2	3	4
Продуктивність*, л/год	70	28	15
Число видів морозива, шт.	2+1змішаний	1	1
Напруга живлення, вольт/число фаз/частота	380/3/50	380/3/50 або 220/1/50	220/1/50
Обсяг бункера для суміші, л	2×18,9	18,9	7,6
Споживання електроенергії, кВт/год	5,5	2,6	1,8
Збитість морозива, %	25...40	25...40	25...40
Охолодження	повітряне	повітряне	повітряне
Наявність режиму «Збереження»	так	немає	так
Габарити, мм: висота/ширина/довжина	1500/680/770	813/468/792	736/406/622
Маса, кг	300	142	65,8
Ціна, євро	9000	4000	4400

* при номінальних умовах ($t_{\text{суміші}}=+4...+6^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{окр}}=+20...+22^{\circ}\text{C}$)

4.4.3. Апарати для приготування м'якого морозива українського виробництва

Фірми-виробники обладнання харчових виробництв пропонують до продажу обладнання для виробництва м'якого морозива – фризери серії RM. Обладнання пропонуються двох видів: фризер RM-150 із продуктивністю до 15

кг/год і фризер RM-300 із продуктивністю до 30 кг/год. Їх технічні характеристики представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Технічні характеристики фризерів українського виробництва

Параметр	Модель апарата	
	RM-150	RM-300
Бункери	одноциліндровий	двоциліндровий
Обсяг бункера, л	8	2×8
Система охолодження: головний охолоджувач охолоджувач для бункера	R 404a R 134a	R 404a R 134a
Конденсатор	охолодження повітрям	охолодження повітрям
Компресор і контролери	Danfoss (Данія)	2×Danfoss (Данія)
Продуктивність: 70 мл порція на годину за збитості 40%	150	300
Температура морозива на виході, °С	мінус 5	мінус 5
Електричні вимоги, В/А/Гц	220/10/50	220/20/50
Потужність, кВт	1,3	2,6
Габарити: мм		
довжина	790	790
ширина	450	575
висота	1450	1450
Вага, кг	300	350

Машини поставляються в двох варіантах для виробництва як одно-, так і двоколірного морозива (1 або 2 циліндри); виконані із застосуванням високоякісних вітчизняних і імпортованих комплектуючих:

- окремий компресор для охолодження бункера;
- одна з самих енергоефективних машин на ринку;
- індивідуальний двигун мішалки в охолоджувальному циліндрі розроблений для режиму частих включень і вимикань;
- незалежний контроль в'язкості для кожного охолоджувального циліндра, необхідний для утримання високої та постійної якості морозива;
- машина включається після опускання ручки вниз;
- не вимагає підставки;
- продуктивність до 18 порцій на хвилину.

4.4.4. Фризери для приготування м'якого морозива китайського виробництва

Обладнання, на якому написано «зроблено в Китаї», зовсім не гірше німецького, японського або італійського. Якість виконання на досить високому рівні, а ціновий сегмент трохи нижче ніж у європейських і, американських виробників.

Моделей китайського обладнання для виробництва м'якого морозива досить багато, одна з них представлена на (рис. 4.20). Технічні характеристики китайських фризерів представлені в табл. 4.7.



Рисунок 4.20 – Модель фризера BQ-368

Таблиця 4.7 – Основні технічні характеристики фризерів китайського виробництва

Характеристика	Значення		
	BQ-316	BQ-313A	BQ-106
Продуктивність, кг/год	10...12	8...10	5
Напруга живлення, вольт/число фаз/частота	220/1/50	220/1/50	220/1/50
Холодоагент	R 22	R 22	R 22
Споживання електроенергії, кВт/год	1,4	1,3	0,8
Охолодження	повітряне	повітряне	повітряне
Габарити:, мм висота×ширина×довжина	750×523×730	750×528×730	358×335×505
Маса, кг	120	110	46
Вартість, USD	4800	4800	4000

4.5. Льодогенератори

Льодогенератори – автоматичні пристрої для приготування харчового льоду, який використовується для технологічних потреб, підприємств переробних і харчових виробництв, ресторанно-готельного бізнесу та торгівлі.

4.5.1. Класифікація льодогенераторів

Штучний лід одержують заморожуванням води в льодогенераторах за температур охолодного середовища від - 8 до -30°C.

Сучасні льодогенератори класифікують за видом, складом та 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 – подріблений кусковий і пластинчастий, трубчастий, скорлупний, брикетний, кубиковий; розсипний – дрібно подрібнений (здрібнений до снігоподібної маси або гранул), лускоподібний, сніжний. На рис. 4.21 наведено вигляд окремих видів льоду, вироблених за допомогою льодогенераторів.



Рисунок 4.21 – Загальний вигляд льоду, який отримують за допомогою льодогенераторів: а – стаканчик; б – кубик; в – лускоподібний лід

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.

Для охолодження продуктів на харчових виробництвах і під час транспортування морепродуктів використовують лускоподібний або гранульований лід:

– у рибному господарстві – для доставки свіжої риби з кораблів або від портових холодильників до магазинів без втрати якості (застосування лускоподібного льоду збільшує строк зберігання свіжої риби з 1 до 10 днів), охолодження (для охолодження 1 т свіжої риби від 26°C до 0°C потрібно 250 кг льоду);

– у виробництві листового тіста, у ковбасному виробництві для охолодження тіста або фаршу.

За складом вихідної сировини штучний водний лід розділяють на лід із прісної води (сирої, кип'яченої, дистильованої), лід із природної солоної води, зокрема – морський, лід із води зі штучними добавками: антисептичний, ропний.

4.5.2. Льодогенератори блокового льоду

Ропні льодогенератори блокового льоду (рис. 4.22) виробляють технічний матовий або прозорий лід у рухливих льодоформах.

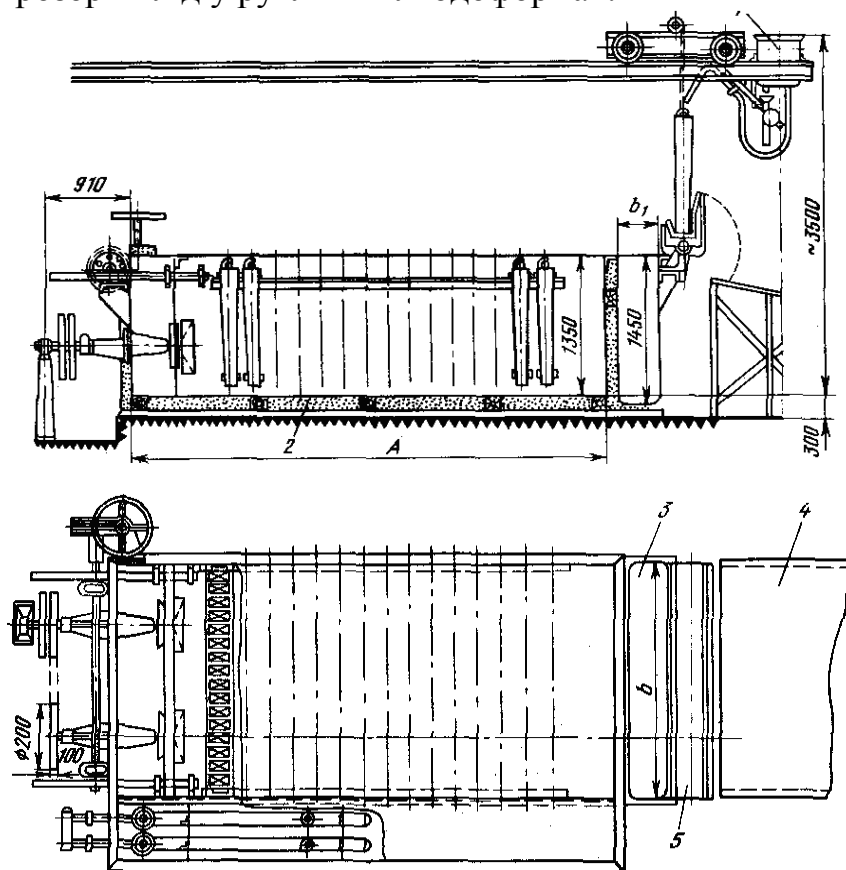


Рисунок 4.22 – Ропний льодогенератор блокового типу: 1 – наповнюючий пристрій; 2 – ізоляція; 3 – посудина відтаювання; 4 – льодоскат; 5 – перекидний пристрій

Температура розсолу в баку - 8... -12°C; швидкість циркуляції 0,1...0,2 м/с. Розсіл охолоджується вертикально-трубним або листотрубним заглибним випарником із температурою кипіння аміаку або R22 біля мінус 15°C. Витрата холоду на 1 кг льоду 525...585 кДж.

Для інтенсифікації льодогенератора застосовують попереднє охолодження води у водоохолоджувачах і не проморожують серцевину блока.

Під час відтавання льодоформи занурюють у теплу (до 40°C) воду або зрошують їх у похилому положенні на льодоскаті. Втрати льоду під час відтавання становлять 1...2 мм на бік.

У країнах колишнього СРСР застосовують ропні льодогенератори з льодоформами на 12,5; 25 і 50 кг льоду. Висота баків 2295...2445 мм.

Льодоформи на 12,5 кг льоду мають перетин у верхній частині 0,11×0,19 м, тривалість заморожування води за температури розсолу мінус 10°C приблизно 8 год; на 25 кг льоду – перетин 0,13×0,26 м, тривалість заморожування 12 год; на 50 кг льоду – перетин 0,19×0,38 м, блок заморожується за 16 ч. Довжина льодоформ 1,12 м; довжина блоків льоду близько 1 м.

За кордоном, зокрема в США, застосовують подібні льодогенератори з барботуванням води для одержання прозорого блокового льоду. Процес його одержання можна здійснити за схемою низького або високого тиску. За методом низького тиску стиснуте до 0,015...0,035 МПа повітря за допомогою повітрорудки подається в суцільні або перфоровані металеві трубки, опущені у воду на певну глибину по центру льодоформи. За методом високого тиску стиснуте компресором до 0,17...0,25 МПа повітря підводять до нижньої частини льодоформ.

Стиснене повітря від головного колектора льодоформами розподіляється дросельними вентилями. Метод високого тиску забезпечує більш високу якість одержуваного льоду. Проте він вимагає відповідної обробки повітря, що подається в льодоформи. Схема обробки повітря передбачає доведення тиску до стиск до тиску 0,17...0,25 МПа, зняття перегріву (водопровідною водою), охолодження й осушення в ропному осушувачі.

Недоліки ропних льодогенераторів такі:

- низька питома продуктивність;
- значна металоємність льодогенератора;
- підвищені витрати електроенергії у зв'язку із застосуванням проміжного холодоносія – розсолу;
- підвищена корозія ропного бака, льодоформ, трубопроводів, металевих конструкцій та ін.;
- постійна деконцентрація розсолу через випадання вологи з повітря на поверхню розсолу й потрапляння води в розсіл під час заповнення й заморожування льодоформ;
- трудомісткість обслуговування й відсутність автоматизації;
- потреба у великих виробничих площах для установки льодогенераторів;
- значні втрати льоду під час відтаювання льодоформ.

4.5.3. Трубчасто-блокові льодогенератори безпосереднього охолодження

Трубчасто-блокові льодогенератори безпосереднього охолодження, що являють собою нерухливі льодоформи з випарними оболонками та внутрішніми трубками для наморожування льоду, більш інтенсивні й гігієнічні порівнянно з ропними. Прикладом промислового льодогенератора блокового льоду безпосереднього охолодження є льодогенератор Вільбушевича.

За температури кипіння холодоагенту (-15°C) тривалість заморожування блоків льоду масою в 25 кг становить близько 2 години. Втрати льоду під час відтавання 2...3%. Відтаювання здійснюється гарячими парами холодоагенту шляхом перемикаць холодильної машини. Для випуску льоду льодоформа має в дні відкидні кришки на пружинах. Перед заливанням кришки приморожують невеликою кількістю води. Після відтавання кришки відкриваються, й лід випадає у приймач. У льодогенераторах одержують блоки масою 12,5; 25 і 35 кг. Продуктивність від 1 до 100 т/добу непрозорого льоду. Льодоформи виготовляють із антикорозійної сталі товщиною 6,0 мм, що дозволяє одержувати лід із морської води. Воду, що надходить у льодогенератор, попередньо

охолоджують у водоохолоджувачі до 2°C. Льодогенератори неавтоматизовані й характеризуються підвищеною металоємністю.

З інших генераторів блокового льоду з безпосереднім охолодженням слід відзначити автоматизовані льодогенератори трубчасто-блокового льоду зі спливаючими блоками («Грассо», ТБД-100). Їх виготовляють у вигляді глибокого бака з водою, у якому змонтовані пучки випарних труб. Крижані трубчасті блоки масою 25...50 кг намерзають на трубах за 2...3 години. Після автоматичного відтаювання гарячими парами холодоагенту вони спливають, проштовхуються ланцюговим конвеєром до торця бака й подаються на стрічковий конвеєр.

Льодогенератори неметаломісткі, тому що не мають випарних оболонок і льодоформ.

За даними фірми «Грассо» (Нідерланди) вартість виробництва трубчасто-блокового льоду на 30% менше вартості виготовлення блокового льоду в звичайних неавтоматизованих льодогенераторах із ропним охолодженням.

4.5.4. Льодогенератори з пошаровим наморожуванням блокового льоду

У льодогенераторах блокового й трубчасто-блокового льоду («Барбієрі», «Грассо», ТБЛ-100 та ін.) льодоутворення вповільнюється в міру росту товщини шару льоду й збільшення його термічного опору. Процес одержання льоду в цих льодогенераторах здійснюється циклічно, з обов'язковим відтаюванням, що збільшує тривалість циклу й припускає значні втрати льоду й непродуктивні витрати холоду на охолодження льодоформ.

Більш перспективний метод виробництва блокового льоду шляхом пошарового наморожування й видалення з поверхні льодоутворення тонких плівок льоду. Через незначний термічний опір шару, який наморожується, можна досягти високої продуктивності льодогенератора. Уперше такий льодогенератор був виготовлений фірмою «Ціманн» (Австрія). Льодогенератори пошарового наморожування з гідравлічним або механічним виштовхуванням блоків льоду розроблялися також у Японії, США й СРСР.

Пристрій і дія льодогенератора (рис. 4.23) полягають у такому. Пірамідальна або конічна льодоформа, що звужується донизу, має зовні сорочку, у якій кипить холодоагент. Спочатку льодоформа заповнюється водою, що заморожується у вигляді блока. Коли вода повністю замерзне, у льодоформу через отвір у нижній частині подається під тиском невелика порція води, що відриває блок льоду від поверхні форми й заповнює зазор, що утворився між льодоформою та блоком. Зусилля відриву льоду від форми залежно від температури льоду становить від 0,5 до 2,0 МПа. Величина зазору залежить від подаваної порції води й становить від 0,5 до 3,0 мм. Тонка плівка води замерзає за кілька секунд, наморожуючись на теплопередавальній поверхні льодоформи й на поверхні переохолодженого блока льоду. Інтервал між подачами порцій води враховує й час, необхідний для деякого переохолодження замороженого шару. Таким чином, із форми практично безупинно росте крижаний блок, що періодично відрізається дисковою пилкою.

Є також системи з механічним виштовхуванням льоду.

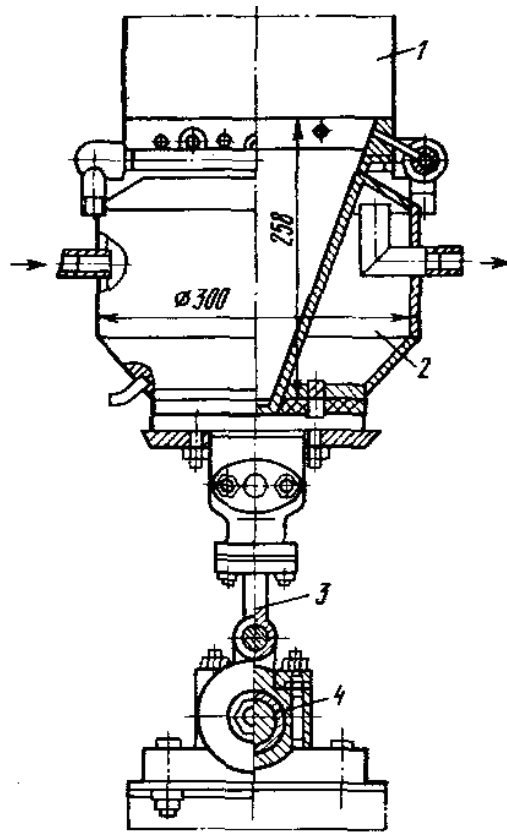


Рисунок 4.23 – Льодогенератор із пошаровим наморозуванням блоків льоду: 1 – крижаний блок; 2 – охолоджувальна сорочка; 3 – плунжер; 4 – приводний вал

4.5.5. Льодогенератори трубчастого та пластинчастого льоду

Із промислових льодогенераторів малогабаритного харчового льоду найпоширеніші автоматизовані зрошувальні льодогенератори трубчастого і пластинчастого льоду.

Вони виробляють дроблений прозорий лід із насипною масою 400...600 кг/м³ і відрізняються високою інтенсивністю льодоутворення внаслідок невеликих товщин (5...25 мм) шару, який наморозується. Собівартість вироблюваного льоду на 30...40% менша, ніж у ропних льодогенераторах, проте витрата холоду досить велика (670...840 кДж/кг) у зв'язку з періодичним нагріванням випарників під час відтавання льоду.

Трубчастий лід виробляють у льодогенераторах із трубчастими випарниками – кожухотрубними (рис. 4.24) або підвісними з подвійних труб. У кожухотрубних випарниках лід наморозується усередині зрошуваних труб. Кратність циркуляції води становить 30...50. Тривалість наморозування 45 хв. Після відтавання отриманий лід розрізають льодорізкою на шматки у вигляді трубок або шкаралуп довжиною 50...100 мм.

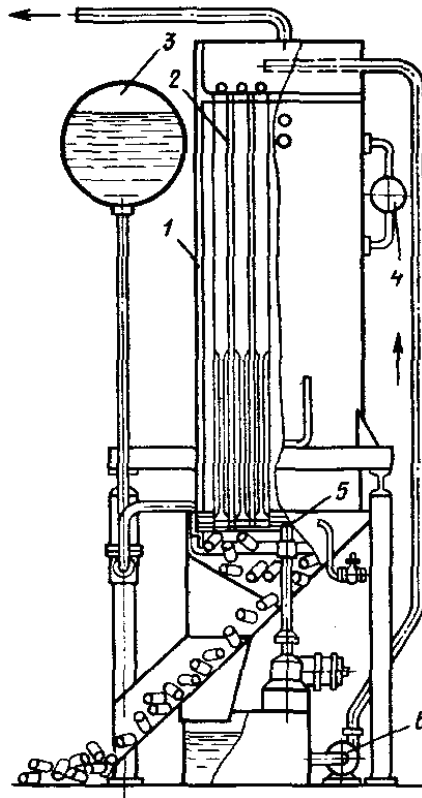


Рисунок 4.24 – Льдогенератор трубчастого льоду: 1 – кожух льдогенератора; 2 – труба льдогенератора; 3 – збірник аміаку; 4 – поплавковий регулюючий вентиль; 5 – механічний ніж; 6 – водяний насос

У підвісних трубчастих льдогенераторах лід наморожується всередині або зовні висячих подвійних труб або одночасно з обох боків.

Пластинчастий лід наморожують на пакетно-панельних зрошуваних або заглибних випарниках.

Одержувані пластини льоду товщиною від 0 до 10 мм подрібнюють за допомогою дробарок.

4.5.6. Льдогенератори лускоподібного та сніжного льоду

Роторні льдогенератори з механічним відділенням лускоподібного або сніжного льоду шкребками (ножами, різцями) і спеціальними фрезами широко використовують для промислового виробництва розсипного й брикетованого льоду й льодоводяної пульпи, для концентрування виморожуванням і заморожування рідких і пастоподібних харчових продуктів, в інтенсивних водоохолоджувачах і водольодяних акумуляторах холоду. Їх застосовують у якості кристалізаторів у різних галузях промисловості й теплообмінників за теплонасосного опалення, що використовує теплоту льодоутворення.

У м'ясо-молочній промисловості подібні роторні пристрої застосовують у вигляді фризерів для виготовлення морозива, для одержання лускоподібного й сніжного льоду (табл. 4.8), використовуваного під час охолодження ковбасного фаршу й охолодження в льодоводяній пульпі битої птиці та ін.

Таблиця 4.8 – Технічна характеристика льодогенераторів сніжного льоду

Параметр	Значення			
	ИЛ-500	Л-300 «Пінгвін»	ИЛ-200 «Амур»	ФИЛ-50/100
Продуктивність за температур води, що заморожується, 28°C і приміщення (навколишнього середовища) 10...28°C, кг/год	500...800	300...350	200...250	150...240
Температура кипіння холодоагенту, °C	-22...-40	-22...-25	-22...-25	-18...-25
Температура льоду із прісної води, °C	-4...-6	-4...-6	-4...-6	-4...-8
Витрата води (без циркуляції), м ³ /год	до 1,1	до 0,5	до 0,4	до 0,4
Витрата електроенергії на 1т одержуваного льоду (без циркуляції води), кВт·ч/т	2,13	4,3	4,8	2,08
Витрата холоду за t ₂ = -25°C, кВт	58	35	23	20
Робоча поверхня циліндра-випарника, м ²	4,75	2,55	1,6	1,0
Знімання льоду з 1м ² поверхні циліндра, кг/год	168	137	156	240
Частота обертання ротора зі шкребками й форсунками, с ⁻¹	0,117	0,150	0,150	0,133 або 0,067
Потужність електродвигуна для шкребків, кВт	2,0	2,2	1,5	0,45
Матеріал циліндра-випарника	СтХ18Н9Т (Х18Н10Т)	СтХ18Н9Т (Х18Н10Т)	СтХ18Н9Т (Х18Н10Т)	Сплави АМг5, Амг6 (для фреонів АД31)
Маса, кг	1600	630	520	240

Автоматизовані роторні льодогенератори безпосереднього охолодження є пристроями безперервної дії (рис. 4.25). Вони виготовляють із прісної й солоної води сніжний і лускоподібний лід із об'ємною щільністю 300...500 кг/м³, а також льодоводяну пульпу, придатні для безпосереднього вживання. Механічне відділення льоду більш економічне, ніж його відтавання, тому роторні льодогенератори споживають мінімум холоду (460...500 кДж/кг) і електроенергії (145...200 кДж/кг), найбільш компактні (0,1...0,3 м³/т добу). Собівартість

лускоподібного й сніжного льоду на 40...50% менше вартості блокового льоду, отриманого в льодогенераторах з ропним охолодженням.

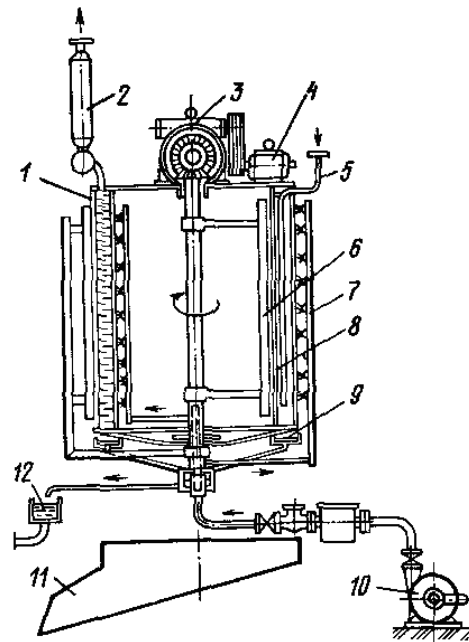


Рисунок 4.25 – Двосторонній скребковий льодогенератор ИЛ-500:
1 – зовнішній циліндр випарника; 2 – сухопарник; 3 – редуктор;
4 – електродвигун; 5 – трубка подачі холодоагенту; 6 – внутрішній ніж (скребок); 7 – трубка водяна зовнішня; 3 – внутрішній циліндр випарника;
9 – водозбірник; 10 – водяний насос; 11 – льодоскат; 12 – бачок надлишкової води

Роторні льодогенератори з льодом, що знімається безупинно, особливо інтенсивні завдяки тонкошаровому (0,5...2,5 мм) заморожуванню. Роторні льодогенератори працюють як за циркуляції води, так і за обмеженої її подачі без рециркуляції й виготовляють за $T = -15...-25^{\circ}\text{C}$ сухий лускоподібний лід (рис. 4.25).

За надлишку води або підвищеної температури холодоагенту ці льодогенератори можуть робити сніжний лід із вологістю до 20...25% або ж льодоводяну пульпу, придатну для перекачування насосом. В останньому випадку їх можна використовувати як інтенсивні водоохолоджувачі, тому що теплообмін під час льодоутворення звичайно значно перевершує конвективний теплообмін, що не супроводжується фазовим переходом.

Для інтенсифікації й підвищення ефективності роторних льодогенераторів здійснюють такі заходи:

- застосування насосних схем, що забезпечують інтенсивну циркуляцію холодоагенту, стабільне заповнення випарників рідким холодоагентом при коливаннях теплового навантаження;

- застосування для виготовлення випарників високотеплопровідних матеріалів (сталі 30, алюмінієвих сплавів АМГ-5 і АД-31), обмеження товщини стінки;

- поліпшення системи зрошення водою поверхні випарника;

- збільшення частоти обертання ріжучого пристрою;
- попереднє охолодження води;
- зниження температури кипіння;
- оребрення внутрішньої поверхні циліндрів випарника.

Всі льодогенератори можуть працювати на фреоні та аміаку. Режим роботи автоматичний. Випарники неповністю затоплені, з вільним рівнем. Спосіб знімання льоду ножовий, а у ФІЛ-50/100 ножовий або за допомогою фрези.

Все більше поширення одержують фрезерні, роторні льодогенератори лускоподібного льоду, зокрема фірм «Йорк» (США), «Хол» (Англія), «Німа» (Німеччина) та ін.

Замість шкребків, що швидко затуплюються, у фрезерних льодогенераторах використовують гвинтові фрези довгострокового користування, які повністю сколюють лід із полірованої поверхні випарників. Товщина льоду, що заморожується, 1,5...2,5 мм. Температура кипіння холодоагенту мінус 15°C. Лід температурою не вище мінус 5°C порівняно легко відділяється фрезами від випарника.

Льодогенератори Geneglase

Робота льодогенератора полягає в такому: вода з піддона (3) насосом (2) подається через отвори (4) на внутрішні стінки циліндра (1), що охолоджується холодоагентом R-22 (R-404A, R-717), який випаровується в просторі між стінками (6). Лід, що намерзнув на стінки циліндра, зрізується фрезою (7), що приводиться в дію електродвигуном (8) (рис. 4.26). Можливе виробництво льодогенераторів берегового виконання з використанням морської води. Порівняльна характеристика льодогенераторів лускоподібного льоду Geneglase наведена в табл. 4.9.

Льодогенератор поставляється в зібраному вигляді та комплектується холодильним агрегатом фірми BITZER (Німеччина). У холодильному контурі системи використовується холодоагент R-22, можливе виконання із застосуванням хладона R404A або аміаку R-717.

Таблиця 4.9 – Порівняльна характеристика льодогенераторів лускоподібного льоду Geneglase

Модель агрегату	Продуктивність, кг/доб	Максимальна товщина льоду, мм
F30	1000	1,9
F90V	3000	2,2
F200	5000	2,7
F600	10000	2,9

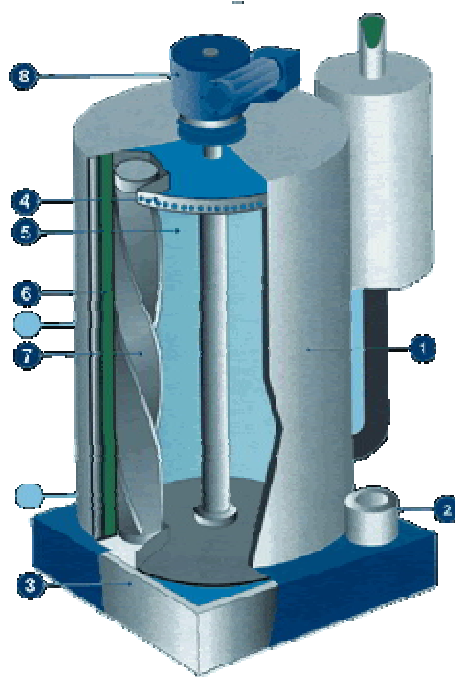


Рисунок 4.26 – Загальний вигляд льодогенератора Geneglace

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. 4.27) 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.

Технічні характеристики наведено в табл. 4.10.

Моделі Л103, Л105 можуть поставлятися в двох варіантах:

- моноблок;
- біблок – із виносним компресорно-конденсаторним агрегатом, що входить у комплект поставки.



Рисунок 4.27 – Загальний вигляд льодогенератора фірми «Технохолд ГЛЕН, ЛТД»

Таблиця 4.10 – Технічні характеристики льодогенераторів «Технохолд ГЛЕН, ЛТД»

Параметр	Значення			
	Л101	Л103	Л105	Л401
Продуктивність, кг/доб.	240	720	1200	9500
Холодоагент	R507	R507	R507	NH3
Потужність, кВт	1,7	3,1	4,9	3,0
Габарити, мм	680×642×920	771×716×1128	1150×870×1240	1550×1200×1000

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 при 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.

4.5.7. Льодогенератори кубикового льоду

Льодогенератор «Торос-2»

Льодогенератор «Торос-2» складається із двох блоків; відділення з бункером для приготування льоду і машинного відділення.

Всі вузли льодогенератора (рис. 4.28) змонтовані в металевому корпусі, виконаному з листової сталі. Льодогенератор установлений на регульованих опорах.

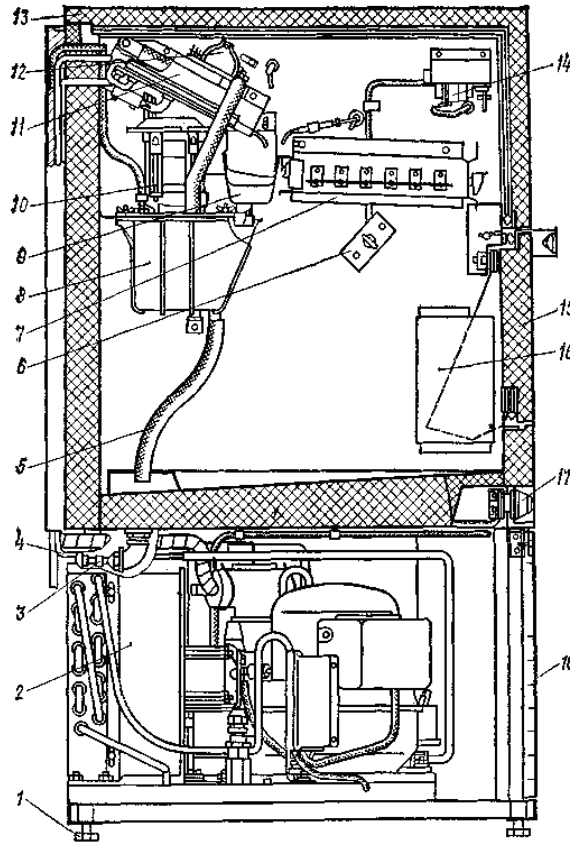


Рисунок 4.28 – Льодогенератор «Торос-2»: 1 – регульована опора; 2 – холодильний агрегат; 3 – водяний штуцер; 4 – фреоновий трубопровід; 5 – шланг подачі води; 6 – кожух капілярної трубки термореле бункера; 7 – різальні ґрати; 8 – ванна насоса; 9 – піддон; 10 – насос; 11 – випарник; 12 – щуп; 13 – кришка; 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 теплоізолюючою 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 являє собою герметичну систему, 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 являє собою ванночку із дном, яке має ухил до зливної трубки, 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 напругою. 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 являє собою посудину, у дні якої є патрубки зливу й переливу. Зливальний патрубок закритий пробкою, на переливному патрубку укріплений ковпачок, що утворює сифон, через який відбувається часткова заміна води після кожного циклу.

Щит електроустаткування являє собою панель із установленими на ній приладами. Для зручності обслуговування льодогенератора щит виконаний поворотним і легкознімним. 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 приводить 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 трубкою. 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 вентиль для подачі гарячих парів холодоагенту в контурну трубку випарника й у випарник. При цьому 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 вентиль, 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 спрацьовує термореле бункера, й льодогенератор вимикається.

вентилятора ДВ, водяного насоса ДН і щупа ДЩ включаються. Струни різальних ґрат включені через трансформатор на безпечну напругу 24 В.

У разі заповнення бункера льодом контакт термореле 1 г розмикається, знеструмлюючи всю систему льодогенератора. У режимі «миття» за допомогою перемикача В2 включається в роботу тільки електродвигун ДН водяного насоса. Продуктивність Q льодогенератора залежить від температури навколишнього повітря й температури води на вході в льодогенератор. Технічні дані льодогенератора «Торос-2» наведені в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Технічні дані льодогенератора «Торос-2»

Параметр	Значення
Продуктивність на добу 40±5 (за температури навколишнього повітря 20°C, температури води на вході в льодогенератор 15°C, товщині льоду 10 мм), кг	50
Товщина льоду (регульована), мм	8...16
Кількість льоду в бункері, кг	25
Припустимий діапазон тиску води на вході в льодогенератор, МПа	0,2...0,6
Холодильний агрегат	BCp400~1БЛ
Напруга однофазної електромережі, В	220
Частота струму, Гц	50
Номінальна потужність, кВт	0,3
Електродвигун насоса тип потужність, Вт частота обертання, об./хв	АВЕ- 052-4М 18 1300
Електродвигун щупа тип потужність, Вт частота обертання, об./хв	ДСМ П-220 4 2
Габаритні розміри, м довжина ширина висота	0,555 0,685 1,1
Маса, кг	115

4.5.8. Льодогенератори стаканчикowego льоду

Льодогенератор АСМ-120-6А фірми «Фрімонт» (Італія). Розглянемо будову льодоогенераторів стаканчикowego льоду на прикладі льодогенератора марки АСМ-120-6А виробництва фірми «Фрімонт» (Італія) (рис. 4.30). У верхній частині теплоізолюваної 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 вентиля.

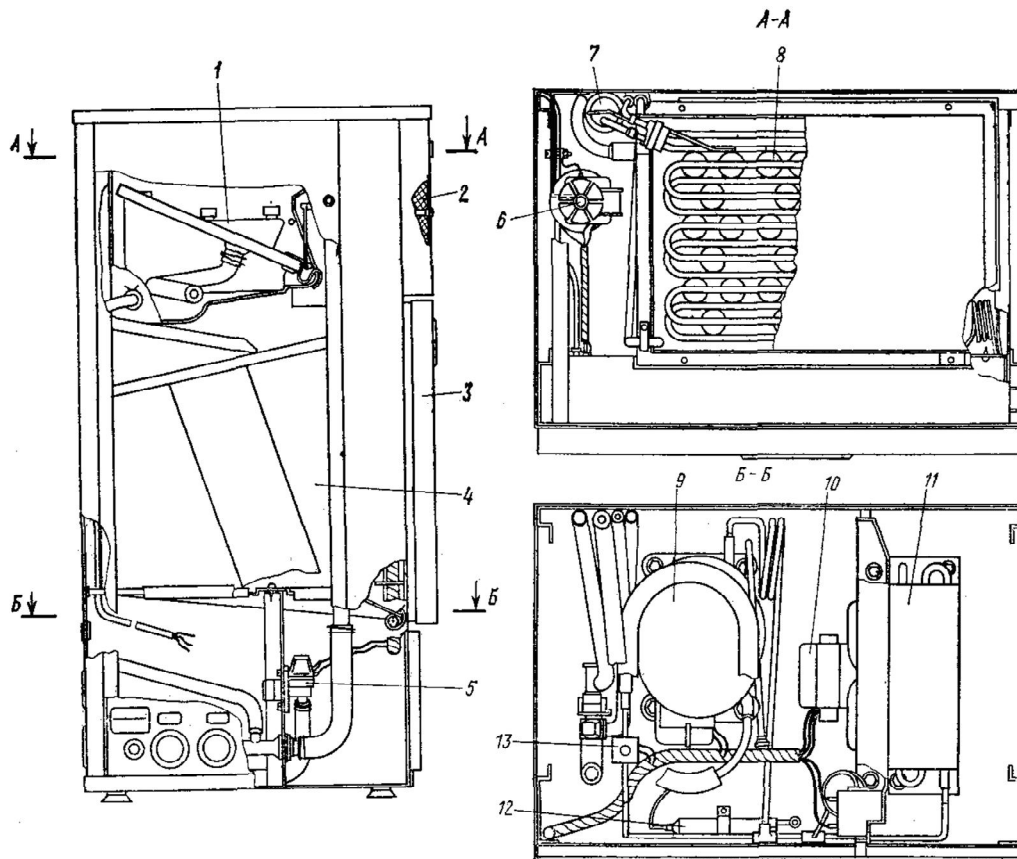


Рисунок 4.30 – Льодогенератор АСМ-120-6А фірми «Фрімонт» (Італія):
1 – колектор із форсунками; 2 – теплоізоляція; 3 – двері бункера; 4 – бункер;
5 – електромагнітний вентиль подачі води; 6 – водяний насос; 7 – віддільник
рідини; 8 – випарник; 9 – компресор; 10 – вентилятор; 11 – конденсатор;
12 – фільтр-осушувач; 13 – електромагнітний вентиль подачі гарячої пари
холодоагенту

Випарник складається з льодоформ (стаканчиків, перевернених нагору дном), до яких припаяний трубчастий змійовик (рис. 4.30).

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 змійовик випарника через капілярну трубку, навіту на віддільнику рідини, що утворює регенеративний теплообмінник. Пара холодоагенту відсмоктується компресором через віддільник рідини.

Приблизно після 25 хвилин роботи льодогенератора в режимі заморожування 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, скачуються 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.

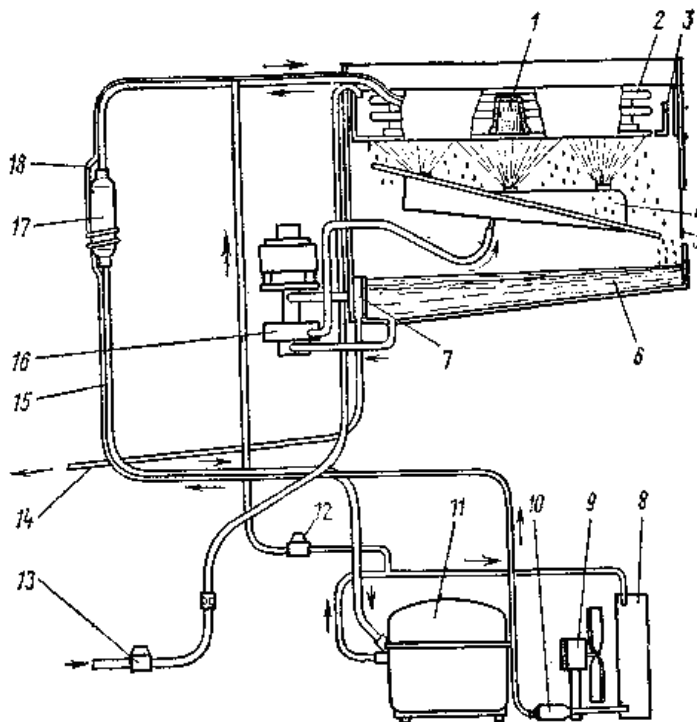


Рисунок 4.31 – Схема льодогенератора АСМ-120-6А: 1 – льодоформа; 2 – випарник; 3 – піддон випарника; 4 – колектор із форсунками; 5 – шторка; 6 – ванна; 7 – переливна трубка; 8 – конденсатор; 9 – вентилятор; 10 – фільтр-осушувач; 11 – компресор; 12 – електромагнітний клапан подачі гарячої пари холодоагенту; 13 – електромагнітний клапан подачі води; 14 – трубопровід сливу води; 15 – всмоктувальний трубопровід; 16 – водяний насос; 17 – віддільник рідини; 18 – капілярна трубка

Льодогенератор МЮ /50 виробництва фірми «Міркез» (Угорщина). Схема льодогенератора показана на рисунку 4.32. Вузол наморозування 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 клапана 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 клапана 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 заморожування крижаних конусів.

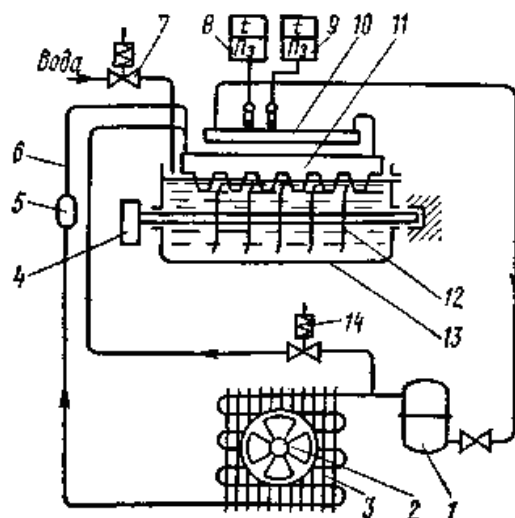


Рисунок 4.32 – Схема льодогенератора МЖО/50: 1 – компресор; 2 – вентилятор; 3 – конденсатор; 4 – електродвигун водозмішувача; 5 – фільтр-осушувач; 6 – капілярна трубка; 7, 14 – електромагнітні вентиля; 8, 9 – термореле; 10 – віддільник рідини; 11 – випарник; 12 – водозмішувач; 13 – ванна

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. Технічна характеристика льодогенератора наведена в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Технічна характеристика льодогенератора МЖО/50

Параметр	Значення
Продуктивність на добу (температура навколишнього повітря 25°C, температура води на вході в льодогенератор 14°C), кг	60± 10%
Номінальна напруга, В	220
Номінальна частота струму, Гц	50
Холодильний агрегат	ДК2,5Н320.2-3,6В
Габаритні розміри, м	
ширина	0,61
довжина	0,88
висота	1,12

4.5.9. Розшифрування прийнятих виробниками скорочень

Нижче наведено кілька стандартних позначок, що характеризують продукт:

1. За типом виробленого льоду:
 - G – льодогенератор гранульованого льоду;
 - MAR, MST – льодогенератор лускоподібного льоду;
 - C, CB, IC – кубиковий льодогенератор.
2. За типом охолодження (звичайно вказується наприкінці назви):
 - AS (C) – повітряне охолодження;
 - WS (C) – водяне охолодження;
 - WS (C) SW – водяне охолодження морською водою;
 - ASR – повітряне охолодження, виносний конденсатор;або, більш проста система (як це прийнято в «Вгема» і «Zanussi»):
 - A – повітряне охолодження;
 - W – водяне охолодження.

Також є безліч скорочень, що позначають лінію виробництва, до якої приписують конкретний виріб. Нічого особливого вони не означають, і швидше за все служать тому, щоб зробити назву «шляхетною», але ми згадаємо й деякі з них:

- BL, BF, B – Bar Line (Factory) – (Барна серія);
- SD – Super Dice – (Суперкуб);
- FM – Fresh Maker – (Освіжувач).

Запитання до розділу

1. Які основні функції виконує фризер?
2. Які процеси відбуваються у продукті під час фризирования?
3. За якими ознаками можуть бути класифіковані сучасні фризери?
4. Які фактори впливають на продуктивність фризера?
5. Які особливості використання одноциліндрових та двоциліндрових фризерів?
6. У чому призначення, переваги та недоліки фризерів безупинної дії?
7. Які основні елементи холодильної машини входять до складу холодильної системи фризера?
8. В якому елементі фризера відбувається процес кипіння робочої речовини?
9. Яке призначення основних вузлів фризера?
10. Які пристрої використовують у фризерах для насичення повітрям вихідної суміші?
11. Які основні елементи входять до складу вузла готування та видачі морозива?
12. Яке призначення та класифікація льодогенераторів?
13. Назвіть види льоду, що виготовляються за допомогою льодогенераторів.
14. Який принцип роботи льодогенераторів?

15. Які переваги та недоліки льодогенераторів блокового льоду?
16. Наведіть конструктивні особливості трубчасто-блокових льодогенераторів безпосереднього охолодження.
17. Як відбувається процес заморожування льоду в льодогенераторах із пошаровим наморожуванням блокового льоду?
18. Охарактеризуйте льодогенератори трубчастого й пластинчастого льоду.
19. Які способи знімання льоду застосовуються в льодогенераторах лускоподібного та снігового льоду?
20. У чому призначення основних вузлів льодогенераторів роторного типу?
21. Який пристрій контролює товщину льоду під час циклу наморожування в льодогенераторі «Торос-2»?
22. Які основні чинники впливають на продуктивність льодогенератора «Торос-2»?
23. Яким чином відбувається процес заморожування та знімання льоду в льодогенераторах марки АСМ-120-6А фірми «Фрімонт»?
24. Наведіть елементи вузла наморожування льоду льодогенератора марки МЮ /50.

РОЗДІЛ 5 ХОЛОДИЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

5.1. Класифікація холодильного транспорту

У зв'язку з міжнародним характером перевезень холодильні транспортні засоби повинні відповідати вимогам світових стандартів.

Наземні транспортні засоби поділяють на ізотермічні, холодильні (в яких охолодження кузова здійснюється за допомогою холодильних машин або охолоджувальних речовин) та нагрівальні.

Ізотермічний (неохолоджуваний) транспортний засіб – це засіб, кузов (або цистерна) якого складається з теплоізоляційних огорожувальних конструкцій, включаючи двері, підлогу й дах, що мають коефіцієнт теплопередачі $k = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ у звичайному виконанні $k = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ з посиленою ізоляцією.

Холодильний транспортний засіб, охолоджуваний речовиною, – теплоізольований транспортний засіб, охолоджуваний водним льодом, сумішшю водного льоду із сіллю (льодосоляною сумішшю), сухим і евтектичним льодом, криогенними рідинами (азотом, повітрям) та іншими пристроями, крім компресорних (парових і газових) і абсорбційних машин, система охолодження яких здатна знижувати температуру усередині порожнього кузова й потім підтримувати її за зовнішньої температури $T_{\text{зов}} = 30^\circ\text{C}$ залежно від класу:

- не вище -20°C (клас С);
- не вище -10°C (клас В);
- не вище 7°C (клас А).

Система охолодження повинна без додаткових надходжень енергії або охолоджувальної речовини забезпечити зниження температури до заданого значення (залежно від класу) і підтримання її на цьому рівні протягом принаймні 12 год.

Холодильний транспортний засіб, охолоджуваний холодильною машиною, – теплоізольований транспортний засіб, що має індивідуальну або загальну для декількох транспортних одиниць холодильну машину (установку), що за $T_{\text{зов}} = 30^\circ\text{C}$ дозволяє знижувати температуру повітря усередині порожнього кузова й потім підтримувати її залежно від класу:

- $12 \dots 0^\circ\text{C}$ (клас А);
- $12 \dots - 10^\circ\text{C}$ (клас В);
- $12 \dots - 20^\circ\text{C}$ (клас С);
- не вище 2°C (клас D);
- не вище -10°C (клас Е);
- не вище -20°C (клас F).

Транспортний засіб, що нагрівається, – теплоізольований транспортний засіб, що має нагрівальну установку, яка дозволяє підвищувати температуру усередині порожнього кузова й потім підтримувати її без

додаткового підведення енергії протягом щонайменше 12 год на постійному рівні не нижче 12°C за середньої температури зовнішнього повітря залежно від класу:

- -10°C (клас А);
- -20°C (клас В).

Крім того, світові стандарти визначають вимоги до виготовлення, випробування, розмірів, режимів роботи й тощо

На сьогодні основними напрямками розвитку холодильного транспорту є: зниження енергоспоживання, зменшення втрати холодоагенту в атмосферу; використання модифікованого газового середовища під час перевезення овочів і фруктів; інтеграція різних транспортних засобів на основі модульної побудови; багатосекційність і багатотемпературність транспортних засобів; підвищення рівня автоматизації.

Холодильний (рефрижераторний) транспорт є найважливішою складовою частиною безперервного холодильного ланцюга. Від чіткості організації перевезень і досконалості холодильного транспорту більшою мірою залежать збереження якості харчових продуктів і рівень втрат як у процесі самого транспортування, так і під час наступного зберігання й переробки. Холодильний транспорт поділяється на **залізничний, автомобільний, повітряний і водний**. До засобів холодильного транспорту відносять також **ізотермічні та рефрижераторні контейнери**.

Перевезення харчових продуктів одним видом транспорту без перевантажень називають **прямими**, а декількома видами транспорту з перевантаженнями з одного виду на іншій – **змішаними**.

5.2. Залізничний холодильний транспорт

Залізничним транспортом у країні здійснюється понад 60% міжміських і міжобласних перевезень швидкопсувних харчових продуктів. Залізничний холодильний транспорт включає рефрижераторний рухомий склад й спеціальні вагони.

Рефрижераторний рухомий склад. У структурі рефрижераторного рухомого складу є 23- і 21-вагонні поїзди, 5- і 12-вагонні секції й автономні вагони. 23-вагонний поїзд складається з 20, а 21-вагонний – з 18 вантажних вагонів. У складі цих поїздів є три допоміжних вагони: з дизель-генераторами, вагон – машинне відділення й службовий для розміщення персоналу, що обслуговує поїзд у шляху проходження. 12-вагонна рефрижераторна секція включає 10 вантажних вагонів і два допоміжних: вагони-машинне відділення, вагон з дизель-генераторами й службовим приміщенням. Допоміжні вагони чіпляють у середині поїздів або секції (рис. 5.1).

Охолодження 23- і 21-вагонних поїздів і 12-вагонної секції центральне розсільне. Розсіл (розчин хлориду кальцію) охолоджується аміачною холодильною установкою, розташованою в машинному відділенні, і трубопроводами насосом подається в прилади охолодження вантажних вагонів.

5-вагонні рефрижераторні секції бувають трьох типів: із чотирма вантажними вагонами й одного допоміжного виробництва колишнього СРСР,

аналогічної конструкції виробництва НДР і з п'ятьма вантажними вагонами виробництва НДР.

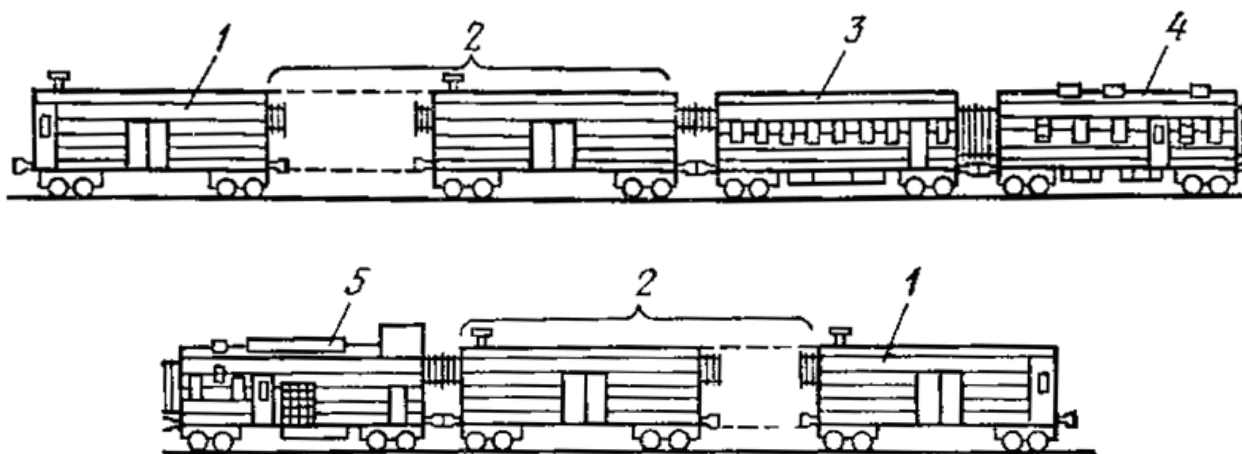


Рисунок 5.1 – Схема розташування вагонів у рефрижераторному поїзді: 1 – вантажні вагони № 1 і 20 (№ 18); 2 – вантажні вагони № 2 – 10 (9) і 11 (10) – 19 (17); 3 – службовий вагон; 4 – вагон дизель-електростанція; 5 – вагон-машинне відділення

У допоміжних вагонах улаштовують дизель-генераторну станцію та службове приміщення. Їх розміщують усередині потяга. У секції виробництва НДР із п'ятьма вантажними вагонами дизель-генераторна електростанція займає частину вагона № 4, а службове приміщення – суміжну з нею частину вагона № 3. Обидві частини з'єднані перехідною площадкою. Холодильне обладнання кожного вагона складається із двох холодильних установок, що працюють на R12, з повітроохолоджувачем безпосереднього охолодження. Компресорно-конденсаторні агрегати розміщують у торцевих машинних відділеннях, а повітроохолоджувачі – у вантажному обсязі вагонів.



а



б

Рисунок 5.2 – П'ятивагонна рефрижераторна секція: а – зовнішній вигляд; б – внутрішній вигляд

Автономні рефрижераторні вагони мають довжину 19 і 21 м (рис. 5.3). У вагоні облаштовують вантажне (у центральній частині) і два машинних відділення (у торцевих частинах). У кожному машинному відділенні

розташовують дизель-генераторний агрегат і холодильно-опалювальну установку, що обслуговують половину обсягу вантажного приміщення.

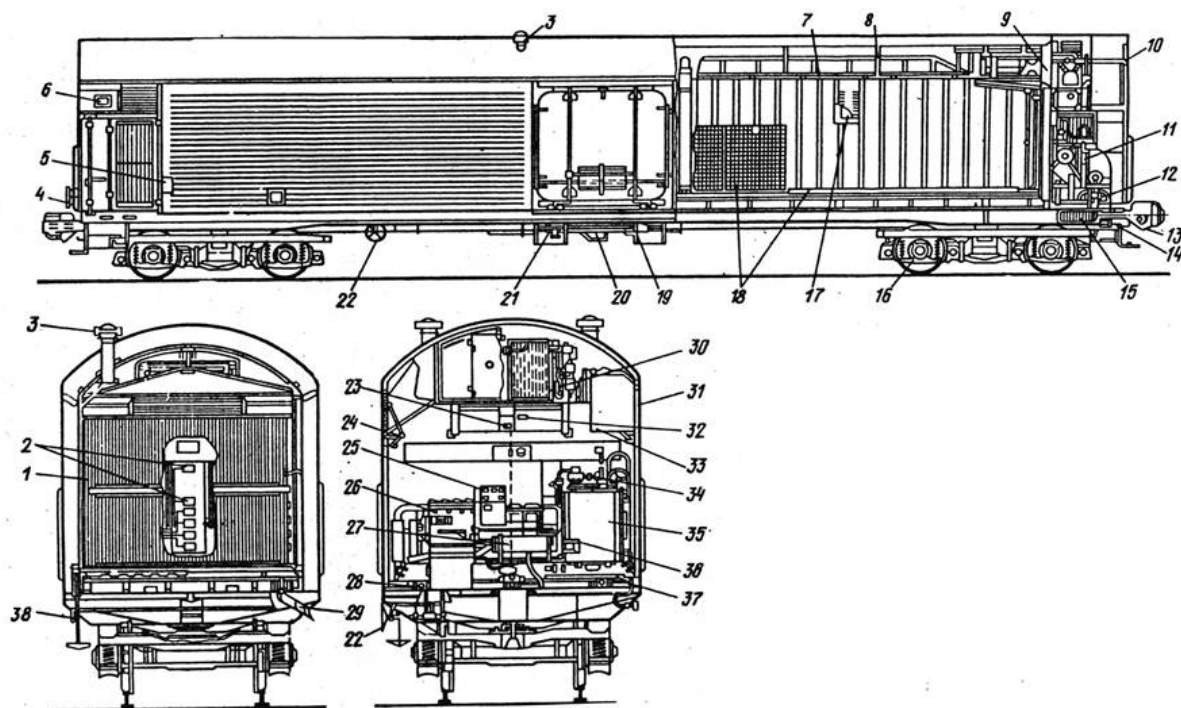


Рисунок 5.3 – Автономний рефрижераторний вагон: 1 – щит; 2 – термостати; 3 – дефлектор; 4 – щит для підключення до зовнішньої мережі; 5 – ящик для підключення переносної термостанції; 6 – сигнальні лампочки; 7 – удавана стеля; 8 – тяги удаваної стелі; 9 – холодильно-опалювальна установка; 10 – отвір для доступу свіжого повітря; 11 – дизель-генераторний агрегат; 12 – клапан для входу повітря; 13 – голівка автозчеплення; 14 – місце приєднання електропневматичного гальма; 15 – фрикційний апарат; 16 – візок; 17 – термометр-опір; 18 – підлогові ґрати; 19 – повітророзподільник; 20 – гальмовий циліндр; 21 – регулятор важільної передачі; 22 – стоянчне гальмо; 23 – щит керування холодильно-опалювальною установкою; 24 – привід жалюзійних ґрат; 25 – щит керування дизель-генератором; 26 – дизель-генератор; 27 – опалювальний прилад; 28 – пристосування для підйому дизель-генератора; 29 – водостік; 30 – трубка для приєднання до запасного балона із хладоном; 31 – жалюзі; 32 – оглядове скло; 33 – розподільний головний щит; 34 – паливний насос; 35 – паливний бак; 36 – труба для проходу утепленого повітря; 37 – паливний трубопровід; 38 – привід заслінки

Система охолодження повітряна, повітроохолоджувач розташовують у вантажному відділенні.

Система опалення всіх перерахованих вище типів вагонів рефрижераторного рухомого складу електрична, розрахована на температуру зовнішнього повітря 45°C. Робота холодильно-опалювального обладнання автоматизована й дозволяє підтримувати температуру у вантажному приміщенні з точністю $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

21- і 23-вагонний рефрижераторні поїзди мають аналогічне з 12-вагонною рефрижераторною секцією холодильно-опалювальне й енергетичне

обладнання. Через значну довжину зазначених поїздів ефективність використання їх більш низька, чим рефрижераторних секцій і автономних вагонів.

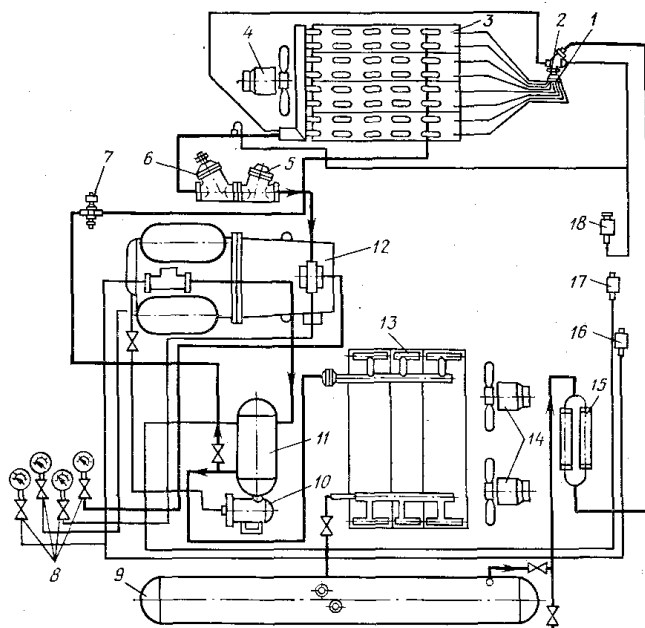


Рисунок 5.4 – Схема холодильної машини автономного рефрижераторного вагона: 1 – розподільник хладону; 2 – терморегулювальний вентиль; 3 – випарник; 4 – вентилятор випарника; 5 – зворотний клапан; 6 – регулятор тиску усмоктування; 7 – клапан; 8 – вакуумметри; 9 – ресивер; 10 – поплавкова камера; 11 – маслорозподільник; 12 – компресор; 13 – конденсатор; 14 – вентилятори конденсатора; 15 – фільтр-осушувач; 16 – реле підвищеного тиску; 17 – реле робочого тиску; 18 – реле мінімального тиску

Вагони-льодовики. У першій половині ХХ сторіччя в робочому парку ізотермічного рухомого складу СРСР переважали універсальні вагони-льодовики, які мали крижане та льодосоляне охолодження. Із 1965 р. їхній випуск припинений, на сьогодні такі вагони більше не використовуються. Це пов'язано з великими економічними витратами на виробництво льоду, його зберігання та заправлення вагонів-льодовиків.

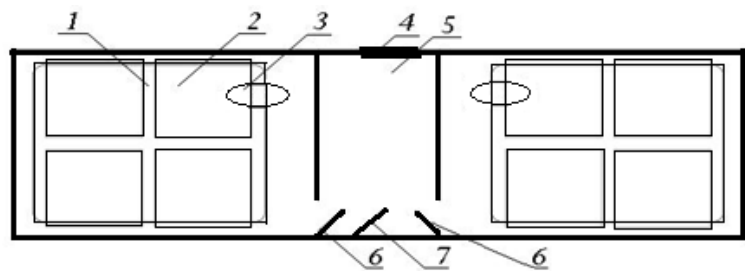
Дотепер збереглися в невеликій кількості спеціалізовані вагони-цистерни для вина та виноматеріалів (рис. 5.5) і живорибні вагони, охолоджувані водним льодом.

Вагон-цистерна для вина, наведена на рис. 5.5б, має суцільнометалевий кузов, ізолюваний міпорою та розділений на три відділення. У крайніх відділеннях установлені дві цистерни місткістю 13,7 м³ (27438 л вина) з компенсаційними бачками місткістю 300 л. Внутрішня поверхня казанів, виконаних із листової сталі, покрита кислотостійкою емаллю. Вантажопідйомність вагона 32 т.

Цистерни заповнюють через труби, виведені в люки на даху вагона. Люки закривають кришками й пломбують. Для зливу вина внизу цистерни встановлений спускний кран. Цистерни обладнані люками для промивання й мірними стеклами для спостереження за рівнем вина. Температура в приміщеннях для цистерн контролюється манометричними термометрами.



а



б

Рисунок 5.5 – Вагон-льодовик для виноматеріалів: а – загальний вигляд; б – схема та компонування обладнання вагона: 1 – посудина для вина; 2 – стельовий бак для льоду; 3 – компенсаційний бак; 4 – вікно службового приміщення; 5 – службове приміщення; 6 – двері службового приміщення; 7 – вхідні двері

Для охолодження вина влітку над цистернами встановлені чотири баки для льоду, потала вода з яких зливається трубами під вагон. Над кожною парою баків у даху вагона є люк для завантаження льоду. Маса льоду, що завантажується, 4 т.

У середнім відділенні розташоване приміщення для провідника, перегородки якого ізольовані міпорою. Торцеві стіни вагона знімні для зручності монтажу й демонтажу цистерн. Для опалення вагона передбачений водяний казан із розвідною системою трубопроводів.

Недоліки льодосоляного охолодження залізничних вагонів: недостатньо низька для заморожених продуктів температура усередині вагонів; значне зменшення вантажної місткості вагона через льодосоляні кишені; істотне зменшення корисної вантажомісткості вагона через завантаження великої кількості льодосоляної суміші; необхідність організації мережі пунктів постачання льодом; трудомісткість операцій із завантаження льодом і сіллю; стікаючий із кишень розсіл викликає корозію металевих елементів залізничного полотна.

Деяких зазначених недоліків позбавлена система охолодження евтектичним льодом, який перебуває усередині порожніх плит, що є охолоджувальними батареями. Плити розміщують на стінах у верхній частині кузова й на стелі. Вони компактні й мають відносно невелику масу, тому практично не впливають на корисну місткість кузова й вантажопідйомність вагона.

Охолодження вагонів рідким і твердим двоокисом вуглецю й рідким азотом усе ширше використовують для перевезення заморожених вантажів.

Переваги цих охолоджувальних систем: простота конструкції, низькі капітальні витрати, інертність охолоджувальних речовин стосовно стратосферного озону, можливість одержання низьких температур, висока об'ємна холодопродуктивність, бактерицидність газоподібного середовища.

Найбільш широко використовують твердий двоокис вуглецю, оскільки він має високу холодопродуктивність. Для його використання потрібно найпростіше обладнання, наприклад, він може завантажуватися в пристінні або стельові танки.

Рідкі азот і CO_2 зберігають у теплоізольованих посудинах, розташованих в охолоджуваному просторі або поза ним, і в міру необхідності подаються під тиском через форсунки в охолоджуваний простір. Рідкий азот і CO_2 як охолоджувальні речовини поки не знайшли широкого застосування через їх високу вартість й необхідні мережі заправних станцій.

Спеціальні вагони (рис. 5.6). До цієї групи залізничних транспортних засобів належать універсальні вагони – термоси, цистерни-термоси для перевезення молока (вантажомісткість 31 т), вина та спирту (вантажомісткість 55,4 т), вагони-цистерни для перевезення вина (вантажомісткість 32 т), живої риби (маса риби 8 т, води 24 т). Під час транспортування продукту температуру в спеціальних вагонах підтримують за допомогою доброї теплоізоляції їхньої поверхні й зниження до мінімальних розмірів теплоприпливів до продукту або від нього. Добове підвищення (зниження) температури продукту перебуває на рівні 2...4°C. Тривалість транспортування визначається часом досягнення продуктом гранично припустимої температури.



а



б



в

Рисунок 5.6 – Спеціальні вагони: а – цистерна-термос для перевезення молока; б – цистерна-термос для перевезення виноматеріалів та рослинної олії; в – цистерна-термос для перевезення мінеральної води

5.3. Автомобільний холодильний транспорт

Автомобільний холодильний транспорт є єдиним засобом, що здійснює внутріміські перевезення харчових продуктів. Його використовують для міжміських, міжобласних і міжнародних перевезень. Перевага автомобільного транспорту полягає в тому, що він дозволяє здійснювати прямі перевезення від виробників до споживачів, де б вони не знаходилися. Порівняно з залізничним транспортом мобільний і оперативний. Проте вартість автомобільних перевезень вища, є обмеження за наявністю мережі автомобільних доріг.

Автомобільний холодильний транспорт включає два основних типи автомобілів: **ізотермічні**, що мають теплоізолюваний кузов, але не оснащені холодильною установкою, і **авторефрижератори** – автомобілі з теплоізолюваним кузовом і автономними холодильними установками. У кузові **ізотермічного автомобіля** підтримують температуру в певних межах за рахунок холоду, акумульованого вантажем, або введенням джерел холоду, розташовуваних разом із вантажем у кузові – сухий і водний лід, льодосоляна суміш, евтектичні розчини в спеціальних баках-акумуляторах (зеротори). Регулювання температури в робочих приміщеннях таких автомобілів практично неможливе, а запас холоду не дозволяє довго транспортувати продукт. Тому ізотермічні автомобілі застосовують в основному для внутріміських або обласних перевезень. Для перевезення в зимових умовах вантажів, що потребують плюсових температур, ізотермічні автомобілі обладнують нагрівачами.

В авторефрижераторах як охолоджувальну систему використовують компресорні холодильно-опалювальні машини або установки з охолоджувальною речовиною, що витрачається, – рідким азотом, сухим льодом, пропан-бутаном та ін.

За вантажопідйомністю розрізняють такі типи автомобільного холодильного транспорту:

- **малої вантажопідйомності** (до 1 т);
- **середньої вантажопідйомності** (2...5 т);
- **великої вантажопідйомності** (5...20 т).

Автомобілі **малої й середньої вантажопідйомності** використовують для внутріміських перевезень, **середньої вантажопідйомності** – для внутріобласних і **великої вантажопідйомності** – для перевезень на великі відстані, включаючи міжнародні перевезення. **У якості ізотермічних застосовують автомобілі малої й середньої вантажопідйомності, а в якості авторефрижераторів – автомобілі середньої й великої.**

5.3.1. Кузови ізотермічних автомобілів і авторефрижераторів

На сьогодні застосовуються ізотермічні фургони в основному на шасі автомобілів ЗІЛ, Камаз і ГАЗ (найчастіше на шасі ГАЗ-3302 «Газель» (рис. 5.7)).



Рисунок 5.7 – Ізотермічний фургон

Кузов може бути частиною автомобіля, або окремим напівприцепом (рис. 5.8) – шасі сідельного типу або причепа – двохосьового шасі. Основні елементи кузова: каркас, внутрішня й зовнішня обшивка, теплоізоляція, дверна рама із дверним полотном і настил підлоги.

Кузови бувають таких конструкцій: із внутрішнім несучим каркасом, із зовнішнім несучим каркасом і безкаркасні. Найбільш доцільними є конструкції із внутрішнім каркасом і безкаркасні.



Рисунок 5.8 – Авторефрижератор-напівпричіп

У конструкціях кузова із внутрішнім каркасом його розташовують між внутрішньою і зовнішньою обшивками кузова, простір між якими заповнено теплоізоляцією. Елементи каркаса з'єднані із внутрішньою і зовнішньою обшивками заклепками або гвинтами так, що вони включаються в його роботу й приймають навантаження, що виникають під час експлуатації автомобіля. Зовнішня й внутрішня обшивка можуть виконуватися з листових матеріалів: сталі, алюмінію, армованих пластмас або багатошарової фанери. Елементи каркаса кузова сьогодні виготовляють із пластмас, в окремих випадках комбінуючи пластмаси з алюмінієвими або сталевими деталями.

Бескаркасні кузови збирають із окремих панелей (стіл, даху, підлоги), заздалегідь виготовлених у вигляді тришарових плит, у яких зміцнені зовнішнє й внутрішнє облицювання склеєні з теплоізоляційним шаром. Для теплоізоляції кузовів використовують міцні легкі ($20\text{--}40 \text{ кг/м}^3$), з низьким значенням коефіцієнта теплопровідності (до $0,018 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) синтетичні теплоізоляційні матеріали – пінополістирол, пінополіуретан, пінополівінілхлорид. Кузови оснащують досконалыми за конструкцією дверима. У них наявні подвійні та потрійні гумові ущільнення й натяжні штангові запори.

5.3.2. Системи охолодження авторефрижераторів

Найпоширеніші такі системи охолодження авторефрижераторів: **машинна, машинно-акумуляційна, сухольодова, газорідинна.**

Машинну систему охолодження (рис. 5.9) використовують у авторефрижераторах великої, середньої й рідше малої вантажопідйомності. Для цього застосовують повністю автоматизовану хладонову холодильну компресорну машину.

Діапазон підтримання температури в кузові від 12 до -20°C . Випускають холодильні машини із приводом від двигуна автомобіля, від самостійного двигуна внутрішнього згоряння, а також із електроживленням від власної дизель-генераторної установки. Перший вид приводу широко поширений завдяки своїй компактності й невеликій масі в авторефрижераторах малої й середньої вантажопідйомності.

На стоянках холодильна машина працює від електродвигуна, що підключається до зовнішньої електромережі. Привід другого типу мають більшість авторефрижераторів великих вантажопідйомностей. У меншій кількості авторефрижератори великої вантажопідйомності оснащують дизель-генераторними установками. У перших двох випадках використовують компресори відкритого типу, в останньому – безсальникові. Холодильні установки випускають у моноблочному виконанні, тобто у вигляді єдиного агрегату, що включає компресор і його привід (двигун внутрішнього згоряння, електродвигун), конденсатор і повітроохолоджувач (випарник). Агрегат монтується на загальній рамі, що кріплять до кузова автомобіля з боку передньої стінки. При цьому повітроохолоджувач через спеціальний проріз встановлюють усередині кузова, а інші елементи холодильної установки залишаються зовні. Обігрів кузова в зимовий час і відтавання повітроохолоджувача здійснюються

за рахунок роботи холодильної машини за зворотним циклом або за допомогою трубчастих електронагрівників (тенів).

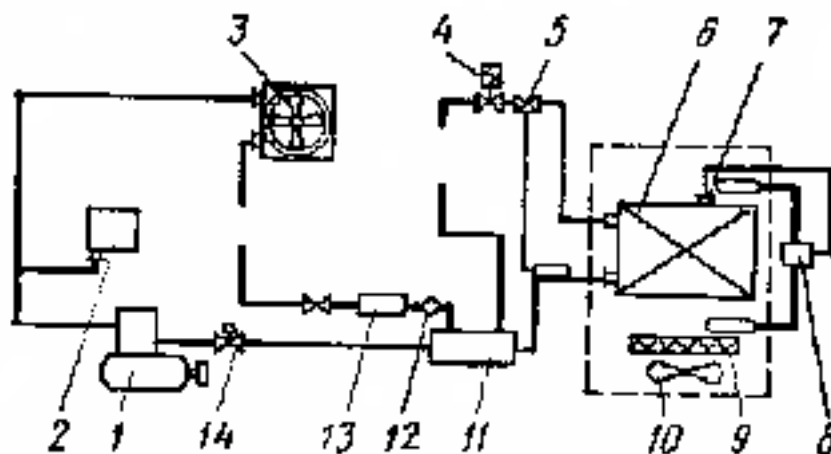


Рисунок 5.9 – Принципова схема холодильної установки авторефрижератора: 1 – компресор; 2 – реле тиску; 3 – конденсатор; 4 – соленоїдний клапан; 5 – терморегулювальний клапан; 6 – повітроохолоджувач; 7 – термореле кінця циклу відтавання; 8 – реле різниці тисків; 9 – електронагрівник; 10 – вентилятор; 11 – регенеративний теплообмінник; 12 – оглядове скло; 13 – фільтр-осушувач; 14 – регулятор тиску усмоктування

Холодильне обладнання, виконане в спрощеному варіанті, компонують у вигляді двох блоків так, що повітроохолоджувач перебуває в охолоджуваному обсязі, а інше холодильне обладнання розташовують у передній торцевій частині кузова.

Повітроохолоджувачі забезпечують подачу повітря із кратністю 30...60 обсягів порожнього кузова в годину й підтримання температури вище мінус 12°C з точністю 1 К.

Системи машинного охолодження мають **основну перевагу** – гнучкість функціонування.

Недоліки: складність структури, висока вартість, значне споживання дорогого палива, високий рівень шуму під час роботи, необхідність періодичного проведення технічного обслуговування й ремонту.

Машинно-аккумуляційну систему охолодження застосовують переважно в малотоннажних авторефрижераторах під час міських перевезень швидкопсувних вантажів. Така система складається з компресорно-конденсаторного агрегату, встановленого поза кузовом, і охолоджувальних приладів аккумуляційного типу, змонтованих у кузові. Охолоджувальні прилади – плоскі металеві посудини (плити) з нержавіючої сталі, заповнені хлоридом натрію або калію. Усередині плит розміщені випарники холодильної машини – трубчасті теплообмінники, якими циркулює холодильний агент, що охолоджує розчин. Є різновид цієї системи охолодження без холодильної машини. Заряджають аккумулятори під час гаражної стоянки автомобіля (звичайно вночі)

від стаціонарної холодильної установки, що обслуговує одразу до 8...10 авторефрижераторів. У цьому випадку акумуляційні охолоджувальні прилади підключають за допомогою швидкокороземного з'єднання до замкнутого контуру стаціонарної холодильної машини, яким циркулює розчин етиленгліколю, що охолоджується в проміжному теплообміннику.

Автомобілі, охолоджувані холодильними речовинами використовуються переважно для внутріміських перевезень продуктів і охолоджуються двоокисом вуглецю, евтектичним льодом або рідким азотом.

Внутріміська доставка продуктів характеризується частими зупинками тривалістю 20...30 хвилин, під час яких вивантажують партії продуктів. Теплоприплив через відкриті двері через часте їх відкривання становить у теплу пору року основну частину теплового навантаження. Тому система охолодження повинна бути розрахована на роботу в умовах піків, що чергуються, теплового навантаження.

Переваги: низька температура кипіння охолоджувальних речовин і сублімації твердого двоокису вуглецю, а також можливість зміни маси охолоджувальної речовини в широкому діапазоні забезпечують необхідну швидкість охолодження повітря. Крім того, ці системи прості за структурою й в обслуговуванні, не прив'язані до джерела енергії, мають невеликі розміри й масу, працюють безшумно, їм не потрібні пристрої для танення інею й циркуляції повітря в кузові, висока концентрація азоту й двоокису вуглецю в охолоджуваному обсязі сприяють збереженню якості продуктів.

Системи охолодження двоокисом вуглецю є простими за структурою, при технічному обслуговуванні, надійними й безпечними. Питома холодопродуктивність за підтримання температури повітря мінус 18°C у твердого CO₂ в 1,7 разу більша, ніж у рідкого азоту, а в рідкого CO₂ вона незначно менша. Газоподібний CO₂ значно важче азоту, тому тривалість провітрювання кузова менша. Він безпечніше азоту, тому що людина відчуває його присутність у повітрі.

Найбільш широко використовуються **системи охолодження твердим CO₂** як більш прості, надійні й безпечні. Але їхню роботу важко автоматизувати і для них характерні значні витрати CO₂ (у середньому 10...12 кг/год під час перевезень містом).

Один із варіантів системи охолодження сухим льодом включає теплоізольовану посудину, що містить сухий лід і має розвинену теплообмінну поверхню, що обмиває повітря, яке циркулює за допомогою вентилятора між кузовом і охолоджувальною поверхнею з температурою мінус 79°C. Газоподібний CO₂, що утвориться під час сублімації сухого льоду, виділяється в навколишнє повітря. Температура повітря в кузові підтримується автоматично шляхом включення й вимикання вентилятора.

Переваги: цієї системи – можливість змінювати холодопродуктивність системи й наявність атмосферного повітря в кузові. Системи охолодження рідкими CO₂ і азотом застосовують, коли доставка вантажу супроводжується

частими зупинками для розвантаження; кузов має кілька температурних відсіків.

Система охолодження евтектичним льодом, що перебуває в плитах, які є батареями-акумуляторами, застосовується під час перевезення дрібних партій заморожених продуктів. Плити розміщаються на стінах і стелі кузова й за рахунок танення льоду забезпечують підтримання заданої температури повітря (до мінус 25°C) у кузові. Заряджають акумулятори (заморожують розчин) звичайно під час знаходження автомобіля в гаражі, використовуючи стаціонарну холодильну установку або встановлену на шасі цього автомобіля.

Переваги: система охолодження з евтектичним льодом проста за будовою й технічним обслуговуванням, надійна.

Недоліки: велика маса, її холодопродуктивність змінюється у вузькому діапазоні.

Гарні експлуатаційні властивості мають комбіновані системи охолодження, наприклад, машинне охолодження з акумуляцією холоду евтектичним льодом або азотне охолодження також з акумуляцією холоду. Наявність акумулятора холоду дозволяє використовувати холодильну машину з меншою холодопродуктивністю або витратити меншу масу азоту, наприклад, *охолоджувати рідким азотом* тільки в теплу пору року.

Проте застосування такої системи може виявитися виправданим, якщо потрібно забезпечити високу надійність у роботі, безшумність, швидке попереднє охолодження кузова, швидке відновлення температури в кузові після відкривання дверей, точне регулювання температури, сприятливий газовий склад атмосфери з підвищеним вмістом азоту під час перевезення деяких продуктів (скорочення усушки, збереження якості), рівномірний розподіл температури в кузові. Азотна установка складається з посудин для рідкого азоту з вакуумно-порошковою теплоізоляцією, розташованих поза кузовом, розпилювального колектора з електромагнітним клапаном, що працює від датчика температури в кузові. Рідкий азот витісняється з посудини в колектор у результаті надлишкового тиску в посудині, підтримуваної за допомогою випарника рідкого азоту й регулятора тиску.

Недоліками системи охолодження рідким азотом є великі витрати речовини, у тому числі під час зберігання (до 2,5%), і необхідність мати мережу заправних станцій.

Одним зі способів охолодження авторефрижераторів зрідженими газами є охолодження сумішшю пропану й бутану. Така суміш служить одночасно холодильним агентом для охолодження кузова й паливом для двигуна автомобіля. Зріджений газ перед випусканням у змішувачі охолоджуючих приладів, розташованих у кузові, дроселюють, у результаті відбору теплоти з кузова він кипить за низької температури. Внаслідок цього температура повітря в кузові знижується. Пари, що утворюються після кипіння в змішувачах, проходять через редуктор низького тиску й направляються в двигун автомобіля замість бензину.

Переваги пропан-бутанової системи: не потрібно іншого палива для двигуна автомобіля, тому що зріджений газ повністю його замінює; обладнання просте, маса його невелика; автомобілі на пропан-бутані менше забруднюють атмосферу вихлопними газами.

Недоліки: тривалість попереднього охолодження кузова й неможливість одержання широкого діапазону температур.

5.3.3. Авторефрижератори EUROFRIGO серії C - BASIC

Компанія EUROFRIGO відома в усьому світі вже більше 40 років своєю активністю у бізнесі. Вона поставляє свою продукцію більш ніж в 65 країн і гарантує максимальну продуктивність і найвищу надійність під час транспортування швидкопсувних продуктів на короткі, середні й великі відстані. Все обладнання EUROFRIGO сертифіковане відповідно до систем якості ISO 9001: 2000.

Авторефрижератори EUROFRIGO характеризуються високою ефективністю, екологічністю (безпечний холодоагент R404a), низьким рівнем шуму, захищеністю (міцний пластиковий корпус). Привід агрегату в дорожньому режимі здійснюється від двигуна автомобіля. У конструкції установки застосована вдосконалена система підтримання температури, що забезпечує швидке зниження й відновлення заданих температурних параметрів (до мінус 20°C). За допомогою електронного блока керування в кабіні водія здійснюється контроль і регулювання температурного режиму, створення декількох температурних зон. Ці авторефрижератори можуть працювати в режимах розморожування й обігріву гарячим газом. Всі холодильні установки серії C - Basic обладнуються 7- або 10-циліндровими компресорами, які є більш надійними й довговічними за рахунок зменшення числа обертів двигуна.

Блок конденсатора виконано в міцному та добре захищеному аеродинамічному кожусі. Випарник відмінно продуває та охолоджує внутрішній простір, дозволяє максимально використовувати внутрішній об'єм кунга.

Блок управління (мікропроцесор) MSCROSTAT невеликий та простий в управлінні, дозволяє спостерігати, вести управління та змінювати температуру продуктів, які перевозяться.

Новий компресор EUROFRIGO захищений від агресивного середовища, з сепаратором масла та системою охолодження, набагато довговічніший аналогів.

Трубопровід із внутрішньою нейлоною плівкою NYLON, з'єднувальні хомути O-RING, які захищають від протікань, не пошкоджують озоновий шар.

Нова система відтаювання дозволяє випарнику дефростуватися в короткий термін, мінімізує паузи в охолодженні, той же принцип працює в режимі підігрівання під час перевезення за низьких температур (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Загальний вигляд комплектуючих авторефрижератора

У комплект поставки входить: комплект сполучних шлангів (8 м) з термоізоляцією; стандартний набір штуцерів для з'єднувальних шлангів із комплектом запасних частин; термостат; трубопровід зливу конденсату; компресор; комплект електрокабелів для автоматики й агрегату; кабель силової для АКБ; силовий кабель для стояночних компресорів; фреон R404A. Сервісне обслуговування холодильника полегшене, електропроводка повністю герметична.

5.4. Повітряний холодильний транспорт

Повітряний холодильний транспорт безупинно розвивається, тому що потреба у свіжих високоякісних продуктах постійно збільшується. Ним перевозяться багато швидкопсувних продуктів. Проте внаслідок високої вартості в основному перевозять дорогі продукти, що швидко втрачають якість: морські делікатеси, екзотичні фрукти, ягоди, а також квіти. Існує багато постійно діючих ліній повітряних перевезень, наприклад, морепродуктів

із Японії в США і Європу; м'яса та ягід із Австралії в Європу; ягід і квітів із Ізраїлю в Європу та ін.

Перевезені продукти розміщують на піддонах і в контейнерах (ізотермічних, холодильних і без ізоляції), пристосованих до транспортування в літаках. На постійно діючих лініях перевезень продукти попередньо охолоджуються. Контейнери, перевезені повітряним транспортом (авіалайнерами типу Боїнг-157, ІЛ-76, АН-124, а також аеробусами (типу А-340), відрізняються від контейнерів для наземного й водного транспорту. Їхні характеристики на сьогодні не регламентовані міжнародними стандартами. Найпоширеніші контейнери місткістю до 3 м³, які можуть транспортуватися пасажирськими (у вантажному відсіку) і транспортними літаками з фюзеляжами різного типу. На постійно діючих лініях повітряних перевезень використовують контейнери більшої місткості, наприклад, половинної ширини фюзеляжу місткістю до 6 м³ і повної ширини місткістю до 20 м³. Теплоізовані (пінополіуретаном товщиною 10...25 мм) контейнери використовують для перевезення заморожених продуктів.

Вантажні приміщення, у яких перевозяться продукти, герметичні й вентилуються підігрітим (до 15...20°C) і зволеним забортним повітрям із кратністю приблизно 15 обсягів у годину. Під час стоянки й розвантаження (завантаження) температура продуктів підвищується. Тому використовують і холодильні контейнери, охолоджувані навісними холодильними агрегатами з електроприводом від батарей, рідким азотом, рідким і твердим СО₂. Останній найбільш поширений.

Під час перевезення контейнерів, охолоджуваних сухим льодом, у герметичних фюзеляжах підвищується концентрація СО₂, значення якої не повинне перевищувати 0,5% за об'ємом. Концентрацію можна змінювати, впливаючи на кратність обміну повітря в герметичному просторі, якщо відома швидкість сублимації сухого льоду й місткість герметичного простору.

5.5. Водний холодильний транспорт

Водний холодильний транспорт поділяється на **морський і річковий**. Значна частина засобів морського холодильного транспорту обслуговує рибну промисловість.

У складі рибпромислового холодильного флоту судна різного призначення: **добувні або промислові, обробні та приймально-транспортні**.

Транспортно-рефрижераторні морські й річкові судна (рис. 5.11) використовують для внутрішніх і зовнішньоторговельних перевезень швидкокопсуваних вантажів.

Судна можуть бути універсальні, які здійснюють перевезення продуктів за різних температур, і спеціалізовані, призначені для перевезення окремих видів продуктів за відповідних температурних умов. Низькотемпературні судна використовують для перевезення заморожених вантажів, високотемпературні – для перевезення вантажів за температур, близьких до нуля.



Рисунок 5.11 – Типи рефрижераторних суден

Багатоцільові судна можуть перевозити одночасно звичайні й швидкопсувні вантажі (рефрижераторні трюми до 40% вантажомісткості). Промислові рефрижераторні судна використовують у флоті рибної промисловості. Спеціалізовані рефрижераторні судна призначені для перевезення великотоннажних рефрижераторних і ізотермічних контейнерів і зріджених газів.

Рефрижераторні судна класифікують за низкою характерних ознак.

За експлуатаційним призначенням судна розділяють на такі види:

- транспортні рефрижераторні судна морського й річкового флоту, призначені для внутрішніх і зовнішньоторговельних перевезень швидкопсувних вантажів;
- рибопромислові рефрижераторні судна;
- спеціалізовані рефрижераторні судна (контейнеровози, судна для перевезення зріджених газів).

За районом плавання розрізняють судна обмеженого й необмеженого району плавання. Остання категорія судів характеризується автономністю плавання, у більшості випадків від 60 до 120 діб без поповнення всіх запасів (палива, продовольства тощо).

За асортиментом перевезених вантажів рефрижераторні судна можуть бути спеціалізованими (для перевезення певних видів вантажів) і універсальними (для перевезення різноманітного асортименту вантажів).

За температурним режимом у трюмах розрізняють рефрижераторні судна низькотемпературні й високотемпературні. Перші призначені для перевезення охолоджених вантажів (м'ясо, малосолонна риба, яйця, фрукти, овочі), другі – для перевезення морожених вантажів, а промислові судна – і для заморожування риби.

На сучасних великих рефрижераторних судах вантажомісткість трюмів досягає 3000...3500 м³ (на риболовно-морозильних), 8000...9000 м³ (виробничих і виробничо-транспортних), 20000...23000 м³ (на плавучих базах і транспортних рефрижераторах). Температура повітря в трюмах залежно від режимів змінюється від мінус 15 до мінус 30°С за температур кипіння від мінус 25 до мінус 40°С.

Великий розвиток одержали рибпромислові рефрижераторні судна. Вони поєднують у собі функції потужного добувного судна й плавучого рибопереробного підприємства, що діє безпосередньо в районах океанічного промислу; такі судна оснащені найсучаснішим пошуковим, промисловим, технологічним і холодильним обладнанням.

Рибпромислові рефрижераторні судна поділяються на добувні (супертраулери, великі, середні й малі морозильні траулери, тунцеловні судна), судна, що обробляють (рибпромислові й тунцеловні бази, рибообробні бази й виробничі рефрижератори) і приймально-транспортні.

Добувні судна призначені для лову риби, **заморожування улову**, виробітку свіжоохолодженої продукції, філе, рибного борошна, виготовлення консервів і пресервів.

Температура повітря в трюмах -30...+15°С. Холодопродуктивність холодильних установок 110...1100 кВт. Застосовують аміачні та хладонові холодильні машини з поршневіми, ротаційними й гвинтовими компресорами, двоступінчасті й одноступінчасті. Системи охолодження – розсільна, а також повітряна й змішана. Охолоджувальні прилади – батареї одно- й дворядні (гладкотрубні й оребрені) листотрубні панелі й повітроохолоджувачі.

Холодильні машини розміщують за централізованою (в одному місці) і децентралізованою схемами. Остання краща, тому що холодильний агрегат розташовується безпосередньо в приміщенні, що обслуговується ним.

Холодильні камери (рефрижераторні приміщення) розміщують у трюмах і твіндеках (надтрюмних приміщеннях) судів (рис. 5.12), що мають теплову ізоляцію з ефективних матеріалів – пінопластів, пробки – експанзіта та ін. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх перегородок (стін) 0,2...0,3 Вт/(м²·К).

Добувні холодильні судна (середні рибальські траулери, рибоморозильні траулери, великі морозильні траулери та ін.) ловлять і перобляють рибу. Одні з них виготовляють готову продукцію (морожену рибу, філе, консерви, рибне борошно) безпосередньо в районі промислу, інші – після первинної обробки передають рибу на переробні судна. Перші оснащені холодильною установкою, яка забезпечує одержання водного льоду в льодогенераторах, заморожування

риби й філе в швидкоморозильних апаратах, зберігання мороженої продукції в трюмах. Другі мають холодильну установку для холодильної обробки риби та короткочасного її зберігання.

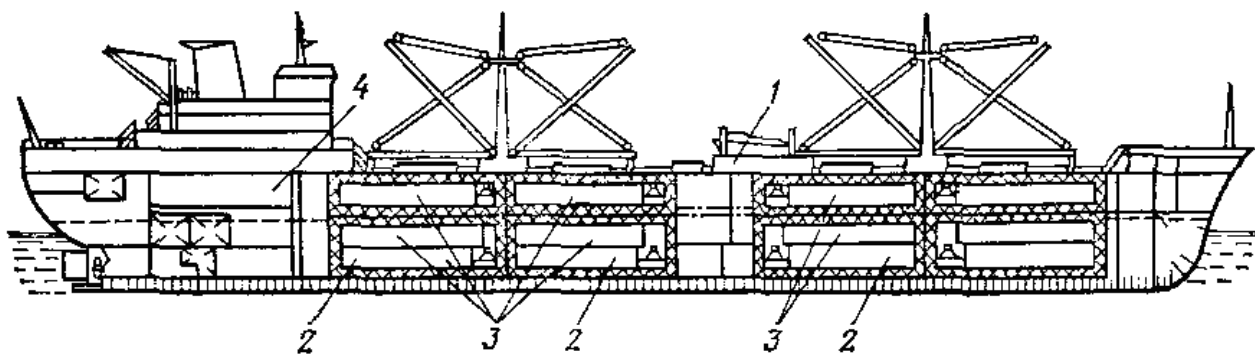


Рисунок 5.12 – Поздовжній розріз рефрижераторного судна: 1 – холодильне машинне відділення; 2 – охолоджувані трюми; 3 – охолоджувані твіндеки; 4 – головне машинне відділення

Переробні холодильні судна (виробничий рефрижератор, плавбази) приймають від добувних судів рибу-сирець і напівфабрикат, виготовляють готову продукцію, доставляють її в порт або передають приймально-транспортному судну. Судна цього типу оснащені потужною холодильною установкою для одержання водного льоду в льодогенераторах для заморожування риби в швидкоморозильних апаратах і для зберігання охолодженої й замороженої продукції в трюмах.

Приймально-транспортні холодильні судна приймають від добувних і переробних судів, що перебувають у віддалених акваторіях океану, продукцію й транспортують її в порт. Це швидкохідні судна із трюмами великої місткості, у яких перевозять охолоджені й заморожені продукти.

Для перевезення продуктів між портами призначення використовують транспортні річкові та морські холодильні судна, які поділяються на універсальні та спеціалізовані, наприклад, судна-контейнеровози для перевезення холодильних контейнерів. На сьогодні морські транспортні судна перевозять такі основні продукти: банани (30%); цитрусові; фрукти; м'ясо (32%); рибу (15%) та ін. Сучасні універсальні транспортні судна можуть перевозити різні швидкопсувні продукти за температур від мінус 30 до 14°C, упаковані на піддонах і такі, що зберігаються навалом. Вони також здатні перевозити контейнери масою бруто 20 і 40 т на палубі й у трюмі.

Суднові холодильні установки поділяють на виробничі, що забезпечують проведення виробничих (технологічних) процесів – охолодження та зберігання свіжовиловленої риби, одержання льоду для охолодження риби, заморожування та зберігання мороженої риби, охолодження та зберігання солоної риби й консервів; на провізійні, призначені для зберігання запасів продовольства для екіпажа й пасажирів. А на судах із необмеженим районом плавання обов'язково передбачають холодильну установку для кондиціонування повітря.

Суднові холодильні установки експлуатуються в більш складних умовах, чим стаціонарні. Наприклад, температура й вологість повітря, температура забортної води, інтенсивність сонячної радіації змінюються в широкому діапазоні; висока корозійна активність повітря й морської води; наявність вібрації й хитавиці; обмежені кількість персоналу й можливість проведення ремонтних робіт та інші.

Тому до виробничих холодильних установок (на відміну від установок провізійних камер) пред'являються особливі вимоги, викладені в нормативних документах – морському та річковому реєстрах, реєстрі Ллойда та ін. Ці технічні вимоги спрямовані на забезпечення умов безпечного плавання, схоронності перевезених вантажів, охорони навколишнього середовища.

Суднові холодильні установки працюють в основному на холодоагентах R22, R134a, R407C и R717. Частка аміачних холодильних установок починає збільшуватися, але поки вона не перевищує 20%.

Виробнича холодильна установка звичайно є центральною. Структура її така, що кожний охолоджуваний об'єкт (або об'єкти з однаковою температурою кипіння) має індивідуальний холодильний агрегат, що може замінити іншої у випадку відмови. Наприклад, на судні є чотири трюми, один швидкоморозильний апарат і система кондиціонування повітря. У цьому випадку холодильна установка включає шість холодильних машин, кожна з яких обслуговує свій об'єкт.

Сучасна суднова холодильна установка комплектується блоковими холодильними машинами із гвинтовими компресорами з економайзерами, водяними конденсаторами й іншими елементами.

Охолодження морозильних апаратів і льодогенераторів звичайно безпосереднє, а охолодження трюмів (і твіндеків) – непряме. Безпосереднє охолодження трюмів небажане через труднощі забезпечення герметичності системи, які пов'язані з постійними й значними вібраціями та деформаціями корпусу судна, а також тим, що під час рейсу практично неможливо потрапити в охолоджувані приміщення.

Проте безпосереднє охолодження, особливо для транспортних установок, має багато переваг, тому що вважається, що суднові установки з розсільним охолодженням порівняно з установками з безпосереднім охолодженням мають масу більшу в 2,3 рази, площа приміщень більша в 1,5 рази, вартість більша в 1,4 рази. Оскільки розсільне охолодження вимагає підвищених на 20...25% витрат енергії, то це викликає відповідну зміну показників силової установки (маси палива, що возиться). Охолодження трюмів і твіндеків на судах, обладнаних аміачними холодильними установками, звичайно розсільне, тому що правилами морського реєстра застосування аміаку для безпосереднього охолодження трюмів на судах заборонено. Безпосереднє охолодження аміаком можливе в апаратах для заморожування риби й у льодогенераторах.

Для охолодження приміщень, призначених для зберігання заморожених продуктів, застосовують батарейне й повітряне охолодження.

Батареї частіше виконують із гладких і ребрих труб; рідше – з панельних елементів, що займають менший обсяг, чим розсільні двоярідні батареї.

На сучасних судах застосовують головним чином повітряне охолодження, що забезпечує 80...120-кратний обмін повітря в приміщеннях.

У разі повітряного охолодження приміщень застосовують різні системи розподілу повітря, але найпоширеніші три – з вертикальною циркуляцією повітря, горизонтальною й систему Робсона.

Система з вертикальною циркуляцією повітря (рис. 5.13а) характеризується тим, що повітря подається з повітроохолоджувачів під ґратчастий настил трюму, проходить знизу нагору через штабель вантажу й усмоктується повітроохолоджувачем у верхній частині приміщення.

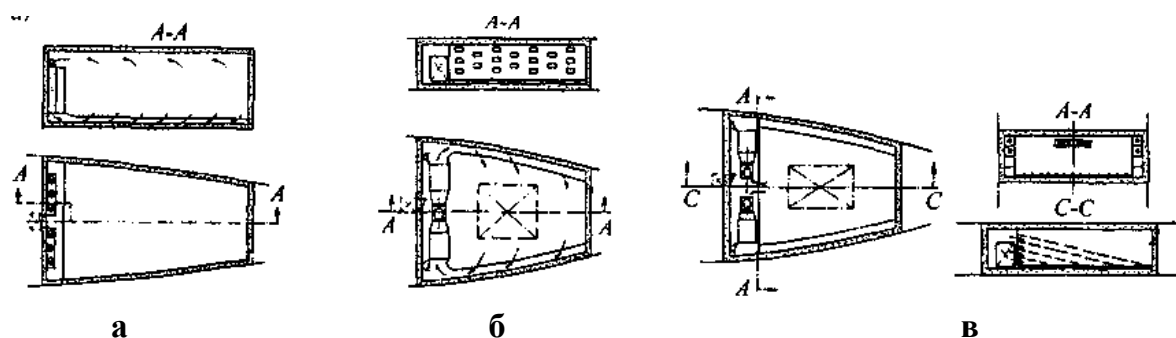


Рисунок 5.13 – Системи розподілу повітря

Система з горизонтальною циркуляцією повітря (рис. 5.13б) виконана так, що холодне повітря з повітроохолоджувачів спочатку подається в продух, що йде уздовж бортів, а з нього – під ґратчастий настил трюму й у повітроохолоджувачі. Для рівномірного розподілу повітря по довжині приміщення в продухах виконані напрямні.

Система Робсона забезпечує подачу холодного повітря з повітроохолоджувачів у повітроводи, що йдуть уздовж бортів із нахилом долілиць, потім під ґратчастий настил трюму, далі через штабель нагору й усмоктується в повітроохолоджувачі (рис. 5.13в).

Вантаж у приміщеннях укладають без проходів. Штабель вантажу зміцнюють дерев'яними рейками, які встановлюють вертикально й горизонтально в штабелі. Охолоджувальні пристрої й повітроводи захищають від ушкодження дерев'яними ґратами.

Контейнеровози. Ці судна використовують для тривалих перевезень за наявності зустрічного потоку вантажів. Під час перевезення на короткі відстані застосовують судна типу «ро-ро» (вкотити-викотити), на яких транспортують холодильні автомобілі й холодильні контейнери на шасі автомобіля.

Контейнери перевозять в основному в трюмах (приблизно 70%) і частково на верхній палубі в 2–4 яруси. Їх охолоджують за допомогою центральної суднової холодильної установки, групових або індивідуальних контейнерних холодильних агрегатів.

В останні роки підвищилися вимоги до точності дотримання режиму зберігання перевезених продуктів і збільшився їхній асортимент. Тому з'явилися індивідуальні навісні холодильні агрегати, які кріпляться до усмоктувального й нагнітального отворів, розташованих у торцевій частині контейнера, швидкодіючими затворами. Холодильний агрегат включає повітроохолоджувач і систему підтримання певного газового складу.

Контейнери, що транспортуються на верхній палубі, охолоджуються за допомогою індивідуальних і групових холодильних агрегатів. Групові холодильні установки виконані у вигляді моноблока з розмірами стандартного контейнера. Вони з'єднуються з контейнерами теплоізолюваними повітроводами, якими подається повітря відцентровими вентиляторами.

5.6. Холодильні контейнери

Контейнер – це тара багаторазового використання для перевезень і тимчасового зберігання вантажів. Вантаж звичайно перевозиться різними видами транспорту без перевантаження, перевантажується сам контейнер. Це забезпечує схоронність вантажу, зменшує його втрати від ушкодження, поліпшує санітарні умови.

Використання контейнерів дозволяє підвищити продуктивність праці на завантажувально-розвантажувальних операціях у чотири-п'ять разів порівняно зі звичайними перевезеннями, набагато зменшити простої транспортних засобів під навантаженням, прискорює перевезення внаслідок зменшення кількості вантажних операцій. У той же час контейнеризація вимагає більших витрат: контейнери, контейнерні площадки (термінали) для зберігання контейнерів і станції їхнього технічного обслуговування, вантажно-розвантажувальні механізми, розвинена транспортна мережа тощо.

Контейнеризація звичайно доцільна за змішаних перевезень на великі відстані на постійних лініях, коли є зустрічний потік вантажів.

Контейнери класифікують за вантажопідйомністю (довжиною) на:

- великотоннажні – маса брутто 30 т (довжина 12,19 м або 40 футів);
- середньотоннажні – маса брутто 20 т (довжина 6,06 м або 20 футів);
- малотоннажні – маса брутто 10 т (довжина 3,05 м або 10 футів).

Контейнери мають однакові розміри за висотою й шириною 2438 мм або 8 футів, крім контейнерів (типу 1АА), призначених для перевезення м'яса в підвішеному стані, що мають трохи збільшену висоту 2591 мм або 9 футів.

Основою контейнерного парку є великотоннажні контейнери масою брутто 20 т (тип 1С) і 30 т (тип 1А). Але останнім часом збільшується використання невеликих контейнерів (до 1,5 т) для внутріміських і міжміських перевезень невеликих партій продуктів.

Холодильні контейнери можуть бути ізотермічними, охолоджуваними холодильними агрегатами або холодильними речовинами, й опалювальними.

Холодильні контейнери розраховують на експлуатацію за температур зовнішнього повітря 40...-45°C. Номінальний режим роботи контейнерів: охолоджуваних $t_{\text{пм}} = -20^{\circ}\text{C}$ за $t_{\text{н}} = 45^{\circ}\text{C}$, що нагріваються $t_{\text{пм}} = 16^{\circ}\text{C}$ за $t_{\text{н}} = -40^{\circ}\text{C}$.

Холодильна (нагрівальна) установка повинна виконувати свої функції за $t = 55 \dots -50^\circ\text{C}$ і атмосферному тиску $83 \dots 105$ кПа. Під час перевезення фруктів потрібна вентиляція, що забезпечує об'ємну подачу від $1,5$ до $5,9$ м³/год.

Контейнер у загальному випадку складається з теплоізолюваного кузова із дверима, обладнаного устроями для розподілу повітря й кріплення вантажу, і машинного відділення (відсіку). Кузов контейнера має несучий металевий каркас, зовнішню й внутрішню обшивку, об'єднані газонаповненим пінополіуретаном. Зовнішню обшивку виконують із гладких або гофрованих металевих (сталевих, алюмінієвих) або пластмасових листів, а в деяких випадках фанери, покритої синтетичною смолою. Кріплення зовнішнього обшивання до каркаса здійснюється зварюванням, заклепками або гвинтами.

Для внутрішнього обшивання використовують аркуші з нержавіючої сталі, алюмінію, склопластику або фанери, покритою синтетичною смолою, які кріпляться до каркаса заклепками й гвинтами.

Для забезпечення циркуляції повітря між вантажем і стінкою, а також для кріплення вантажу внутрішня обшивка має виступи різної конфігурації.

Пінополіуретанова теплоізоляція, звичайно наповнена газом, має товщину від 90 до 120 мм.

Усередині кузов обладнаний настилем підлоги, повітроводом, фіксаторами для перевезення м'яса в підвішеному стані. Настил підлоги виконують із алюмінієвого прокату Т- або П-подібного профілю, що утворить поздовжні канали, якими під вантажем циркулює повітря.

Повітроводи (металеві, пластмасові, тканеві) довжиною від $0,3$ до $0,7$ довжини кузова розташовуються над вантажем. Контейнер має дверний проріз шириною не менш $2,2$ м, що закривається двостулковими дверима з кутом розкриття не менш 270° . Дверний проріз герметизують подвійним ущільненням (зовнішнім і внутрішнім), виконаним із декількох шарів гуми різного профілю. Двері контейнерів мають більшу (на $20 \dots 30\%$) товщину ізоляції й оснащуються запірними устроями натяжної дії.

Ізотермічні контейнери (рис. 5.14). Вони використовуються для перевезення охолоджених і заморожених харчових продуктів на невеликі відстані за так званими кільцевими маршрутами. Частка цих контейнерів у загальному парку незначна.

Контейнери, охолоджувані холодильною речовиною охолоджуються рідким азотом, двоокисом вуглецю й евтектичним льодом. Найпоширеніша азотна система охолодження.



а



б



в

Рисунок 5.14 – Ізотермічні контейнери: а – контейнер із боковими та торцевими дверима; б – контейнер для виноматеріалів; в – контейнер для молока

Контейнери, охолоджені холодильною машиною (рис. 5.15). Таку систему охолодження мають приблизно 90% контейнерів у світі. Умови змішаних перевезень різні, тому застосовують різні типи контейнерів і холодильних (нагрівальних) установок. Схема охолодженого контейнера з підвісним холодильним агрегатом представлена на рис. 5.16.

Так, під час транспортування наземним транспортом часто застосовують убудовану в габарити контейнера холодильну (нагрівальну) установку з індивідуальним приводом від дизель-генератора. Ця блокова установка розміщується в торці у верхній частині контейнера, а блоковий дизель-генератор – у нижній.

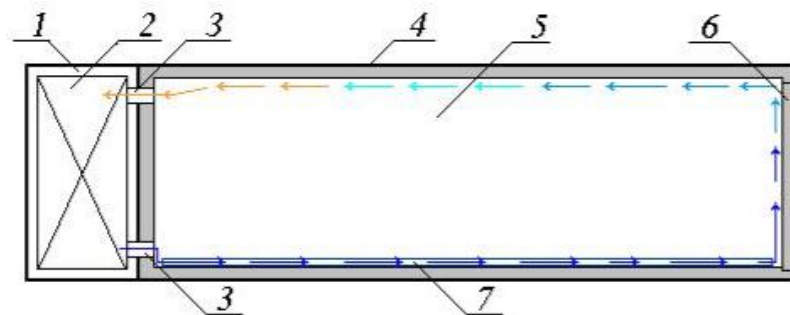
Іноді поряд із тепловим двигуном установлюють і електродвигун. У випадку приводу від теплового двигуна електродвигун працює як генератор, що дає струм для приводу вентиляторів конденсатора й повітроохолоджувача, що дозволяє виключити пасову передачу. Є контейнери з убудованим холодильним агрегатом без дизель-генератора. Корисна місткість таких контейнерів більша. Ці контейнери використовують за централізованого електропостачання на постійних транспортних лініях, під час нетривалого зберігання в пунктах перевантаження.



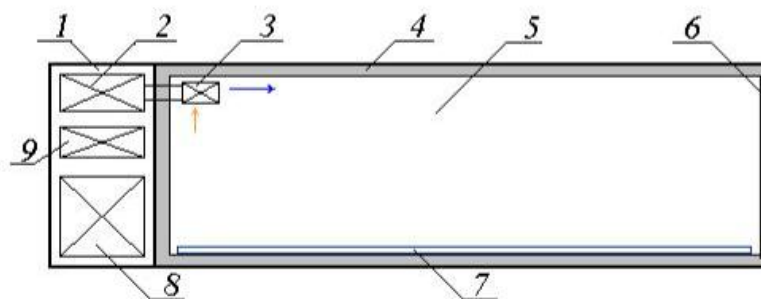
а

б

Рисунок 5.15 – Торцевий відсік і двері великотоннажного рефрижераторного контейнера: а – вбудований холодительно-опалювальний агрегат; б – двері та внутрішнє обладнання контейнера



а



б

Рисунок 5.16 – Будова рефрижераторного контейнера: а – виносний повітроохолоджувач: 1 – машинний відсік; 2 – дизель-генераторна та холодительно-опалювальна установки з пультом керування; 3 – отвори для усмоктування та нагнітання повітря у вантажне приміщення; 4 – теплоізолюваний кузов; 5 – вантажний відсік; 6 – двері; б – повітроохолоджувач усередині контейнера: 1 – машинний відсік; 2 – компресорно-конденсаторна частина холодительно-опалювального агрегату; 3 – повітроохолоджувач із вентиляторами-циркуляторами; 4 – теплоізолюваний кузов; 5 – вантажний відсік; 6 – двері контейнера; 7 – настил підлоги; 8 – дизель-генератор із паливним баком; 9 – блок керування, контролю та регулювання роботи обладнання

Під час змішаних перевезень морським і наземним транспортом або на часто змінюваних маршрутах використовують контейнери зі знімною убудованою або навісною холодильною установкою. Начіпний блок виходить за габарити контейнера на 0,5 м по довжині.

Розвиток морських перевезень привів до створення спеціалізованих морських контейнерів із підвищеним антикорозійним захистом матеріалів і міцністю конструкції. Морські контейнери бувають двох видів: охолоджувані індивідуальною установкою, що постачається електроенергією від електричної системи корабля, й охолоджувані центральною або (груповий на 7–9 контейнерів) холодильною установкою, з якою вони з'єднані повітроводами. Останні мають у торцевій стінці два отвори для з'єднання з повітроводами (усмоктувальним і нагнітальним) за допомогою швидкодіючих затворів.

Холодильні установки контейнерів подібні до установок наземних транспортних засобів. Але умови експлуатації контейнерних установок більш важкі, тому їхнє обладнання має виконання, що забезпечує підвищену корозійну стійкість, пожежо- і вологозахищеність, вібростійкість, міцність, а також працездатність при кренах до 30° і диферентах до 6°.

Компресори в основному поршневі безсальникові або спіральні герметичні, що характеризуються високою надійністю.

Конденсатори ребристотрубні з повітряним охолодженням. Проте в установках для морських контейнерів передбачають також водяне охолодження ресивера-конденсатора, що має штуцери для швидкого з'єднання із системою водопостачання судна. Водяне охолодження поліпшує умови роботи компресора й зменшує тепловиділення в трюмі.

Система автоматичного керування включає вентилятор повітряного конденсатора й припиняє подачу води в разі зниження тиску конденсації до граничного значення. Повітроохолоджувачі – ребристо-трубні, розміщуються в теплоізолюваному просторі. Повітря подається одним або декількома осьовими вентиляторями.

Для відтавання випарників і обігріву контейнерів застосовують трубчасті електронагрівники або гарячу пару холодоагенту. Піддон повітроохолоджувача й трубопровід дренажу поталої води нагріваються електронагрівниками.

Холодильні установки контейнерів працюють автоматично, із записом режиму роботи протягом великого проміжку часу (до 30 і більше діб).

Процесом відтавання управляє реле різниці тисків, що контролює різницю тисків повітря до й після повітроохолодження. Іноді роботу реле різниці тисків дублює реле часу. Відтавання припиняється за командою реле, що контролює температуру поверхні батареї повітроохолоджувача.

Подальше вдосконалення холодильних контейнерів пов'язано з підвищенням точності підтримання температури й вологості повітря шляхом поліпшення розподілу повітря й підвищення кратності повітрообміну до 120 обсягів у годину; зі збільшенням рівня надійності шляхом використання герметичних спіральних компресорів; зі зменшенням їхнього негативного впливу на навколишнє середовище шляхом зниження рівня шуму й використанням холодоагентів R134a, R404A, R410A; зі зменшенням маси й розмірів блокових холодильних агрегатів; з використанням обладнання для

підтримання модифікованого газового середовища під час перевезення недозрілих фруктів і овочів.

Робота обладнання автоматизована з використанням ресурсів на мікропроцесорній базі. Автоматичні системи забезпечують регулювання температури, відносної вологості повітря, концентрацій CO₂, O₂ і етилену, захист від небезпечного режиму, контроль і сигналізацію. Системи контролю (моніторингу) й діагностики здатні працювати автономно із записом даних протягом 30 діб й більше, а також із передачею даних за допомогою супутникового зв'язку.

Контейнерні пункти (термінали) необхідні для перевантаження й короткочасного зберігання контейнерів на залізничних станціях, у портах і на підприємствах. Пункти оснащені вантажно-розвантажувальними механізмами, системами електро- й водопостачання, каналізації, є майстерні для проведення технічного обслуговування й ремонту. Вони можуть бути обладнані стаціонарними й пересувними холодильними установками. Пересувні установки можуть охолоджувати від 2 до 72 контейнерів (залежно від виконання) повітрям, що подається відцентровим вентилятором теплоізолюваними повітроводами. Такі холодильні установки змонтовані в контейнері, мають комплект повітроводів із устроями для швидкого з'єднання й з охолоджуваними контейнерами. Контейнери з убудованими холодильними агрегатами підключають до центральної системи електропостачання.

Запитання до розділу

1. Які основні функції виконує холодильний транспорт?
2. Які існують види холодильного транспорту і яке його призначення?
3. Які системи охолодження застосовуються на холодильному транспорті?
4. Яким вимогам потрібні відповідати ізоляційні матеріали, що використовують у холодильних транспортних пристроях?
5. Які системи охолодження використовують на залізничному холодильному транспорті?
6. За якими ознаками розподіляють холодильний автотранспорт?
7. Яка відмінність кузова авторефрижератора від ізотермічного?
8. Які засоби охолодження використовують на ізотермічному транспорті?
9. Чим відрізняються системи охолодження авторефрижераторів?
10. Особливості повітряних перевезень холодильним транспортом.
11. За якими ознаками розрізняють водний холодильний транспорт?
12. Які системи розподілу повітря застосовують на рефрижераторних суднах?
13. Яким вимогам повинне відповідати холодильне обладнання водного холодильного транспорту?
14. Які робочі речовини застосовують у судових холодильних машинах?
15. Назвіть переваги та недоліки рефрижераторних контейнерів.
16. Які засоби відведення теплоти реалізують у сучасних рефрижераторних контейнерах?

РОЗДІЛ 6 СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

6.1. Історія створення кондиціонера

Про те, що з виснажливою спекою можна й потрібно боротись, наші далекі предки зрозуміли ще тисячі років тому. Напевно, першим холодильщиком можна вважати неандертальця, який виявив, що в печері навіть у самі спекотні дні панує приємна прохолода.

Для того, щоб хоч якось врятуватися від спеки, правителі давнини оточували свої палаци тінистими садами й водоймами, наповняли погребі льодом, а служники з опахалами створювали освіжаючий рух повітря. І до середини XVIII століття нічого краще хлопчика-арапа так і не придумали.

Проте технічна революція, що почалася в позаминулому сторіччі, дуже швидко перевернула уявлення людей про клімат. Цікаво, що вперше слово «кондиціонер» було вимовлено вголос ще в 1815 році. Саме тоді француз Жанн Шабаннес одержав британський патент на метод «кондиціювання повітря і регулювання температури в житлах і інших будинках». Але практичного втілення ідеї довелося чекати досить довго. Тільки в 1902 році американський інженер-винахідник Уїлліс Каррієр зібрав промислову холодильну машину для друкарні Брукліна в Нью-Йорку. Цікаво, що перший кондиціонер призначався не для створення приємної прохолоди для працівників, а для боротьби з вологістю, що погіршувала якість друку.

Через рік аристократія Європи, приїжджаючи в Кельн, вважала своїм обов'язком відвідати місцевий театр. Жвавий інтерес публіки викликала не тільки (і не стільки) гра трупи, а приємна прохолода, що панувала в залі навіть у самі спекотні місяці. А коли в 1924 році система кондиціювання була встановлена в одному з універмагів Детройта, кількість відвідувачів була надзвичайно великою. Ці перші апарати і стали предками сучасних систем центрального кондиціювання повітря.

Попередником усіх сучасних спліт-систем і віконних кондиціонерів може вважатися перший кімнатний кондиціонер, випущений компанією General Electric ще в 1929 році. Оскільки як холодоагент у цьому пристрої використовувався аміак, пари якого небезпечні для здоров'я людини, компресор і конденсатор кондиціонера були винесені на вулицю. Тобто за своєю суттю цей пристрій був дійсною спліт-системою! Проте, починаючи з 1931 року, коли був синтезований безпечний для людського організму фреон, конструктори зібрали усі вузли й агрегати кондиціонера в одному корпусі. Так з'явилися перші віконні кондиціонери, далекі нащадки яких успішно працюють і на сьогодні. Більш того, у США, Латинській Америці, на Близькому Сході, а також на Тайвані, у Гонконгу, в Індії і більшості африканських країн віконники дотепер є найбільш популярним типом кондиціонерів. Причини їхнього успіху очевидні: вони приблизно вдвічі дешевше аналогічних за потужністю спліт-систем, а їхній монтаж не вимагає наявності спеціальних навичок і дорогих інструментів.

Довгий час лідерство в області новітніх розробок із вентиляції й кондиціонування повітря належало американським компаніям, проте наприкінці 50-х – початку 60-х років ініціатива перейшла до японців. Надалі саме вони визначили лице сучасної індустрії клімату.

У 1958 році японська компанія Daikin запропонувала перший тепловий насос, тим самим навчивши кондиціонери працювати на тепло.

А ще через три роки відбулася подія, що значною мірою визначила подальший розвиток побутових і напівпромислових систем кондиціонування повітря. Це початок масового випуску спліт-систем. Починаючи з 1961 року, коли японська компанія Toshiba уперше запустила в серійне виробництво кондиціонер, розділений на два блоки, популярність цього типу кліматичного обладнання постійно росла. Завдяки тому, що найбільш гучна частина кондиціонера – компресор – тепер винесена на вулицю, у приміщеннях, обладнаних спліт-системами, набагато тихіше, ніж у кімнатах, де працюють віконники. Інтенсивність звуку зменшена на порядок. Друга перевага – це можливість розмістити внутрішній блок спліт-систем у будь-якому зручному місці.

Сьогодні випускається чимало різних типів внутрішніх пристроїв: настінні, підстелеві, підлогові й такі, що вмонтовуються в підвісну стелю – касетні та каналні. Це важливо не тільки з погляду дизайну – різні типи внутрішніх блоків дозволяють створювати найбільш оптимальний розподіл охолодженого повітря в приміщеннях визначеної форми та призначення.

А в 1968 році на ринку з'явився кондиціонер, у якому з одним зовнішнім блоком працювало відразу декілька внутрішніх. Так було започатковано мультиспліт-системи. Сьогодні вони можуть містити в собі від двох до шести внутрішніх блоків різних типів.

Істотним нововведенням стала поява кондиціонера інверторного типу. У 1981 році компанія Toshiba запропонувала першу спліт-систему, здатну плавно регулювати свою потужність, а вже в 1998 році інвертори зайняли 95% японського ринку.

Ну і, нарешті, останній із найбільш популярних у світі типів кондиціонерів – VRF-системи – були запропоновані в 1982 році компанією Daikin.

6.1.1. Віхи історії

1734 рік. У будівлі англійського парламенту встановлений перший із відомих історії осьових вентиляторів. Він приводився в дію за допомогою парового двигуна і пропрацював без ремонту більше 80 років.

1754 рік. Леонард Эйлер розробив теорію вентилятора, стала основою для розрахунку сучасних систем механічної вентиляції.

1763 рік. Михайло Ломоносов публікує свою працю «Про вольний рух повітря в копальнях». Ідеї, викладені в ній, стали підґрунтям розрахунку систем природної вентиляції.

1810 рік. У лікарні передмістя Лондона – Дербі встановлена перша розрахована система природної вентиляції.

1815 рік. Француз Жан Шабаннес одержав британський патент на «метод кондиціонування повітря і регулювання температури в житлах і інших будівлях».

1852 рік. Лорд Кельвін розробив основи використання холодильної машини для обігріву приміщень (тепловий насос). Через чотири роки ідея була практично реалізована австрійцем Ріттенгером.

1902 рік. Американським інженером Уїллісом Каррієром розроблена перша промислова установка для кондиціонування повітря.

1929 рік. У США компанією General Electric розроблений перший кімнатний кондиціонер.

1931 рік. Винахід безпечного для здоров'я людини холодагенту – фреону – призвів до справжньої революції в розвитку кліматичної техніки.

1958 рік. Компанія Daikin запропонувала кондиціонер, здатний працювати не тільки на холод, але і на тепло за принципом «теплого насоса».

1961 рік. Toshiba першою в світі започаткувала промисловий випуск кондиціонерів, розділених на два блоки, що одержали назву спліт-системи.

1966 рік. Компанія Hitachi першою в світі запропонувала віконний кондиціонер із функцією осушення. Через чотири роки вона ж першою упровадила цю функцію в спліт-системах.

1968 рік. Компанія Daikin запропонувала кондиціонер із одним зовнішнім і двома внутрішніми блоками. Так з'явилися мультиспліт-системи.

1977 рік. Toshiba вперше в світі випускає кондиціонер із мікропроцесорним управлінням.

1981 рік. Toshiba розробила компресор із регульованою частотою обертання. У тому ж році на ринку з'явилися оснащені ними кондиціонери, що одержали назву інверторних.

1982 рік. Компанія Daikin розробила й упровадила у виробництво новий тип центральних систем кондиціонування повітря VRF, що дозволяють у комплексі вирішити питання кондиціонування й вентиляції.

1998 рік. Компанія Sanyo запропонувала VRF-систему з безінверторним регулюванням потужності.

1995 рік. Ухвалене рішення про відмову від використання хладагентів, що представляють небезпеку для озонового шару. У Європі їх виробництво повинно бути повністю зупинено до 2014 року.

2002 рік. Компанія Haier вперше у світі запропонувала побутовий кондиціонер, здатний підвищувати концентрацію кисню в приміщенні.

6.1.2. Історія кондиціонування в колишньому СРСР

У колишньому Радянському Союзі кондиціонер довгий час вважався недозвільною розкішшю, відволікаючою пролетаріат від класової боротьби. Так в 1940 році за публікацію низки матеріалів про кондиціонування повітря був розгромлений журнал «Опалювання і вентиляція». Статті були сприйняті як «пропаганда буржуазних поглядів в техніці», і до 1955 року (коли з'ясувалося, що радянські кораблі не пристосовані до плавання в тропіках) ця тема залишалася під негласною заборонаю.

Дещо пізніше в 1963–65 роках у підмосковному місті Домодедово був налагоджений випуск кондиціонерів для вузлів зв'язку і пунктів управління ракетною зброєю. Завод «Екватор» у місті Миколаєві став випускати судові кондиціонери, і, нарешті, декілька підприємств приступило до випуску кліматичного обладнання для авіації. Виробництво кондиціонерів для промислових потреб було освоєно в Харкові, а в менших масштабах – і на ряді галузевих підприємств.

Випуск побутових кондиціонерів на території колишнього Радянського Союзу почався тільки в 70-х роках, після того, як побудований у Баку завод освоїв виробництво продукції за ліцензією японської фірми Hitachi. У свої кращі роки, які припали на середину 80-х, Бакинський завод видавав 400–500 тисяч кондиціонерів на рік. Мало хто знає, що в Баку було освоєно випуск перших радянських спліт-систем із внутрішнім блоком підлогового типу, але об'єм випуску був дуже малий.

Цікаво, що близько 120–150 тисяч кондиціонерів БК щорічно експортувалися. Найбільшу кількість радянських віконників було продано на Кубу – близько 700 тисяч штук. Крупними імпортерами були Китай, Іран, Єгипет і Австралія. Причому в інші роки на зелений континент відправлялося більше 10 тисяч апаратів.

Жоден кондиціонер японського, американського, ізраїльського або корейського виробництва не відрізнявся довговічністю. Можливо, річ у тому, що у всьому світі концепція довговічності техніки, що випускається, зазнала істотні зміни вже на рубежі 70–80 років. Якщо раніше прагнули робити на століття, то тепер термін служби не перевищує часу морального старіння. За нинішніх темпів розвитку техніки це не більше 10 років.

До речі про якість БК, випущених в 70–80 роках, говорить хоч би такий факт. Завод із виробництва компресорів (розрахований на мільйон штук в рік) половину продукції відправляв на експорт, виконуючи замовлення компанії Toshiba. Після розпаду СРСР і від'їзду кращих фахівців виробництво кондиціонерів у Баку пішло на спад, і до 1997–98 року остаточно закінчилося. Із шести тисяч робочих на підприємстві залишилося не більше 500 чоловік, зайнятих ремонтом і обслуговуванням техніки. Ера БК закінчилася.

Ще одним радянським проектом, на сьогодні практично забутим, були кондиціонери «Нева», невелика партія яких була зроблена в Ленінграді.

6.2. Основні функції систем кондиціонування повітря

6.2.1. Охолодження

Головне завдання кондиціонера – охолодження повітря. Нагрівання, осушення й очищення повітря можуть забезпечити інші, найчастіше більш прості і дешеві пристрої, а давати освіжаючу прохолоду може тільки він. Причому дуже економно – на один кіловат споживаної електроенергії видає порядку 3 кВт холоду. Порушення законів природи тут немає тому, що енергія витрачається не на створення прохолоди, а на її перенесення з вулиці в приміщення. Аналогічно працює холодильник.

Правда, знижувати температуру в приміщенні можна тільки до визначеної межі. Більшість сучасних кондиціонерів може охолоджувати повітря до +17...18°C. Температура струменя повітря, який виходить із кондиціонера на 10...12 градусів нижче встановленої на пульті ДУ. До того ж за високої швидкості повітря здається холоднішим. Саме тому ілюзію прохолоди можна створити за допомогою вентилятора або розігнавшись в автомобілі.

6.2.2. Нагрівання

Крім охолодження багато сучасних кондиціонерів можуть нагрівати повітря. Причому змусити кондиціонер працювати на тепло можна двома різними способами. У переважній більшості випадків це робиться за допомогою так званого теплового насоса. Насправді ніякого насоса в кондиціонері немає: у цьому режимі він охолоджує вулицю та нагріває приміщення. За зовнішніх температур вище мінус 10°C таке обігрівання досить ефективне. На кожен кіловат електроенергії можна одержати від 2,5 до 3,5 кВт тепла.

Умикати кондиціонер у сорокаградусні морози все-таки не варто – користі ніякої. Чим холодніше на вулиці, тим менше тепла він дає. А от ризик вивести з ладу кондиціонер за низьких температур зростає багаторазово. Причин для цього багато. Назвемо тільки наслідки, що зустрічаються найбільш часто. Це поломка компресора або лопат вентилятора зовнішнього блока, згоряння електродвигуна вентилятора зовнішнього блока.

Щоб погрітися за допомогою кондиціонера в мороз, можна придбати модель із електричним підігрівом. Компресор такого кондиціонера взимку не працює, а тепло створюють тенти. Електроенергії вони споживають багато, зате зігріють у будь-яку погоду.

6.2.3. Осушування

Крім охолодження й обігріву повітря всі сучасні кондиціонери можуть осушувати повітря. Знижуючи температуру повітря, вони видаляють з нього зайву вологу. За високої вологості дихати важко і спеку переносити гірше. В усіх сучасних моделях навіть є такий режим – «осушення». Це коли температура повітря майже не змінюється, а вологість падає. А от підтримувати її на заданому рівні побутовий кондиціонер не може.

Не врятує він і в іншому випадку: якщо в квартирі або котеджі є басейн. Тут необхідні спеціальні осушувачі, інакше будинок неминуче покриється цвілью.

6.2.4. Вентилювання

У режимі вентиляції не відбувається ні охолодження, ні нагрівання, а створюється циркуляція повітря в приміщенні і його очищення (за наявності відповідних фільтрів). Компресор і вентилятор зовнішнього блока при цьому виключені, а вентилятор внутрішнього блока працює на швидкості, заданій із ПДУ.

6.2.5. Очищення

Більшість сучасних спліт-систем і віконників мають тільки один фільтр – повітряний механічний. Він захищає наші легені і теплообмінник внутрішнього блока від пилу, тополиного пуху й іншого сміття, що знаходиться в повітрі. Заміни повітряний фільтр не вимагає, проте час від часу його необхідно мити в теплій воді або чистити за допомогою пилососа. Якщо цього не робити, нормальна циркуляція повітря порушується.

Фільтри тонкого очищення, здатні уловлювати дрібний пил, пилок рослин, запахи, сигаретний дим, у багатьох моделях не входять у стандартну комплектацію, їх покупають окремо. Найчастіше їх виготовляють із активованого вугілля, отриманого з кокосових горіхів, а тому вони називаються вугільними (карбоновими), або дезодоруючими. Час, протягом якого фільтри тонкого очищення зберігають працездатність, залежить від умов експлуатації. Проте у великих містах вони рідко витримують більше 3–4 місяців, потім їх необхідно викидати, оскільки фільтр, який відслужив, стає розсадником мікробів. Виключення – фотокаталітичні (цеолітові) фільтри, що частково відновлюються під впливом ультрафіолетових променів і можуть використовуватися багаторазово.

Варто мати на увазі, що в разі великого забруднення повітря краще використовувати спеціальні повітроочищувачі.

У ряді моделей сучасних кондиціонерів є індикатор стану фільтра внутрішнього блока. Індикація на передній панелі блока вказує на необхідність очищення фільтра. Але цей датчик показує не фактичне засмічення фільтра, а передбачуваний час служби.

6.2.6. Насичення киснем

У 2003 році з'явилися спліт-системи, здатні збільшити концентрацію кисню в приміщенні, яке кондиціонується. Як відомо, повітря складається в основному з кисню й азоту, тому, видаляючи надлишки одного, можна підвищити концентрацію другого. Це досягається за рахунок модуля-генератора, що використовує фізичний метод поділу газів. За допомогою компресора повітря надходить у (PSA) сепаратор, де азот поглинається, а кисень повертається в приміщення. Коли один із сепараторів наповнюється, включається інший, а азот із першого видаляється назовні. Таким чином два сепаратори працюють поперемінно.

Деякі моделі кондиціонерів здатні виконувати функції приточної вентиляції, для цього вони використовують додатковий повітровід, через який вентилятор кондиціонера подає свіже повітря в приміщення.

6.2.7. Іонізація

Деякі сучасні моделі оснащені іонізатором повітря. У 2003 році ці кондиціонери представили на ринок такі виробники: Electra, Haier, Panasonic, Samsung і Toshiba.

Там, де людина почуває найбільший приплив сил – біля водоспадів, на морському узбережжі, у горах – концентрація негативно заряджених часток максимальна, а у житлових будинках і офісах – у сотні разів нижча.

Кількість негативних іонів у см³:

- у районі водоспаду 50000;
- на морському узбережжі 10000;
- у горах 5000;
- у сільській місцевості 1500;
- у містах 1000;
- у квартирах і офісах 50.

Кондиціонери, оснащені безозоновими іонізаторами, здатні довести концентрацію негативних іонів до 15000...30000 на см³.

6.3. Класифікація систем кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря – це створення та автоматичне підтримання (регулювання) у закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на визначеному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей або ведення технологічного процесу.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, які називаються системою кондиціонування повітря (СКП). До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також засоби холодо- й теплостачання, автоматики, дистанційного керування й контролю. СКП великих громадських, адміністративних і виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами керування.

Автоматизована система кондиціонування підтримує заданий стан повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов). Основне обладнання системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, який називається **кондиціонером**. У багатьох випадках усі технічні засоби для кондиціонування повітря скомпоновані в одному або в двох блоках, і тоді поняття «СКП» і «кондиціонер» однозначні.

Перш ніж перейти до класифікації систем кондиціонування, слід зазначити, що загальноприйнятої класифікації СКП дотепер не існує, і пов'язано це з багатоваріантністю принципів схем, технічних і функціональних характеристик, що залежать не тільки від технічних можливостей самих систем, але і від об'єктів застосування (приміщень, які кондиціонуються).

Сучасні системи кондиціонування можуть бути класифіковані за такими ознаками:

- за основним призначенням (об'єктові застосування): комфортні і технологічні;

- за принципом розташування кондиціонера стосовно приміщення, що обслуговується: центральні і місцеві;
- за наявністю власного (який входить у конструкцію кондиціонера) джерела тепла та холоду: автономні і неавтономні;
- за принципом дії: прямоточні, рециркуляційні й комбіновані;
- за способом регулювання вихідних параметрів повітря, яке кондиціонується: з якісним (однотрубним) і кількісним (двотрубним) регулюванням;
- за ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується: першого, другого і третього класу;
- за кількістю приміщень, що обслуговуються, (локальних зон): однозональні й багатозональні;
- за тиском, що здійснюється вентиляторами кондиціонерів: низького, середнього і високого тиску.

Крім наведених класифікацій, існують різноманітні системи кондиціонування, що обслуговують спеціальні технологічні процеси, включаючи системи з метеорологічними параметрами, які змінюються за часом (за визначеною програмою).

Комфортні СКП призначені для створення й автоматичного підтримання температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам для житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель або приміщень.

Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, що максимально відповідають вимогам виробництва. Технологічне кондиціонування в приміщеннях, де знаходяться люди, здійснюється з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог до стану повітряного середовища.

Центральні СКП забезпечуються ззовні холодом (доставляється холодною водою або холодоагентом), теплом (доставляється гарячою водою, паром або електрикою) й електричною енергією для привода електродвигунів вентиляторів, насосів та ін.

Центральні СКП розташовані поза приміщеннями, що обслуговуються, і кондиціонують одне велике приміщення, кілька зон такого приміщення або багато окремих приміщень. Іноді кілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (виробничий цех, театральний зал, закритий стадіон або ковзанка).

Центральні СКП обладнуються центральними неавтономними кондиціонерами, що виготовляються за базовими (типовими) схемами компонування обладнання та їхніх модифікацій.

Центральні СКП мають такі переваги:

- можливість ефективного підтримання заданої температури й відносної вологості повітря в приміщеннях;
- зосередження обладнання, що вимагає систематичного обслуговування й ремонту, як правило, в одному місці (підсобному приміщенні, технічному поверсі тощо);

– можливість забезпечення ефективного шумо- й віброгасіння. За допомогою центральних СКП за належної акустичної обробки повітроводів, конструкції глушителей шуму і гасителів вібрації можна досягти найбільш низьких рівнів шуму і обслуговувати такі приміщення, як радіо- і телевізійні студії та ін.

Незважаючи на низку переваг центральних СКП, треба відзначити, що великі габарити і проведення складних монтажних робіт із установки кондиціонерів, прокладки повітроводів і трубопроводів часто робить до неможливим їх застосування.

Місцеві СКП розробляють на базі автономних і неавтономних кондиціонерів, що встановлюють безпосередньо в приміщеннях, які обслуговуються.

Перевагами місцевих СКП є простота установки й монтажу.

Така система може застосовуватися в багатьох випадках:

– в існуючих житлових і адміністративних будівлях для підтримання теплового мікроклімату в окремих офісних приміщеннях або в житлових кімнатах;

– у новобудовах для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких різко відрізняється від режиму в більшості інших приміщень, наприклад, у серверній та інших із технікою, що виділяє тепло, кімнатах адміністративних будівель. Подача свіжого повітря й видалення витяжного при цьому виконується, як правило, центральними системами приточно-витяжної вентиляції;

– в новобудовах, якщо підтримання оптимальних теплових умов потрібне в невеликій кількості приміщень, наприклад, у обмеженому числі номерів-люкс невеликого готелю;

– у великих приміщеннях як існуючих, так і новобудов: кафе і ресторанах, магазинах, проектних залах, аудиторіях та ін.

Автономні СКП забезпечуються ззовні тільки електричною енергією, наприклад, кондиціонери спліт-систем, шафові кондиціонери тощо.

Такі кондиціонери мають вмонтовані компресійні холодильні машини, що працюють, як правило, на фреоні.

Автономні системи охолоджують і осушують повітря, для чого вентилятор продуває рециркуляційне повітря через поверхневі повітроохолоджувачі, якими є випарники холодильних машин, а в перехідний і зимовий час вони можуть підігрівати повітря за допомогою електричних підігрівників або шляхом реверсування роботи холодильної машини за циклом так званого «теплового насоса».

Найбільш простим варіантом, що представляє децентралізоване забезпечення в приміщеннях температурних умов, можна вважати застосування кондиціонерів спліт-систем.

Неавтономні СКП поділяються на:

– повітряні, в разі використання яких у приміщення, що обслуговується, подається тільки повітря. (Міні-центральні кондиціонери, центральні кондиціонери);

– водоповітряні, за використання яких у приміщення, які кондиціонують ся, підводяться повітря й вода, що несуть тепло або холод, або те й інше разом (системи чілерів-фанкойлів, центральні кондиціонери з місцевими доводниками та ін.).

Однозональні центральні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень із відносно рівномірним розподілом тепла, виділень вологи, наприклад, великих залів кінотеатрів, аудиторій тощо. Такі СКП, як правило, комплектуються пристроями для утилізації тепла (теплоутилізаторами) або змішувальними камерами для використання в приміщеннях рециркуляції повітря.

Багатозональні центральні СКП застосовують для обслуговування великих приміщень, у яких обладнання розміщене нерівномірно, а також для обслуговування ряду порівняно невеликих приміщень. Такі системи більш економічні, чим окремі системи для кожної зони або кожного приміщення. Проте з їхньою допомогою не може бути досягнутий такий же ступінь точності підтримання одного або двох заданих параметрів (вологості й температури), як автономними СКП (кондиціонерами спліт-систем та ін.).

Прямоточні СКП цілком працюють на зовнішньому повітрі, що обробляється в кондиціонері, а потім подається в приміщення.

Рециркуляційні СКП, навпаки, працюють без припливу або з частковою подачею (до 40%) свіжого зовнішнього повітря або на рециркуляційному повітрі (від 60 до 100%), що забирається з приміщення і після його обробки в кондиціонері знову подається в це ж приміщення.

Класифікація кондиціонування повітря за принципом дії на прямоточні й рециркуляційні обумовлюється, головним чином, вимогами до комфортності, умовами технологічного процесу виробництва або техніко-економічними міркуваннями.

Центральні СКП із якісним регулюванням метеорологічних параметрів являють собою низку найбільш розповсюджених, так званих **одноканальних систем**, у яких все оброблене повітря за заданих кондицій виходить із кондиціонера одним каналом і надходить далі в одне або кілька приміщень.

При цьому регулюючий сигнал від терморегулятора, встановленого в приміщенні, що обслуговується, надходить безпосередньо на центральний кондиціонер.

СКП із кількісним регулюванням подають у одне або кілька приміщень холодне й підігріте повітря двома рівнобіжними каналами. Температура в кожному приміщенні регулюється кімнатним терморегулятором, що впливає на місцеві змішувачі (повітряні клапани), що змінюють співвідношення витрат холодного й підігрітого повітря в суміші, яка подається.

Двоканальні системи використовуються дуже рідко через складність регулювання, хоча мають деякі переваги, зокрема, відсутність в приміщеннях, що обслуговуються, теплообмінників, трубопроводів тепло-, холодоносія; можливість спільної роботи із системою опалення, що особливо важливо для будівель, системи опалення яких під час монтажу двоканальних систем можуть бути збережені.

Недоліком таких систем є підвищені витрати на теплову ізоляцію рівнобіжних повітроводів, які підводяться до кожного приміщення, що обслуговується.

Двоканальні системи так само, як і одноканальні, можуть бути прямооточними й рециркуляційними.

Кондиціонування повітря, згідно з СНіП 2.04.05-91, за ступенем забезпечення метеорологічних умов поділяються на три класи.

Перший клас – забезпечує необхідні для технологічного процесу параметри відповідно до нормативних документів.

Другий клас – забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми.

Третій клас – забезпечує припустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

За тиском, який створюється вентиляторами центральних кондиціонерів, СКП поділяються на

- системи низького тиску (до 100 кгс/м^2);
- середнього тиску (від 100 до 300 кгс/м^2);
- високого тиску (вище 300 кгс/м^2).

Типи кондиціонерів

На ринку спліт-систем прийнято виділяти три основні сегменти: побутові кондиціонери – RAC (Room Air Conditions), напівпромислові кондиціонери – PAC (Packages Air Conditions), і промислові системи (Unitary). Причому в Азії, Європі та Америці ці поняття мають дещо відмінні тлумачення. Оскільки більше 90% кондиціонерів, що продаються в Україні, мають японське, корейське й китайське походження, варто навести азіатську класифікацію, яка використовується низкою відомих спеціалізованих видань, наприклад JARN.

До побутових (RAC) віднесені спліт-системи настінного і підлогово-стельового типу потужністю до 5 кВт. Причому градація проводиться за потужністю внутрішнього блока. Тому мультисплит-системи також належать до цієї категорії.

До напівпромислових систем (PAC) належать всі спліт-системи касетного, колонного, підлогово-стельового і настінного типу потужністю понад 5 кВт. Кондиціонери, утворені шляхом паралельного підключення 2–4 касетних, каналних, підлогово-стельових або колонних внутрішніх блоків до одного зовнішнього, віднесені до класу PAC. (Обмеження за потужністю зверху в цій категорії немає, але до сьогодні техніки, могутніше 17 кВт, не пропонують). Обладнання класу VRF розглядають або в межах PAC, або виділяють у окрему групу.

У окрему категорію Duct Unitary виділені всі каналні кондиціонери, руфтопи і шафові моноблоки внутрішньої установки незалежно від їх потужності.

На Україні ці межі дещо зрушені, що пов'язано з національними особливостями. В Україні немає чітких, узгоджених всіма учасниками ринку

критеріїв розділення кондиціонерів на побутові й напівпромислові, тому приведемо найбільш поширені уявлення.

До побутових (RAC) в Україні відносять все спліт-системи настінного типу, незалежно від потужності.

До напівпромислових (PAC) – всі кондиціонери підлогово-стельового, касетного, колонного типу й каналні спліт-системи від 2,5 до 25...30 кВт.

До промислових (Unitary) в Україні належать каналні кондиціонери вище 25...30 кВт, все рифтони та шафові моноблоки. Тобто поділ відбувається не за потужністю, а за типом обладнання.

Окрема категорія – центральні системи кондиціювання. До обладнання цього класу незалежно від потужності зараховують центральні кондиціонери і припливні установки, машини, що охолоджують воду, – чілери, фанкойли, конденсаторні блоки і градирні.

Віконні кондиціонери

Найпростішими і найпримітивнішими кондиціонерами є віконні моноблоки, добре знайомі нам за виробами Бакинського заводу. Такий агрегат врізається у віконний отвір або прямо в тонку стіну. Причому встановити віконний моноблок може будь-яка людина. Ніяких спеціальних навичок і дорогого інструменту для цього не треба. Технологія виробництва віконників добре відпрацьована, що разом із простотою монтажу забезпечує цим кондиціонерам довговічність. До того ж вартість такого рішення мінімальна (рис. 6.1).



Рисунок 6.1 – Загальний вигляд віконного кондиціонера

Проте у віконних кондиціонерів є низка істотних недоліків. У всіх моноблоків компресор знаходиться усередині приміщення, що робить їх дуже шумними.

Другий недолік віконників в тому, що вони жорстко прив'язані до віконного отвору. Із цієї причини кондиціонувати кімнату складної форми не завжди можливо. Якщо штори або жалюзі закривають віконний кондиціонер, він підтримуватиме прохолоду не в приміщенні, а між вікном і тим, чим воно завішене.

По-третє, віконні кондиціонери зменшують площу скління, а отже, погіршують освітленість. Є низка недоліків. За наявності склопакета установка віконника обійдеться дорожче за кондиціонер. На перших поверхах проблему можуть створити декоративні ґрати.

Спліт-системи

Назва «спліт-система» утворилася від англійського слова split, що перекладається як «розділяти, розщеплювати». І дійсно, на відміну від віконного кондиціонера, спліт-система складається не з одного блока, а з двох. Завдяки цьому найбільш шумний вузол кондиціонера – компресор – можна винести на вулицю. При всьому різноманітті спліт-системи можна поділити за типом внутрішнього устрою, який буває настінним, підлогово-стельовим, касетним, каналним або колонним. При цьому зовнішні блоки цих спліт-систем виглядають однаково (рис. 6.2).



Рисунок 6.2– Загальний вигляд спліт-системи

Головна перевага спліт-систем в тому, що вони не прив'язані до віконного отвору. Різноманіття внутрішніх блоків дозволяє розташувати джерело холоду в будь-якому зручному місці: на стіні, на підлозі і навіть за підвісною стелею. На сьогодні це найбільш популярний в світі тип кліматичного обладнання, домінуючий на ринках Європи, Австралії, Японії, Китаю й більшості азіатських країн.

Спліт-системи каналного типу

Обладнання цього класу часто виділяють в окрему групу із-за цілої низки конструктивних особливостей. Внутрішній блок такого кондиціонера знаходиться над підвісною стелею і розподіляє охолоджене повітря мережею повітроводів. Тобто в певному значенні простежується схожість з роботою центрального кондиціонера. До того ж більшість каналних кондиціонерів допускають можливість підмішування свіжого повітря в межах 10% від об'єму, що пропускається. За достатньої потужності охолодження і хорошого тиску вентилятора внутрішнього блока ця мережа може охоплювати відразу декілька приміщень (рис. 6.3), але для цього необхідна підвісна стеля.

На відміну від спліт-систем інших типів, установка спліт-системи каналного типу вимагає серйозного проектного опрацювання.

Необхідно акуратно розрахувати перетин повітроводів, інакше в одній кімнаті буде холодно, а в іншій спекотно.



Рисунок 6.3 – Загальний вигляд спліт-системи каналного типу

Мультиспліт-системи

Так називають спліт-системи, у яких із одним зовнішнім блоком працює більше одного внутрішнього. Вартість мультиспліт-системи рідко нижча, ніж аналогічної за потужністю й кількістю внутрішніх блоків комбінація моноспліт-систем (рис. 6.4). Мультиспліт-система з 3–7 внутрішніми блоками майже завжди дорожче, комбінації 3 –7 окремо взятих кондиціонерів. Проте головна перевага мультиспліт-систем –не ціна. Їх використання дозволяє зменшити кількість зовнішніх блоків (для яких ще треба знайти місце).



Рисунок 6.4 – Загальний вигляд мультиспліт-системи

Останнім часом найбільш популярні мультиспліт-системи «конструктори». У таких кондиціонерах із одним зовнішнім блоком може працювати кілька десятків комбінацій внутрішніх. Вони можуть бути не тільки настінними, але і касетними, каналними, підлогово-стельовими. Це дозволяє підібрати комбінацію внутрішніх блоків, ідеально відповідну саме вашому житлу.

VRF-системи

Останніми роками стало модним кондиціонувати елітні квартири й котеджі за допомогою VRF-систем. Подібно до спліт- і мультиспліт-систем вони складаються із зовнішніх і внутрішніх блоків, проте, завдяки технічним

можливостям, їх все частіше відносять до систем центрального кондиціонування. Адже вони дозволяють створювати комфорт відразу в 4–48 приміщеннях загальною площею від 100 до 1000 квадратних метрів, вирішуючи проблеми вентиляції та кондиціонування повітря в комплексі (рис. 6.5).

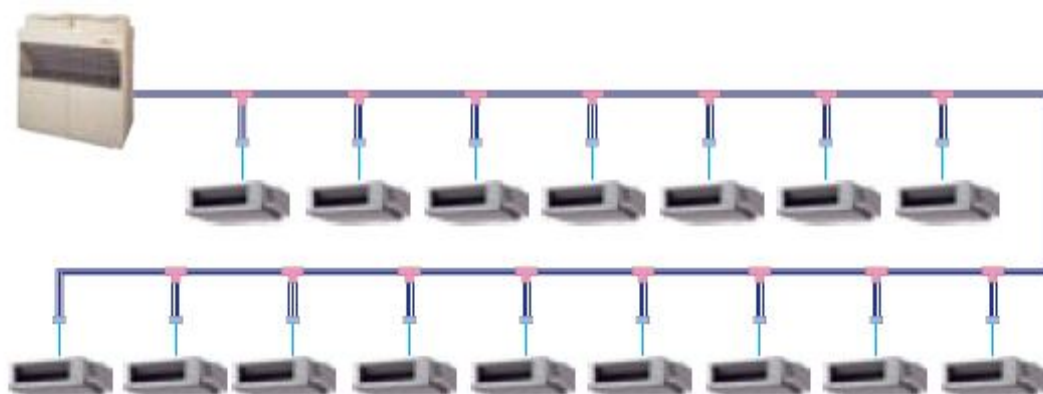


Рисунок 6.5 – Загальний вигляд VRF-системи

Важливою перевагою систем типу VRF є різноманітність внутрішніх блоків. Вони можуть бути настінними, касетними, каналними, підстельовими, підлоговими, що дає можливість ефективно охолоджувати приміщення будь-якого планування, не пошкоджуючи існуючі інтер'єри. А дуже великі відстані між внутрішніми й зовнішніми блоками (до 100 метрів) дозволяють непомітно заховати останні. До того ж такі системи довговічні й економічні. Вони розраховані на експлуатацію протягом 20–25 років на відміну від 6–8 у побутових спліт-систем, а за здатністю зберігати електроенергію їм взагалі немає рівних. Вони витрачають не більше 37 Вт на квадратний метр обслуговуваної площі, що на 20...40 відсотків нижче, ніж інші кондиціонери. Але особливо велика економія досягається, якщо частина внутрішніх блоків працює на холод, а інша – на тепло. Розумна система просто перенесе надлишки тепла з одного приміщення в інше, удвічі скоротивши споживану потужність.

Мобільні кондиціонери

Під цим поняттям об'єднують два види систем: мобільні спліт-системи і мобільні моноблоки. Перші нагадують звичайні спліт-системи, за винятком того, що компресор у них знаходиться у внутрішньому блоці (а тому дуже шумить). При цьому зовнішній блок, пов'язаний із внутрішнім устроєм гнучким трубопроводом, просто вивішується за вікно.

Другий тип є моноблочною конструкцією, схожою на великий пилосос. Він охолоджує приміщення, скидаючи надлишки тепла через товстий шланг, який необхідно вивести у вікно або за двері. Для цього роблять спеціальні отвори в рамах, оскільки прочинені вікна і квартирки дозволяють теплову повітря проходить всередину і зводити роботи кондиціонера нанівець.

Перевага у мобільних кондиціонерів тільки одна – вони легко встановлюються й демонтуються, а тому підходять для тих, хто часто змінює

житло або бере кондиціонер із собою на дачу. Для того, щоб в теплий день було прохолодно, кондиціонер повинен працювати постійно.

6.4. Принцип роботи кондиціонера

Основна функція кондиціонера – це **охолодження повітря**, усередині приміщення. Охолодження відбувається за рахунок поглинання тепла під час кипіння рідини.

Температура кипіння рідини залежить від тиску навколишнього середовища. Чим нижче цей тиск, тим нижча температура кипіння. Наприклад, загальновідомо, що вода закипає за температури 100°C . Але це відбувається лише за нормального атмосферного тиску (760 мм рт. ст.). За підвищення тиску температура кипіння зростає, а за його зниження (наприклад, високо в горах) вода закипить за температури, набагато нижчій 100°C . У середньому за зміни тиску на 27 мм рт. ст. температура кипіння зміниться на 1°C . Різні рідини киплять за різних температур навіть за однакового зовнішнього тиску. Наприклад, рідкий азот кипить за температури близько мінус 77°C , а фреон R-22, що застосовується в холодильній техніці – за температури мінус $40,8^{\circ}\text{C}$ (за нормального атмосферного тиску).

Теплота паротворення

Під час випаровування рідини теплота поглинається з навколишнього середовища. За конденсації пари тепло, навпаки, виділяється. Теплота паротворення рідин дуже велика. Наприклад, енергія, необхідна для випаровування 1 г води за температури 100°C (539 калорій/г), значно більше енергії, необхідної для нагрівання цієї води від 0 до 100°C (100 калорій/г). Якщо рідкий фреон помістити у відкриту посудину (з нормальним атмосферним тиском і кімнатною температурою), то він відразу ж скипить, поглинаючи при цьому велику кількість тепла з навколишнього середовища. Це явище і використовується в холодильній машині. Тільки в ній фреон перетворюється на пару в спеціальному відділенні – випарнику. Трубки випарника обдуваються потоком повітря. Киплячий фреон поглинає тепло з цього повітряного потоку, охолоджуючи його. Але в холодильній машині неможливо тільки випаровувати фреон, поглинаючи тепло. Адже тоді в ній утвориться велика кількість пари й буде потрібно підводити рідкий фреон постійно. Тому в холодильній машині проводиться і зворотний процес конденсації – перетворення пари на рідину. Під час конденсації будь-якої рідини виділяється тепло, що потім надходить у навколишнє середовище. Температура конденсації, як і температура кипіння, залежить від зовнішнього тиску. За підвищеного тиску конденсація може відбуватися за досить високих температур. Приміром, фреон R-22 починає конденсуватися за $+55^{\circ}\text{C}$, якщо знаходиться під тиском 23 атмосфери.

Холодильний цикл

У холодильній машині фреон конденсується в спеціальному відділенні – конденсаторі. Тепло, що виділилося під час конденсації, видаляється потоком охолоджувальної рідини або повітря. Оскільки холодильна машина повинна

працювати безупинно, то у випарник повинний постійно надходити рідкий фреон, а в конденсатор – його пари. Цей процес циклічний, обмежена кількість фреону циркулює холодильною машиною, випаровуючись і конденсуючись. Схема холодильних процесів та холодильний цикл кімнатного кондиціонера представлені на рис. 6.6, 6.7.

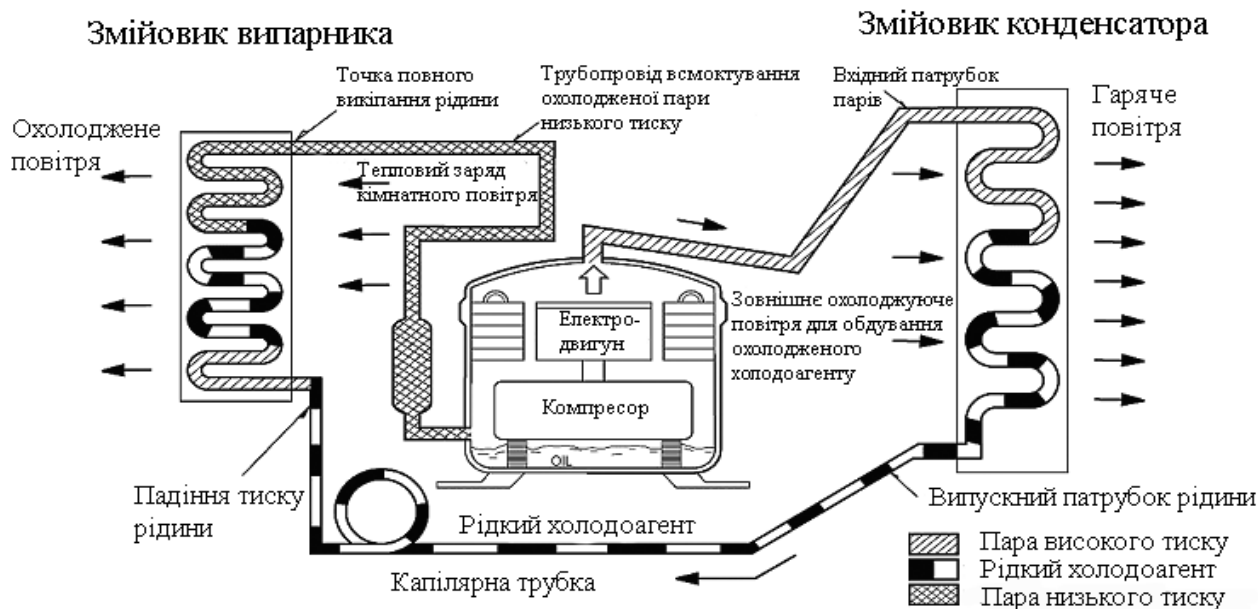


Рисунок 6.6 – Схема холодильних процесів кімнатного кондиціонера

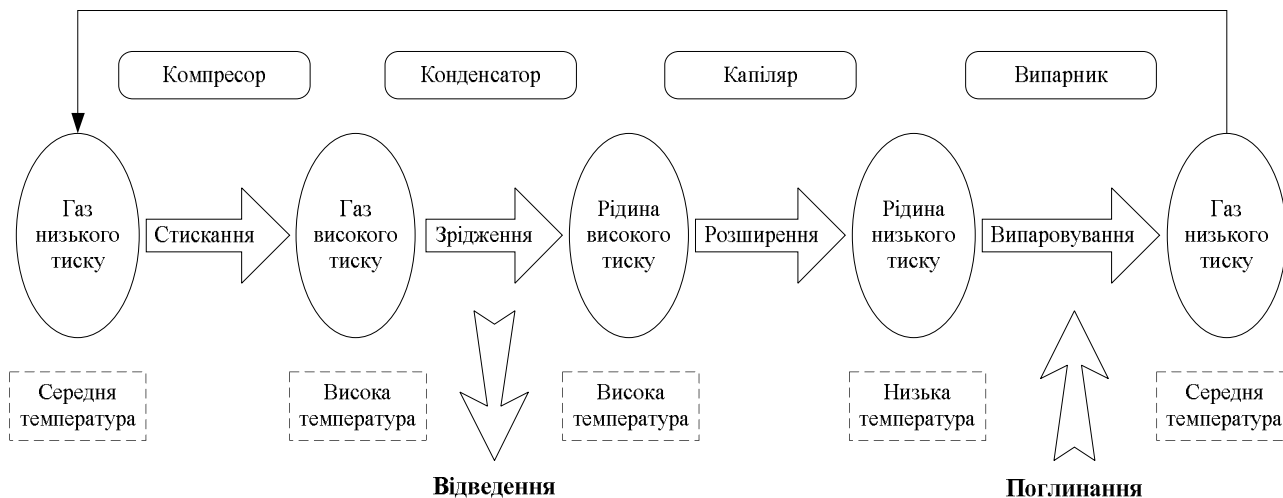


Рисунок 6.7 – Цикл роботи кімнатного кондиціонера

Розглянемо роль кожної фази циклу.

Стиснення

Випарений газоподібний холодоагент надходить у компресор трубопроводом усмоктування, а потім стискується компресором і перетворюється на газ високої температури і високого тиску, що здатний перетворюватися в рідину за кімнатної температури.

Зрідження.

Газ високої температури й високого тиску з компресора охолоджується повітрям у конденсаторі та зріджується теплом конденсації.

Розширення

Проходячи через капілярну трубку, холодоагент високого тиску, зріджений у конденсаторі, переходить у стан низького тиску, у якому він легко може випаровуватися.

Випаровування

Рідкий холодоагент низької температури й низького тиску проходить через капілярну трубку, поглинає тепло з навколишнього повітря у випарнику і переходить у газоподібний стан.

Ентальпія холодоагенту

Цикл, що відбувається в холодильній машині, зручно зображувати графічно. На діаграмі (рис. 6.8) показано співвідношення тиску та тепломісткості (ентальпії) холодоагенту.

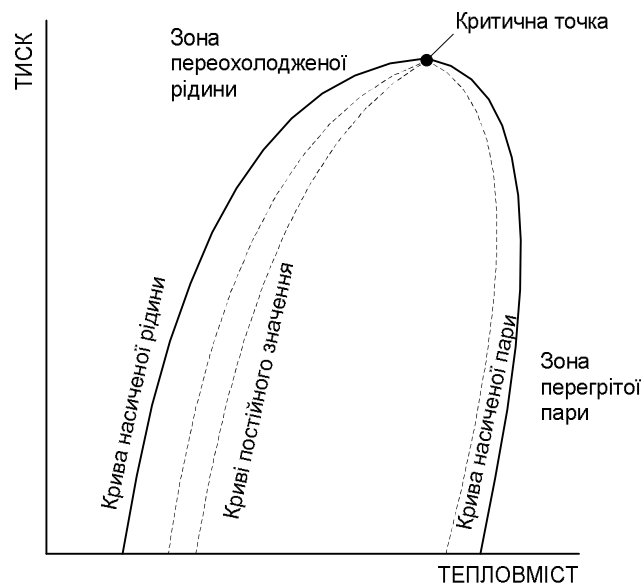


Рисунок 6.8 – Співвідношення тиску та тепломісткості (ентальпії) холодоагенту

Ентальпія – це функція стану, збільшення якої під час процесу з постійним тиском дорівнює теплоті, отриманій системою. На діаграмі показана крива насичення холодоагенту. Ліва область кривої відповідає насиченій рідині. Права частина відповідає насиченій парі. У критичній точці області криві з'єднуються, і речовина може знаходитися як у рідкому, так і в газоподібному стані. У середині кривої – зона, що відповідає суміші пари й рідини. Ліворуч від кривої (в області меншої ентальпії) – переохолоджена рідина. Праворуч від кривої (в області більшої ентальпії) – перегріта пара. Теоретичний цикл охолодження трохи відрізняється від реального. У дійсності відбуваються втрати тиску на різних етапах перекачування холодоагенту, що знижують ефективність охолодження. Це не враховується в ідеальному циклі.

Теоретичний цикл охолодження представлено на рис. 6.9.

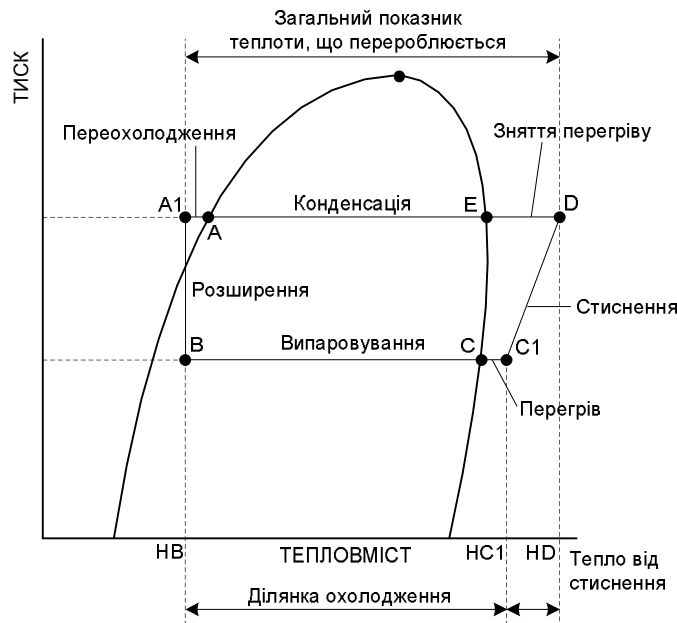


Рисунок 6.9 – Теоретичний цикл охолодження

У компресорі

Холодна насичена пара холодоагенту надходить у компресор холодильної машини (точка CI). У процесі стиснення його тиск і температура підвищуються (точка D). Ентальпія теж підвищується на величину, рівну проекції лінії $CI-D$. На схемі це відрізок $HC1-HD$.

У конденсаторі

Наприкінці циклу стиснення холодоагенту гаряча пара попадає в конденсатор. Тут за постійних температурі й тиску відбувається конденсація, і гаряча пара перетворюється на гарячу рідину. Хоча температура практично постійна, ентальпія зменшується при фазовому переході, а тепло, яке виділяється, відводиться від конденсатора. Цей процес відображається на діаграмі у вигляді відрізка, рівнобіжного горизонтальній осі (тиск постійний). Процес у конденсаторі холодильної машини відбувається в три етапи: зняття перегріву ($D-E$), конденсація ($E-A$) й переохолодження рідини ($A-A1$). Ділянка діаграми $D-A1$ відповідає зміні ентальпії холодоагенту в конденсаторі та показує, яка кількість тепла виділяється під час цього процесу.

Зняття перегріву. Температура пари знижується до температури насичення. Зайве тепло відводиться, але зміна агрегатного стану не відбувається. На цьому етапі знімається близько 10...20% тепла.

Конденсація. На цьому етапі відбувається зміна агрегатного стану холодоагенту. Температура при цьому залишається постійною. Знімається близько 60...80% тепла.

Переохолодження рідини. Рідкий холодоагент охолоджується, при цьому виходить переохолоджена рідина. Агрегатний стан не змінюється. Переохолодження рідини на цьому етапі дозволяє підвищити продуктивність холодильної машини. При постійному рівні енергоспоживання зниження температури на 1 градус підвищує продуктивність холодильної машини на 1%.

У регуляторі потоку

Переохолоджена рідина з параметрами точки $A1$ надходить на регулятор холодильної машини. Він являє собою капілярну трубку або теплорегулювальний розширювальний клапан. У регуляторі відбувається різке зниження тиску. Безпосередньо за регулятором починається кипіння холодоагенту. Параметри суміші пари й рідини відповідають точці B .

У випарнику

Суміш пари й рідини (точка B) попадає у випарник холодильної машини, де поглинає тепло від навколишнього середовища і цілком переходить у пару (точка $C1$). Процес відбувається за постійної температури, але ентальпія при цьому збільшується.

На виході випарника пароподібний холодоагент трохи перегрівається (відрізок $C1-C$), щоб краплі рідини випарувалися цілком. Для цього доводиться збільшувати площу теплообмінної поверхні випарника (на 4...6% на кожен градус перегріву). Звичайно перегрів складає 5...8 градусів, і збільшення площі теплообміну досягає 20%.

У випарнику холодильної машини ентальпія холодоагенту змінюється на величину $HB-HC1$, рівну проекції кривої випаровування на горизонтальну вісь.

На рис. 6.10 показано **реальний цикл охолодження**.

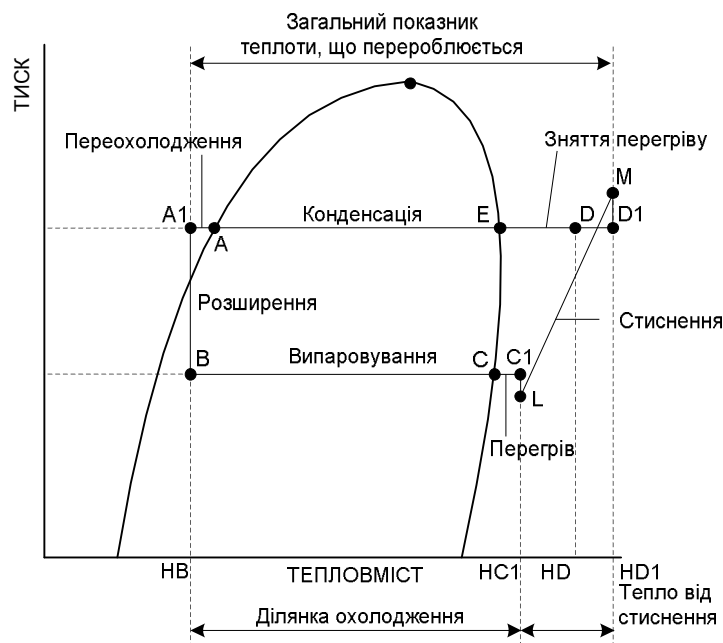


Рисунок 6.10 – Реальний цикл охолодження

Реальний цикл охолодження має деякі відмінності від ідеального. Це відбувається за рахунок утрат тиску, що виникають на лінії усмоктування й нагнітання холодильної машини, а також у клапанах компресора. Тому відображення реального циклу на діаграмі зв'язку тиску й ентальпії трохи інше. Через утрати тиску на вході в компресор усмоктування повинне проходити за тиску, що нижче тиску випаровування (відрізок $C1-L$). Крім того, через утрати тиску на виході компресорові приходить стискати пари холодоагенту до тиску, що вище тиску конденсації ($M-D1$). Таким чином, робота стискування

збільшується. Така компенсація втрат тиску в реальній холодильній машині знижує ефективність циклу.

Крім утрат тиску в трубопроводі є й інші відхилення від ідеального циклу. По-перше, реальне стиснення холодоагенту в компресорі не може бути строго адіабатичним (без підведення й відведення тепла). Тому робота стиснення виявляється вище теоретично розрахованої. По-друге, у компресорі холодильної машини мають місце механічні втрати енергії, що приводить до збільшення необхідної потужності електродвигуна.

Охарактеризуємо ефективність циклу охолодження холодильної машини.

Відображення на діаграмі:

$C1-L$ – утрата тиску під час усмоктування;

$M-D1$ – утрата тиску під час виходу;

$HD-HC1$ – теоретична зміна ентальпії (тепломісткості) за стиснення;

$HD1-HC1$ – реальна зміна ентальпії (тепломісткості) за стиснення;

$C1D$ – теоретичне стиснення;

LM – реальне стиснення.

Для вибору кращого з циклів охолодження необхідно оцінювати їхню ефективність. Звичайно показником ефективності циклу холодильної машини служить ККД або коефіцієнт термічної (термодинамічної) ефективності.

Коефіцієнт термічної ефективності – це відношення зміни ентальпії холодоагенту у випарнику ($HC-HB$) до зміни ентальпії в процесі стиснення ($HD-HC$), або співвідношення **потужності охолодження й електричної потужності**, що споживає компресор холодильної машини.

Наприклад, якщо коефіцієнт термічної ефективності якої-небудь холодильної машини дорівнює 2, то на кожен кВт споживаної електроенергії ця машина виробляє 2 кВт холоду.

6.5. Найбільш поширені системи кондиціонування повітря

На сьогодні майже все кліматичне обладнання поділяється на дві групи: побутові кондиціонери і промислові. Розглянемо побутові кондиціонери. Вони складаються з моноблоків і спліт-систем.

З'ясуємо, що таке спліт-система? **Split** переводиться з англійської як **роздільний** (рис. 6.11). Концепція цього обладнання полягає у винесенні гучних пристроїв і елементів, що відводять тепло, за межі приміщення, яке кондиціонується.

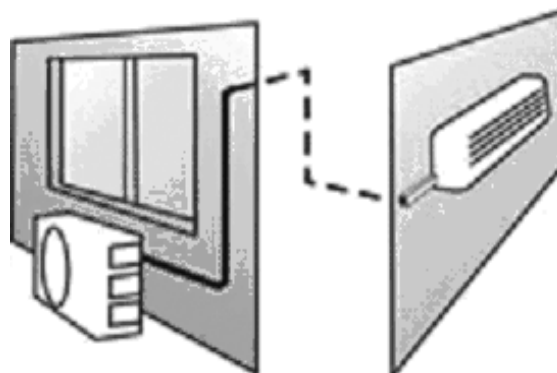


Рисунок 6.11 – Загальний вигляд з'єднання блоків у спліт-системі

Таким чином, є цілий клас кондиціонерів, що складаються з двох блоків, і з'єднаних трубопроводами і кабелями. Зовнішній блок (як правило, виноситься на вулицю, але бувають і виключення) конструктивно майже у всіх спліт-систем однаковий. Внутрішні блоки бувають різного виконання: настінні, підлогові, стельові, касетні, каналні, колонні та ін.

6.5.1. Спліт-системи містять у собі такі види обладнання:

- традиційні спліт-системи з настінними внутрішніми блоками;
- мультиспліт-системи;
- спліт-системи з касетними внутрішніми блоками;
- спліт-системи з каналними внутрішніми блоками;
- спліт-системи зі стельовими внутрішніми блоками;
- спліт-системи з універсальними підлогово-стельовими внутрішніми блоками;
- спліт-системи з внутрішніми блоками колонного типу.

До типу спліт-систем у побутовому діапазоні моделей відноситься головним чином тип внутрішнього блока, тому що принциповий пристрій зовнішніх блоків кондиціонерів спліт-систем побутового діапазону однаковий для всіх типів.

Крім того, усі типи внутрішніх блоків можуть виконувати однаковий набір функцій: охолодження, нагрівання, фільтрація, вентилявання, осушування. По суті будь-який внутрішній блок спліт-системи – це набір з декількох обов'язкових компонентів: теплообмінник випарника, що забирає з повітря тепло в режимі охолодження та віддає в режимі обігріву, вентилятор, корпус, повітряний фільтр і автоматика.

Найпоширеніше рішення – **внутрішній блок настінного виконання**. Такий внутрішній блок мінімально змінює інтер'єр приміщення й дозволяє домогтися оптимального обміну обробленого повітря з неопрацьованим. Для більшості приміщень це найпростіший вихід.

На рис. 6.12 показані два варіанти установки настінного блока: перший – класичний монтаж на стіну, другий – популярний у США і країнах Західної Європи – установка в нішу за вентиляційні решітки.

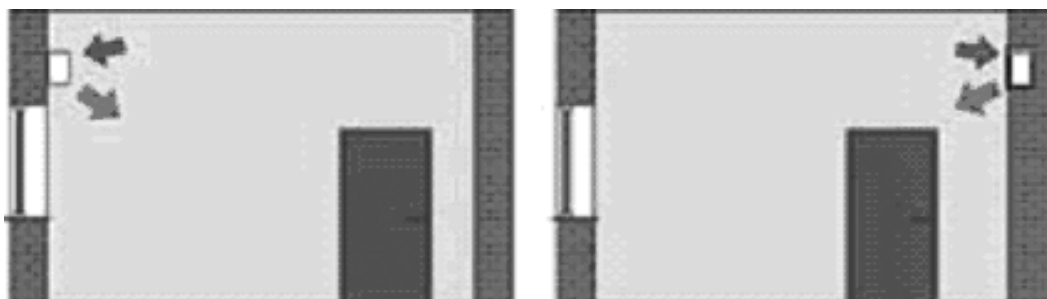


Рисунок 6.12 – Схема монтажу настінного блока

Одним із самих цікавих типів внутрішніх блоків є **каналний**. Але для житлової квартири це рішення застосовне лише у виняткових випадках: або є

можливість опустити стелю на 30 см, або можна відвести під блок і повітроводи необхідний простір за рахунок нестандартних рішень інтер'єра.

На рис. 6.13 показані різні варіанти застосування **канальних внутрішніх блоків**.

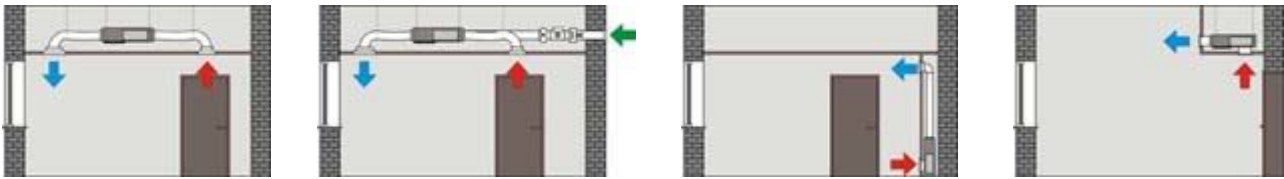


Рисунок 6.13 – Схема монтажу канальних кондиціонерів

Як видно, це досить функціональне обладнання, але в будь-якому випадку установка такої системи вимагає значних зусиль під час монтажу. Одна з головних переваг канальних кондиціонерів полягає в можливості організації подання свіжого повітря разом із обробленим. Для припливу свіжого повітря необхідна приточна система – для того, щоб холодне зимове повітря не потрапило у приміщення.

Тому для того, щоб у приміщенні завжди було комфортно, приточна система відфільтровує вуличне повітря, вентилятор додає напір для подолання опору повітроводів, каналний підігрівник (електричний або водяний) підвищує температуру зимового повітря до комфортних значень, автоматичний клапан перекриває подачу свіжого повітря під час вимикання системи.

Ще один тип кондиціонерів спліт-систем – **кондиціонери касетного типу**, спеціально розроблені для великих приміщень із підвісною стелею – операційних залів банків, офісів, супермаркетів (рис. 6.14а). Вони добре вписуються в інтер'єр приміщення й у багатьох випадках їхнє використання – єдине рішення проблеми кондиціювання приміщення.

Касетні кондиціонери мають продуктивність за холодом і теплом 5...14 кВт. Вони також складаються із зовнішнього і внутрішнього блоків. Внутрішній блок монтується в просторі за підвісною стелею (рис. 6.14б).

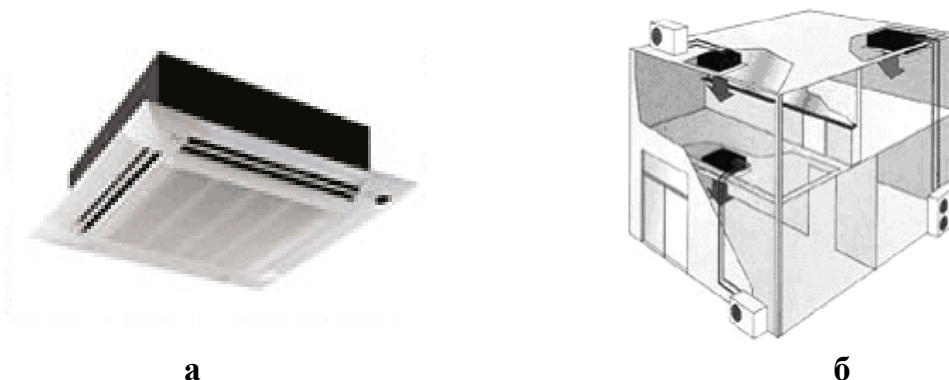


Рисунок 6.14 – Касетний кондиціонер: а – загальний вигляд; б – монтаж внутрішнього блока касетного кондиціонера в приміщенні

Касетні кондиціонери мають такі особливості:

- розподіл повітря по чотирьох напрямках, що забезпечує рівномірний повітрообмін у приміщенні;
- можливість подачі повітря від внутрішнього блока через додаткові вентиляційні решітки.

Спліт-системи касетного типу вбудовуються в підвісну стелю, зовнішній блок знаходиться поза охолоджуваним приміщенням. Рівномірне охолодження/обігрівання приміщення досягаються за рахунок подачі повітря відразу в чотирьох напрямках. Кут нахилу жалюзі встановлюється за допомогою пульта ДУ.

Застосовуються ці системи для приміщень великого обсягу або великих теплонадлишків.

Основні режими й опції:

- охолодження;
- нагрівання;
- вентиляція;
- осушення.

Переваги:

- потужний кондиціонер схованого типу для приміщень із підвісною стелею;
- пульт ДУ: зручне керування й індикація параметрів;
- можливість підмішування свіжого повітря з вулиці.

Усі комунікації між блоками й електромережею звичайно ховаються за підвісною стелею. Дренаж, як правило, виводиться на вулицю або в каналізацію.

Внутрішній блок монтується в просторі за підвісною стелею, при цьому видна тільки декоративна решітка з розмірами, що відповідають стандартному розміру 600x600 мм стельової панелі. Повітря з приміщення забирається через центральну решітку внутрішнього блока, проходить у ньому усі види обробки й далі розподіляється по чотирьох напрямках через регульовані жалюзі, що забезпечує рівномірний повітрообмін у приміщенні.

У касетних кондиціонерах передбачена можливість приєднання повітроводів як для подачі невеликої кількості свіжого повітря (до 10%), так і для розподілу підготовленого повітря через додаткові вентиляційні решітки (рис. 6.15).

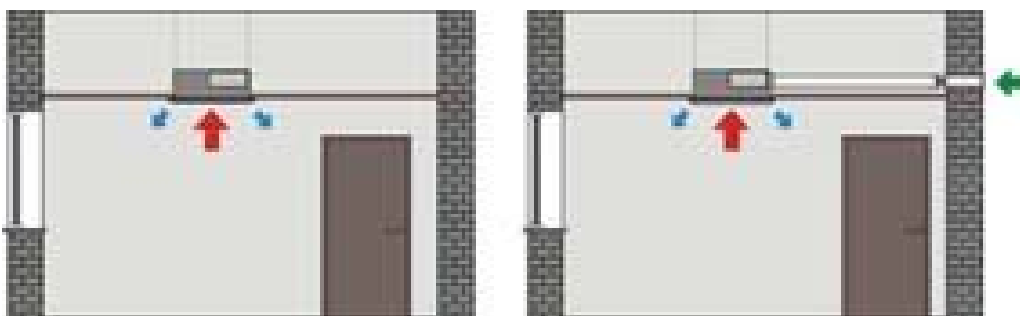


Рисунок 6.15 – Схема руху повітря в касетних кондиціонерах

Для великих приміщень, таких як торговельні зали, дуже зручний так званий **підстельовий внутрішній блок**. Ці кондиціонери мають чималу потужність і здатні продувати оброблене повітря на значні відстані.

Цей внутрішній блок підвішується до стелі (рис. 6.16). Як правило, саме тепле повітря піднімається нагору. Там воно захоплюється в забірний отвір кондиціонера. А охолоджений струмінь пробивається до самої стелі навіть у приміщеннях із дуже високими стелями.

Є кондиціонери універсального типу (**підлогово-стельові**). Це практично ті ж самі підстельові блоки з можливістю підлогового монтажу (рис. 6.17).



Рисунок 6.16 – Схема руху повітря при установці підстельового внутрішнього блока

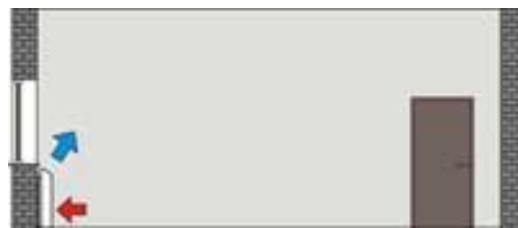


Рисунок 6.17 – Схема руху повітря при установці підлогово-стельового внутрішнього блока

У великих приміщеннях – залах, ресторанах, холах, особливо там, де немає підвісних стель, часто використовуються **кондиціонери колонного типу**. Вони мають велику холодопродуктивність і створюють сильний повітряний потік, що може спочатку подаватися в стельовий простір, а потім рівномірно поширюватися на весь обсяг приміщення. Як правило, такі кондиціонери мають розподільні жалюзі з автоматичним регулюванням напрямку повітряного потоку (рис. 6.18).

Припідлогово-стельові спліт-системи за принципом дії аналогічні настінним кондиціонерам і використовуються в тих випадках, коли небажано встановлювати кондиціонери на стіні (рис. 6.19).

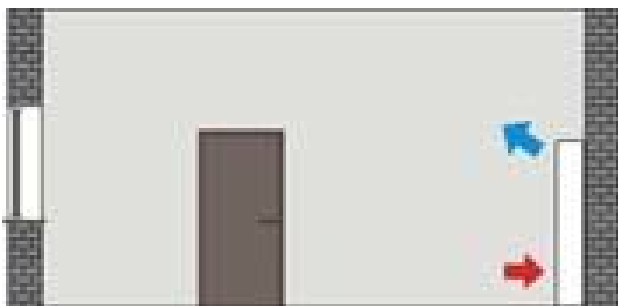


Рисунок 6.18 – Схема руху повітря при установці кондиціонерів колонного типу



Рисунок 6.19 – Зовнішній вигляд припідлогово-стельових спліт-систем

Внутрішній блок має трохи інший зовнішній вигляд і встановлюється на підлозі або під стелею. Пульт керування може бути дистанційним або розташовуватися на самому внутрішньому блоці. У цих моделях холодо/теплопродуктивність звичайно складає 3...8 кВт.

Жалюзі автоматично переміщуються нагору і вниз, розподіляючи повітря всією кімнатою. За допомогою пульта дистанційного керування можна настроїти кут відхилення повітряного потоку.

Відхилення повітряного потоку у вертикальній площині регулюється вручну поворотом жалюзі вправо або вліво. Це дозволяє розподіляти повітря всією кімнатою або сконцентрувати повітряний потік у визначеному напрямку.

Усі комунікації між блоками й електромережею можна сховати в стіні, для цього в ній робиться штроба. Якщо за якихось причин штробити стіну не бажано, усі комунікації убираються в пластиковий декоративний короб. Дренаж, як правило, виводиться на вулицю або в каналізацію.

Спліт-системи колонного типу також складаються із зовнішнього і внутрішнього блоків у вигляді колони (рис. 6.20).



Рисунок 6.20 – Внутрішній блок та схема руху повітря спліт-системи підлогового (колонного) типу

Внутрішні блоки добре виглядають у великих приміщеннях: залах, ресторанах, холах. Керування здійснюється з пульта або з панелі керування на колоні. Холодо/теплопродуктивність складає звичайно 6...14 кВт.

Внутрішній блок встановлюється на підлозі, зовнішній знаходиться поза охолоджуванним приміщенням.

Застосовується для приміщень великого обсягу, де немає підвісної стелі або небажано проводити монтаж на стінах і стелі: холи готелів, магазини, конференц-зали, ресторани, кінотеатри, спеціальні приміщення (серверні кімнати з великими теплонадлишками та ін.).

Основні режими, опції, а також особливості монтажу аналогічні розглянутим моделям.

6.5.2. Мультizonальні системи зі змінюваною витратою холодоагенту (VRF і VRV системи)

Кондиціонер цього типу являє собою мультиспліт-систему з великою (до 30 шт.) кількістю внутрішніх блоків (рис. 6.21).

Такі системи застосовуються для кондиціонування будівель, що мають багато приміщень із різними тепловими навантаженнями, що змінюються на протязі доби.

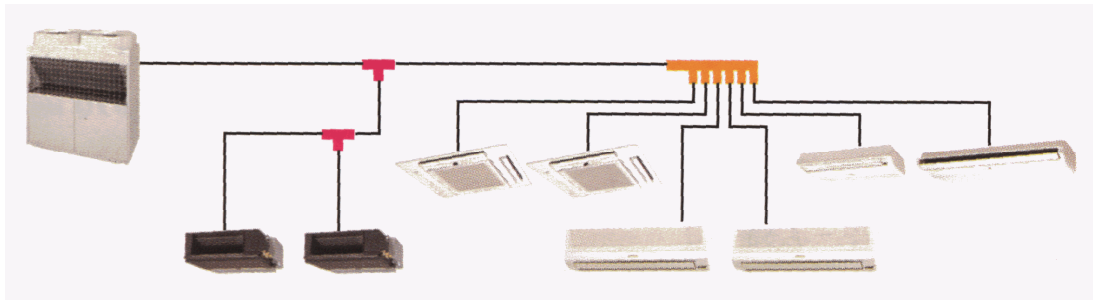


Рисунок 6.21 – Схема мультизональних систем зі змінюваною витратою холодоагенту (VRF і VRV системи)

Складаються з одного зовнішнього і великої кількості внутрішніх блоків, об'єднаних єдиною системою керування за допомогою персонального комп'ютера і загальним розведенням фреонових трубопроводів. Внутрішні блоки можуть бути розташовані від зовнішніх на відстані до 100 метрів, а перепад висот – 50 метрів. Це дозволяє сховати зовнішній блок на даху, у дворі або іншому місці. Внутрішні блоки можуть бути настінними, касетними, каналними, підлогово-стельовими, колонними. Як холодоносії звичайно використовується фреон. Крім того, блоки можуть включатися і працювати незалежно один від одного, причому частина них – у режимі охолодження, а частина – у режимі обігріву.

Переваги:

- гнучкість конструкції;
- низькі експлуатаційні витрати;
- економія місця;
- швидкий монтаж обладнання;
- скорочення часу на проектування системи;
- не вимагає зміцнення конструкції будівлі, для монтажу зовнішнього блока та спеціальної підготовки персоналу.

При всіх своїх перевагах традиційні спліт і мультиспліт-системи мають низку **недоліків**, які помітно обмежують можливості їхнього використання. У першу чергу це невелика довжина міжблочних комунікацій, що звичайно не перевищує 25 метрів, і те, що за такої довжини зменшується потужність кондиціонера на 30%. Інший недолік мультиспліт-систем – обмежена кількість внутрішніх блоків, як правило, від двох до чотирьох. Усе це приводить до того, що для кондиціювання багатьох приміщень треба розміщати зовні (іноді навіть на фасаді) кілька зовнішніх блоків, що можуть псувати архітектуру будівлі.

Донедавна з цієї ситуації був єдиний вихід – установити один центральний (каналний) кондиціонер із подачею охолодженого повітря системою повітроводів, розташованих за підвісною стелею. Крім зменшення корисної висоти кімнат на 15...20 см (діаметр теплоізованих повітроводів), таке технічне рішення мало ще один істотний недолік – регулювати температуру повітря можна було лише у всіх приміщеннях, оскільки один внутрішній блок не дозволяв установити в кожній кімнаті свою температуру. Вихід був знайдений у 1982 році, коли компанія Daikin представила першу у

світі VRV систему кондиціонування. Фактично VRV є поліпшеним варіантом традиційної мультиспліт-системи.

Як і в мультиспліт-системах, до одного зовнішнього блока може бути підключено кілька внутрішніх, проте у VRV їхнє число може досягати декількох десятків.

Як і в деяких мультиспліт-системах, внутрішні блоки VRV можуть бути різних типів (настінний, каналний, касетний та ін.) і мати різну потужність, звичайно від 2 до 25 кВт.

Проте VRV системи мають низку принципівих відмінностей від усіх кондиціонерів, що випускалися раніше.

У звичайних мультиспліт-системах між зовнішнім і кожним із внутрішніх блоків прокладається окрема фреонова траса. У системах VRV усі блоки підключаються до єдиної системи трубопроводів, тобто до загальної траси з двох або трьох мідних труб підключається до 30 внутрішніх і 3 зовнішніх блоків. Таке технічне рішення дозволяє спростити (здешевити та прискорити) монтажні роботи, а так само дає можливість легко розширювати систему в майбутньому.

Максимальна відстань між внутрішнім і зовнішнім блоком (довжина трубопроводу) складає 100 метрів. Перепад висот між зовнішнім і внутрішнім блоком (відстань між блоками по вертикалі) – 50 метрів. Таким чином, стало можливим розміщати зовнішній блок кондиціонера в будь-якому зручному місці – на даху, у підвалі або навіть у декількох десятках метрів від будівлі.

Керування внутрішніми блоками може проводитись як за допомогою індивідуальних бездротових пультів (як і в звичайних мультиспліт-системах), так і за допомогою централізованого пульта керування, що контролює режими роботи усіх внутрішніх блоків і стан системи в цілому. Крім цього, VRV-система може керуватися за допомогою персонального комп'ютера.

Порівняно зі звичайними кондиціонерами внутрішні блоки VRV підтримують задану температуру з більш високою точністю – до $+0,5^{\circ}\text{C}$.

Назва VRV (Variable Refrigerant Volume) переводиться як «перемінний обсяг холодоагенту» і відображає головну відмінність VRV від інших систем кондиціонування – використання загальної системи трубопроводів. У системах VRV кожен внутрішній блок має електронний терморегулювальний клапан, який регулює обсяг холодоагенту, що надходить із загальної траси залежно від теплового навантаження на цей блок. Завдяки цьому система VRV більш рівно підтримує задану температуру, без перепадів, властивих звичайним кондиціонерам, що регулюють температуру повітря шляхом періодичного включення й вимикання.

На сьогодні подібні системи виготовляють також Airwell, Mitsubishi Heavy, Sanyo, Toshiba, Fujitsu General та інші. Оскільки назва VRV є зареєстрованою торговельною маркою компанії Daikin, то для позначення подібних систем інших виробників була обрана назва VRF (Variable Refrigerant Flow) – перемінний потік холодоагенту, що те ж саме, що і VRV (тобто VRF означає клас або тип кондиціонерів). Різниця між VRF-системами різних виробників не дуже значна і визначається кількістю блоків, що підключаються,

максимальною довжиною траси, зручністю керування, надійністю та терміном служби. Багато виробників із маркетингових розумінь дали своїм VRF системам унікальні назви, наприклад, у Sanyo ця система називається ECO-Multi, у Toshiba – MMS.

Далі розглянемо найбільш передові розробки компанії Daikin у цій області – системи VRV Plus, Hi-VRV і Super Multi Plus.

6.5.3. Системи кондиціювання VRV Plus і Hi-VRV

Інверторна система VRV Plus була розроблена для невеликих будівель загальною площею 400...700 м². Ця система дозволяє підключати до загальної системи фреонових трубопроводів до 3 зовнішніх і 30 внутрішніх блоків загальною потужністю до 90 кВт. Використання трьох зовнішніх блоків, один із яких інверторного типу, дозволяє, по-перше, плавно регулювати потужність усієї системи залежно від температури зовнішнього повітря, а по-друге, збільшує надійність – при виході з ладу одного із зовнішніх блоків система не втрачає працездатності. Об'єднавши систему вентиляції HRV з системою кондиціювання VRV Plus і підключивши їх до персонального комп'ютера, ми одержимо інтелектуальну систему керування кліматом Hi-VRV.

Інтелектуальна система Hi-VRV

VRV – зовнішній і внутрішній блоки системи кондиціювання VRV Plus.

HRV – система приточно-витяжної вентиляції з утилізацією тепла (рекуператором), поєднувана в єдине ціле з VRV Plus.

D-BACS – система керування на базі PC комп'ютера для контролю й керування системами вентиляції й кондиціювання.

Для централізованого керування системами VRV Plus і HRV розроблене програмне забезпечення, що працює у Windows і має зручний інтерфейс. Система керування D-BACS дозволяє контролювати і керувати роботою установок VRV, системами вентиляції з регенерацією тепла HRV і іншими виконавчими пристроями. Підключивши всі ці системи до одного комп'ютера, користувач одержує повний контроль над кліматом усередині всієї будівлі.

Розглянемо можливості системи D-BACS:

- загальна кількість керованих блоків VRV і HRV – 256 штук;
- об'єднання внутрішніх блоків у логічні групи для зручності керування;
- індикація стану кожного внутрішнього блока – поточний режим роботи (охолодження/нагрівання/вентиляція/виключена); температура повітря в приміщенні; задана (бажана) температура; мінімально і максимально припустима температура в приміщенні (задається користувачем);
- дозвіл/заборона керування з автономного пульта; стан фільтра (час, що залишився до його чищення або заміни); місце розташування блока (поверх, приміщення, власник); у випадку несправності блока відображається її код;
- індикація стану зовнішніх блоків – режим роботи в даний момент, температура зовнішнього повітря, адреса (розташування) блока;
- завдання режимів роботи внутрішніх блоків – включення/вимикання; установка бажаної температури в приміщенні; дозвіл/заборона керування

блоком із автономного пульта (окремо на включення/вимикання/установку необхідної температури); завдання напрямку повітряного потоку (шість положень) для низької і високої швидкості вентилятора;

- оптимізація роботи системи за допомогою тижневих і щоденних таймерів – задається «запланований» час, до якого повинна бути досягнута задана температура. Програма сама вибирає оптимальний час запуску кондиціонера в кожному приміщенні;

- оптимізація і підрахунок витрат на електроенергію з можливістю завдання денного і нічного тарифів.

Єдиний недолік VRV-систем – висока ціна. Мінімальна вартість обладнання для комплектації повноцінної VRV системи складає 15–20 тисяч доларів. Тому застосовувати VRV для кондиціонування, скажімо, 4–5 кімнатної квартири недоцільно – традиційна система кондиціонування обійдеться в кілька разів дешевше. Для таких невеликих приміщень була розроблена система Super Multi Plus, що має всі переваги VRV, але її ціна як у традиційних систем кондиціонування.

Система кондиціонування Super Multi Plus

У 2001 році компанія Daikin представила нову інверторну VRV-систему, призначену для кондиціонування невеликих офісів і квартир загальною площею 100...150 м². Завдяки продуманій конструкції (однофазне живлення, компактний зовнішній блок із низьким рівнем шуму) і прийнятній ціні вона стала реальною альтернативою традиційним мультиспліт-системам. Система Super Multi Plus (RMX 140J) надає користувачеві такі можливості.

До одного зовнішнього блока, потужністю 14,5 кВт може підключатися до 7 внутрішніх. Внутрішні блоки можуть бути різних типів і мати потужність від 2,5 до 7,1 кВт. Максимальна сумарна довжина трас може досягати 115 м. Система має однофазне живлення (220В) і максимальний споживаний струм не більше 30А. Є можливість повного керування й контролю за допомогою персонального комп'ютера.

Порівняно з VRV Plus ця система має одну особливість. У VRV Plus терморегулювальні вентилялі, що регулюють витрату фреону із загальної траси, вмонтовані у внутрішні блоки. У Super Multi Plus використовуються стандартні внутрішні блоки, а терморегулювальні вентилялі винесені в окремі модулі, так звані ВР-блоки (Branch Provider Unit), до яких підключаються по два або три внутрішніх блоки. За цим же принципом виконані VRF-системи деяких інших виробників. У такого технічного рішення є як переваги, так і недоліки. Недоліком є більш складна конфігурація системи і необхідність розміщення між зовнішнім і внутрішнім блоками додаткового пристрою – ВР-модуля. Перевага – можливість використання стандартних внутрішніх блоків, що мають менші розміри і менший рівень шуму порівняно з блоками VRV-систем (через вмонтовані в останні терморегулювальні вентилялі).

6.5.4. Канальні кондиціонери являють собою спліт-системи зі звичайним зовнішнім канальним внутрішнім блоками. Внутрішній блок канального кондиціонера схожий на металевий ящик з отворами для забору й викиду

повітря, а також зі штуцерами фреонових комунікацій і виходом дренажної труби.

Канальні кондиціонери призначені для схованого монтажу й розподіляють повітря системою повітроводів. У внутрішньому блоці каналного кондиціонера встановлений вентилятор. Його характеристики підбираються під конкретну вентиляційну мережу, тому підбір каналного кондиціонера повинен робити досвідчений проектувальник, щоб не помилитися як з холодопродуктивністю, так і з витратою і напором вентилятора.

Під час роботи каналного кондиціонера важлива не тільки його потужність, тобто здатність охолодити дану площу або зняти визначену кількість теплоприпливів. Важливо, щоб він був здатний прокачувати повітря розгалуженою мережею повітроводів. Під час роботи каналного кондиціонера не повинно бути чути зайвих шумів, що часто виникають при завищених швидкостях у повітроводах.

Унаслідок усього прийнято умовно розділяти каналні кондиціонери на **низьконапірні, середньонапірні й високонапірні**. Низьконапірні кондиціонери призначені для дуже коротких і нерозгалужених повітроводів або для монтажу каналного кондиціонера у фальш-антресолі, як це часто робиться в готелях. При цьому ніяких повітроводів немає взагалі: повітря забирається знизу антресолі через декоративні решітки з фільтром, проходить обробку в блоці й видається через повітророзподільну решітку на торці антресолі. Таке рішення спрощує монтаж і обслуговування кондиціонера, а також дозволяє уникнути установки додаткових сервісних люків.

Середньонапірні каналні кондиціонери застосовуються в разі невеликої довжини мережі, як наприклад, у квартирі або невеликому офісі. Високонапірні блоки встановлюються у великих приміщеннях: магазинах, торгових центрах, офісах, павільйонах.

Під час установки каналного кондиціонера обов'язково треба передбачити можливість обслуговування блока без розбирання панелей стелі. Як правило, це білі люки або інші дизайнерські рішення. Найпростіша процедура очищення фільтрів або усунення протікання холодоагенту в такому випадку не викликає ніяких проблем.

Внутрішній блок каналного кондиціонера невеликої потужності за формою – стиснутий по вертикалі паралелепіпед, висота якого не повинна перевищувати 250...400 мм, щоб блок можна було встановлювати над підвісною стелею (рис. 6.22).

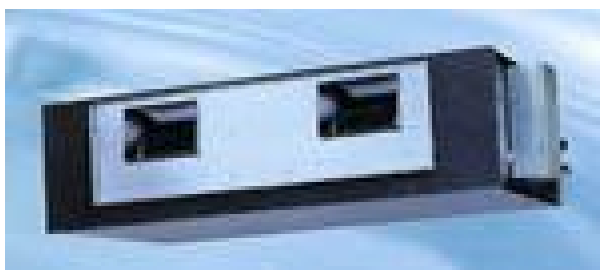


Рисунок 6.22 – Загальний вигляд внутрішніх блоків каналного кондиціонера

Канальний кондиціонер великої потужності в підвісну стелю не вміщується, та й шумить він занадто сильно (через свою потужність). Тому внутрішній блок промислового каналного кондиціонера розташовується в підсобному приміщенні. Канальні кондиціонери промислових діапазонів потужності (більш 25...30 кВт) часто використовують як центральний кондиціонер. Він обробляє не тільки рециркуляційне повітря, але і зовнішнє, свіже повітря, яке пройшло необхідну обробку.

Внутрішній блок каналного кондиціонера прокачує значну кількість повітря, тому за його охолодження створюється значна кількість конденсату – звичайної дистильованої води, яку потрібно видаляти спеціальним дренажним насосом. Дуже добре, якщо в каналний кондиціонер такий насос вже вмонтований, а для зручності правильної установки в підвісну стелю важливо, щоб у насоса була гарна висота підйому. Часто зустрічається висота підйому 70 см, цього досить, щоб зручно розташувати трубку видалення конденсату серед усіляких труб і комунікацій, що розташовані над підвісною стелею.

Зовнішній блок каналного кондиціонера має звичайну для кондиціонера спліт-типу конструкцію (рис. 6.23). Дуже часто фірма-виробник випускає напівпромислові кондиціонери (каналні, касетні, підлогово-стелеві) зі стандартизованим для всіх типів зовнішнім блоком. Тобто, наприклад, для каналного, касетного, підлогово-стелевого внутрішніх блоків потужністю 48000 БТЕ/год використовуються однакові зовнішні блоки).



Рисунок 6.23 – Зовнішній блок каналного кондиціонера

Внутрішній і зовнішній блоки каналного кондиціонера часто знаходяться на великій відстані, буває зручно установити блоки зі значним перепадом висот – зовнішній блок на вулиці на рівні землі (або, навпаки, на рівні технічного поверху/даху), а внутрішній – на будь-якому поверсі. Тому великими перевагами конкретної моделі каналного кондиціонера є великий максимальний перепад висот (~30 м) і велика максимальна довжина фреонового трубопроводу (~50 м)

Застосовуються каналні кондиціонери в офісах, магазинах, адміністративних будівлях; там, де потрібно кондиціонувати приміщення, не порушуючи інтер'єра; де є підвісна стеля, щоб розташувати припливні й витяжні повітроводи і, можливо, внутрішній блок каналного кондиціонера.

Установка каналного кондиціонера – справа досить складна та вимагає високої кваліфікації монтажників, практично такої ж, як під час установки систем центрального кондиціонування

6.5.5. Моноблочні кондиціонери

До моноблочних кондиціонерів належать віконні та мобільні кондиціонери.

Віконний кондиціонер – моноблочний кондиціонер, що монтується у віконний проріз або тонку стіну (рис. 6.24). Порівняно зі спліт-системами віконник має низку недоліків, серед яких більш високий рівень шуму й неможливість вибору місця установлення. Крім того, він погіршує освітленість приміщення. Проте завдяки низьким цінам, віконні кондиціонери як і раніше мають попит. На Україні віконники використовуються в основному для кондиціонування вуличних торговельних павільйонів і державних закладів.



Рисунок 6.24 – Зовнішній вигляд віконного кондиціонера

Моноблочний кондиціонер, що монтується у віконний проріз або тонку стіну, здійснює охолодження, осушення, грубе очищення повітря. Деякі моделі нагрівають і підмішують повітря з вулиці (або його витяжку).

Серед **переваг** низька ціна і простота установки. До того ж більшість з них здатні здійснювати часткову витяжку повітря, що пропускається через апарат. У цьому випадку приплив свіжого повітря в приміщення відбувається через нещільності в дверях і вікнах.

До **недоліків** варто віднести високий рівень шуму й неможливість обирати місце установлення. Регулювання температури, тим більше її установлення неможливі (здійснюється тільки регулювання потужності кондиціонера). Установлюючи віконний кондиціонер, потрібно пам'ятати, що на відстані півтора-два метри від нього в напрямку викиду холодного (нагрітого) повітря краще не сидати.

Для монтажу віконного кондиціонера не потрібно спеціальних навичок і інструментів. Головне – уникнути перекосу та не залишати щілин між корпусом кондиціонера і віконною рамою.

Основні правила експлуатації віконного кондиціонера:

– кондиціонер не можна загороджувати щільними шторами або жалюзі. У цьому випадку кондиціонер буде створювати комфорт не в приміщенні, а в просторі між вікном і шторами;

– вибираючи віконний кондиціонер, необхідно упевнитися, що його ширина менше ширини вікна;

– під час монтажу в склопакети отвір для кондиціонера необхідно робити заздалегідь під час виготовлення вікон. Якщо у будинку або офісі уже встановлені вітражі або склопакети в рамах із ПВХ або алюмінію, монтаж віконного кондиціонера може стати коштувати дуже дорого. До того ж, у цьому випадку кондиціонер не зможе працювати на витяжку;

– за значної ширини міжрамного простору (наприклад вітрини) установа віконного кондиціонера може бути дорогим. Також у випадку заскління великої площі, або за значної товщини скла.

Мобільні підлогові кондиціонери являють собою моноблочну установку, здатну охолоджувати повітря в приміщенні і викидати тепло разом із гарячим повітрям на вулицю (рис. 6.25). Гаряче повітря відводиться через гнучкий пластиковий повітровід діаметром близько 150 мм і довжиною біля двох метрів. Мобільні кондиціонери оснащуються коліщатами для полегшення транспортування в межах квартири або офісу. Вага одного агрегату близько 40 кг .



Рисунок 6.25 – Зовнішній вигляд мобільних кондиціонерів

Сьогодні на ринку пропонуються мобільні кондиціонери різних марок: AEG, Jax, Ballu, Bork, Polaris, Polar Bear та інші.

Мобільні кондиціонери мають два отвори для забору повітря і два випускних. На рис. 6.26 видно, як у нижній частині задньої стінки кондиціонера повітря з приміщення забирається для охолодження конденсатора (гарячого теплообмінника).

Проходячи через теплообмінник, повітря нагрівається й викидається в гнучкий повітровід. Таким чином кондиціонер викидає зайве тепло на вулицю або в сусіднє приміщення.

Другий отвір для забору повітря знаходиться у верхній частині задньої стінки мобільного кондиціонера. За отвором є рамка з фільтром грубого очищення, що уловлює великі частини пилу. Повітря забирається, проходить через холодний теплообмінник (випарник) і, охоложене, подається в приміщення через дифузор із напрямними жалюзі.

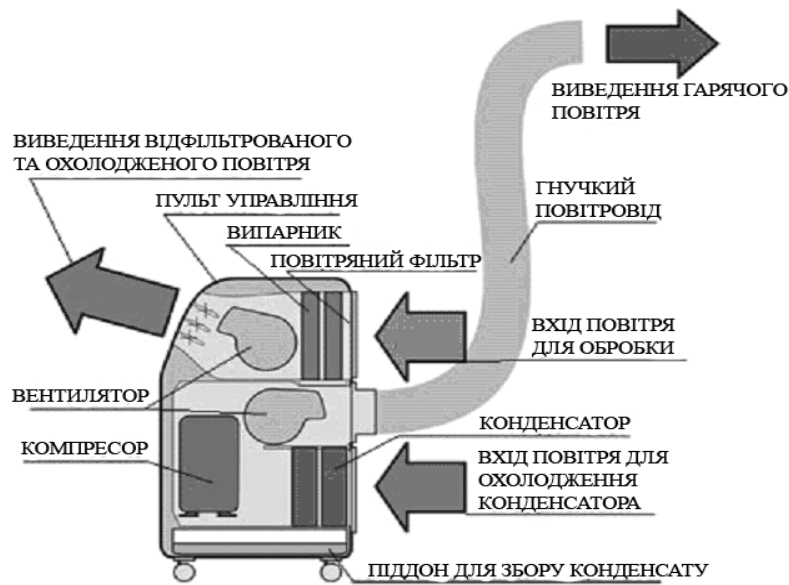


Рисунок 6.26 – Схема руху повітря в мобільному кондиціонері

6.5.6. Промислові кондиціонери

До промислових кондиціонерів належать кондиціонери великої потужності, що використовуються для охолодження великих площ (від 100 м² і більше), у тому числі для централізованого кондиціонування цілих будівель.

Центральні кондиціонери, що знайшли саме широке застосування для комфортного та технологічного кондиціонування, являють собою неавтономні кондиціонери, до яких ззовні підведено холод (холодна вода або незамерзаюча рідина), тепло (гаряча вода або пара) і електроенергія для привода вентиляторів, насосів, запірно-регулювальних апаратів на повітряних і рідинних комунікаціях тощо (рис. 6.27).



Рисунок 6.27 – Фрагмент центрального кондиціонера

Центральні кондиціонери призначені для обслуговування декількох приміщень або одного великого приміщення (ціла будівля, театральний зал, закритий стадіон, виробничий цех).

Центральний кондиціонер – це набір різних модулів. Частина з них самостійно обробляє повітря, частина функціонує за допомогою інших компонентів системи кондиціонування. Склад модулів підбирається відповідно до вимог.

Секція охолодження являє собою водяний або фреоновий теплообмінник-повітроохолоджувач, виготовлений із мідних трубок з

алюмінієвими ребрами. Як холодоагент може використовуватися охолоджена вода, суміш води і гліколю, фреон. Холодоагент залежно від типу робочого середовища може надходити від чилера, градирні, артезіанської свердловини або компресорно-конденсаторного блока.

Секція нагрівання. Використовується гаряча вода, що надходить із чилера, локальної котельні, центрального опалення) або електричні тенти.

Секція зволоження. Зволоження повітря в цій секції відбувається або за контакту повітря з крапельками води, що розпоршуються форсунками, (зрошувальна камера), або за змішування повітря із сухою перегрітою водяною парою (парогенератор).

Секція фільтрації. У разі необхідності забезпечення фільтрації підвищеної якості в компонування кондиціонера можуть бути включені дві секції: первинної і вторинної фільтрації. Фільтри розміщуються в тих частинах кондиціонера, через які проходить все оброблюване повітря, і так, щоб захистити від пилу більше секцій кондиціонера. Можлива комплектація фільтрами класу від EU3 (видалення пилу) до EU12 («абсолютний» фільтр).

Секція шумоглушіння призначена для зниження рівня шуму, створюваного центральним кондиціонером (вмонтованими вентиляторами, насосами, потоками робочих середовищ тощо). У середині секції шумоглушіння закріплені звукопоглинальні пластини, що виготовляються, наприклад, із декількох шарів мінеральної вати спеціально підібраної щільності.

Вентиляторна секція призначена для забору повітря в центральний кондиціонер і його подачі в приміщення, що обслуговуються. У кондиціонерах застосовуються радіальні вентилятори одnobічного та двостороннього усмоктування низького й середнього тиску.

Теплоутилізатори застосовуються для економії тепла шляхом використання теплових вторинних ресурсів, таких як тепле повітря, що видаляється системами загальнообмінної вентиляції кондиціонування повітря, коли рециркуляція повітря неможлива; тепло і холод технологічних установок, придатні для вентиляції і кондиціонування. Для використання тепла, що видаляється з приміщення застосовуються теплоутилізатори, що поділяються на три типи: перехресні (рекуперативні) теплообмінники, (регенеративні) теплообмінники, система з проміжним теплоносієм, що складається з двох теплообмінників.

На рис. 6.28 представлені приклади системи з утилізацією теплоти та приточної системи зі зволоженням.

Переваги:

- гнучкість конфігурації;
- приточно-витяжна вентиляція;
- економія енергії за рахунок використання рекуперації;
- система вентиляції, кондиціонування й опалення сполучені;
- як сам кондиціонер, так і охолоджувальний пристрій розташовуються в підсобному приміщенні і не псують вигляд будівлі;

- немає внутрішніх блоків у кожному приміщенні, повітря подається системою повітроводів;
- немає надмірно охолоджених/нагрітих локальних зон, тому що оброблене повітря рівномірно розподіляється через приточні дифузори.

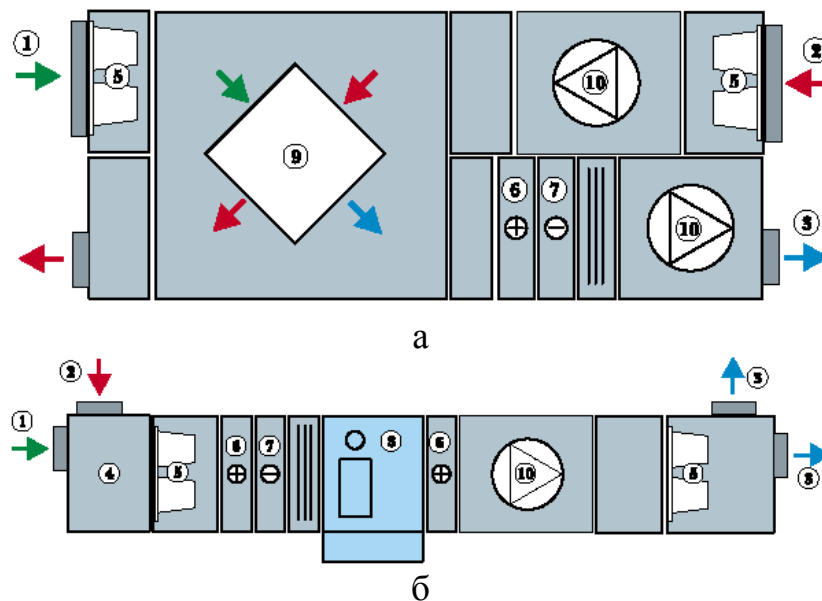


Рисунок 6.28 – Приклад: а – система з утилізацією тепла; б – приточна система зі зволоженням: 1 – забір повітря з вулиці; 2 – забір повітря з приміщення; 3 – подання обробленого повітря в приміщення; 4 – клапани змішувальної камери; 5 – секція фільтрації; 6 – секція обігріву; 7 – секція охолодження; 8 – секція зволоження; 9 – секція рекуперації; 10 – секція вентилятора

6.5.7. *Шафові кондиціонери* являють собою закінчений моноблок, призначений для встановлення в приміщенні, де необхідно цілодобово і щодня регулювати температуру і чистоту повітря (рис. 6.29). Вони застосовуються для охолодження повітря в серверних, виробничих приміщеннях, де не пред'являються підвищені вимоги до рівня шуму, габаритних розмірів і зовнішнього вигляду кондиціонера. Холодильна потужність шафових кондиціонерів складає від 5 до 100 кВт.



Рисунок 6.29 – Зовнішній вигляд шафового кондиціонера

Шафові кондиціонери виконуються як з повітряним, так і з водяним охолодженням конденсатора. Кондиціонери з повітряним охолодженням можуть виконуватися у вигляді моноблока, де всі елементи (конденсатор, випарник, компресор, вентилятор) розташовані в одному корпусі, з виносним конденсатором, а також із виносним конденсаторним блоком (спліт-система).

Шафові кондиціонери з водяним охолодженням конденсатора виконуються у вигляді моноблока, де всі елементи об'єднані в одному корпусі. У цих кондиціонерах немає режиму теплового насоса, але режим обігріву може забезпечуватися за умови використання вмонтованих електронагрівників. Вони простіше за конструкцією, більш мобільні, тому що можуть встановлюватися в будь-якому місці приміщення, куди можна підвести воду. Ці кондиціонери мають меншу вартість порівняно з шафовими кондиціонерами з повітряним охолодженням. Температура зовнішнього повітря не впливає на роботу таких кондиціонерів, оскільки конденсатор знаходиться усередині приміщення. Основна проблема у випадку застосування шафових кондиціонерів із водяним охолодженням – необхідність використання системи оборотного водопостачання (системи охолодження води, що циркулює через гарячий теплообмінник).

Моноблочні шафові кондиціонери з повітряним охолодженням конденсатора включають усі необхідні елементи і являють собою компресорно-конденсаторну і випарну секції, об'єднані в єдиному корпусі (моноблочі). Повітря для охолодження конденсатора подається повітроводом або безпосередньо через отвір у стіні й викидається на вулицю вмонтованим відцентровим вентилятором. Ці кондиціонери використовуються там, де не можна підвести воду. Моноблоки цілком збираються і проходять тестування на заводі-виготовлювачі, так що для початку їхньої експлуатації необхідно тільки забезпечити електричне підключення та дренаж конденсату.

Шафові кондиціонери з виносним конденсатором застосовуються у випадку, якщо необхідно кондиціонувати приміщення, що не має зовнішньої стіни, коли неможливо організувати приплив повітря для охолодження конденсатора. У внутрішньому блоці розташовані компресор, випарник, терморегулювальний вентиль, відцентровий вентилятор і вся система автоматики. Виносний конденсатор встановлюється зовні (на вулиці) і з'єднується з кондиціонером трубопроводами й електричним кабелем. Залежно від моделі виносного конденсатора кондиціонер може працювати за температури зовнішнього повітря до мінус 35°C.

Шафові кондиціонери з виносним конденсаторним блоком. У конденсаторній секції, встановлюваній в будь-якому підсобному приміщенні, знаходяться компресор і конденсатор. У випарній секції, установленій безпосередньо в приміщенні, яке кондиціонується, розташовуються випарник, терморегулювальний клапан, вмонтований пульт керування й автоматика.

В усіх розглянутих моделях кондиціонерів подача підготовленого повітря проводиться відцентровим вентилятором нагору (верхня роздача) або вниз (нижня роздача). Забір повітря з приміщення також може бути організований знизу, зверху або через передню або бічну решітку.

6.5.8. *Прецизійні кондиціонери* являють собою різновид шафових кондиціонерів (рис. 6.30). Вони обладнані різними типами мікропроцесорного керування та здатні підтримувати в приміщенні не тільки точні параметри за температурою, але і за вологістю.



Рисунок 6.30 – Зовнішній вигляд прецизійного кондиціонера

Такі кондиціонери застосовуються в приміщеннях, де разом із кондиціонуванням повітря необхідно регулювати вологість: у музеях, комп'ютерних залах, на телефонних станціях, у фармацевтичних лабораторіях, у виробничих і складських приміщеннях.

Прецизійні кондиціонери мають відмітні характеристики:

- точність контролю й підтримання температури ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) і вологості ($\pm 2\%$);
- надійність роботи за безперервної експлуатації;
- можливість роботи в широкому діапазоні температур зовнішнього повітря (до мінус 35°C);
- повна сумісність із системами диспетчерського контролю й системами керування мікрокліматом будівлі.

Деякі технологічні процеси пред'являють дуже високі вимоги до параметрів повітряного середовища. Прецизійні кондиціонери дозволяють із великою точністю підтримувати одночасно температуру й вологість повітря. На рис. 6.31 зображений кондиціонер із внутрішнім блоком шафового типу, встановленим у спеціальному технічному приміщенні.

Конструкція фальш-підлоги дозволила прокласти мережу повітроводів у підлозі і здійснити подачу обробленого повітря безпосередньо під стійки технологічного обладнання. Рециркуляційне повітря забирається з верхньої зони приміщення і також мережею повітроводів надходить на обробку у внутрішній блок кондиціонера.

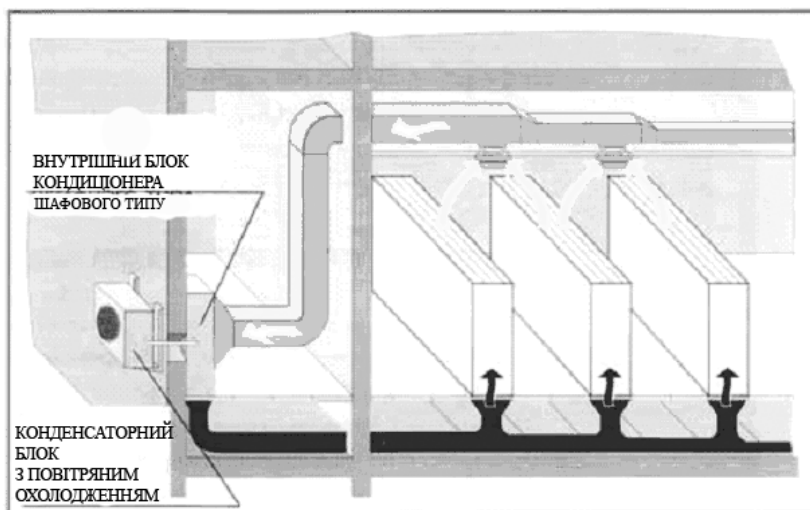


Рисунок 6.31 – Схема руху повітря в прецизійному кондиціонері

6.5.9. *Дахові кондиціонери* являють собою холодильну машину, конструктивно виконану у вигляді моноблока, призначеного для установки на плоских покрівлях будівель. Якщо дах має нахил, то кондиціонер установлюється на спеціальних рамах (рис. 6.32).



Рисунок 6.32 – Зовнішній вигляд дахового кондиціонера

Свіже повітря забирається з вулиці через забірні решітки кондиціонера. Рециркуляційне повітря забирається з приміщення системою повітроводів і подається в камеру, де змішується зі свіжим повітрям. Необхідне співвідношення свіжого й рециркуляційного повітря забезпечується зміною положення заслінок.

Зі змішувальної камери повітря проходить через фільтр і подається до теплообмінника (випарника або конденсатора) холодильної машини, де охолоджується або нагрівається. Для підігріву повітря в кондиціонер може вмонтовуватися додатковий електричний або водяний нагрівач. Після теплообмінників повітря з необхідною температурою подається відцентровим вентилятором у систему розподільних повітроводів. Повітря для охолодження конденсатора холодильного циклу забирається з атмосфери спеціальним вентилятором, що також входить у конструкцію кондиціонера, і потім викидається на вулицю.

Дахові кондиціонери характеризуються

- широким діапазоном потужностей – від 8 до 140 кВт за холодом і теплом, і відповідними витратами повітря від 1500 до 25000 м³/годину;
- простотою монтажу й установки;
- компактністю;
- високою надійністю й економічністю в експлуатації;
- єдиною системою автоматики, що дозволяє під час завдання необхідної температури в приміщенні автоматично вибирати режими роботи;
- роботою з низькими шумовими характеристиками.

6.5.10. Фанкойли

Внутрішній блок фанкойла за зовнішнім виглядом і своєю будовою подібний до внутрішніх блоків спліт-систем (рис. 6.33).



Рисунок 6.33 – Внутрішній блок фанкойла

Вони можуть кріпитися до стіни, стелі, стояти на підлозі, вбудовуватися в підвісну стелю (рис. 6.34). Відмінністю є те, що як теплоносієм використовується вода, що надходить від чилера, локальної котельні або іншого обладнання. Фанкойли разом з чилерами/котельнями використовуються для охолодження або обігріву приміщення.



Рисунок 6.34 – Фанкойли підлогового типу

Застосовуються для охолодження або обігріву повітря в житлових і офісних приміщеннях. Мають потужність охолодження від 1 до 8 кВт, обігріву – від 2 до 16 кВт; низький рівень шуму – від 22 до 32 дБ. Можуть комплектуватися різними фільтрами для очищення повітря, пультами дистанційного керування з різним набором функцій. Для установлення в приміщенні можуть поставлятися в декоративному корпусі, або без нього для прихованого установлення під фальшстелею.

Касетні фанкойли застосовуються в житлових, офісних, торговельних і інших приміщеннях (рис. 6.35). Монтуються в підвісну стелю як внутрішній блок касетних спліт-систем. Подача повітря відбувається в чотирьох

напрямах. Потужність касетних фанкойлів може складати від 2 до 11 кВт у разі роботи в режимі охолодження і від 6 до 24 кВт у режимі обігріву. Мають низький рівень шуму – від 20 до 32 дБ та можуть комплектуватися різними фільтрами для очищення повітря, пультами дистанційного керування з різним набором функцій. Призначені для встановлення в приміщенні або для схованого встановлення під фальшстелею.



Рисунок 6.35 – Касетні фанкойли

Канальні фанкойли застосовуються для охолодження/нагрівання повітря у великих приміщеннях громадського або промислового призначення (рис. 6.36). Потужність охолодження від 9 до 90 кВт, обігріву від 19 до 165 кВт. Монтуються в підсобних приміщеннях або під підвісною стелею. Подача повітря відбувається через систему повітроводів, можлива організація припливу свіжого повітря. Можуть комплектуватися різними фільтрами для очищення повітря, пультами дистанційного керування з різним набором функцій.



Рисунок 6.36 – Канальні фанкойли

Шафові фанкойли застосовуються для охолодження/нагрівання повітря у великих приміщеннях громадського або промислового призначення (рис. 6.37). Потужність охолодження від 7 до 90 кВт, потужність обігріву від 10 до 100 кВт. Монтуються безпосередньо в охолоджуваному приміщенні або в підсобному. Подача повітря відбувається через систему повітроводів, можлива організація припливу свіжого повітря. Можуть комплектуватися різними фільтрами для очищення повітря, пультами дистанційного керування з різним набором функцій.



Рисунок 6.37 – Шафовий фанкойл

6.6. Будова основних типів кондиціонерів

6.6.1. Будова віконного кондиціонера

Побутовий віконний кондиціонер використовується в житлових, службових і інших приміщеннях площею до 25 м².

Кондиціонер забезпечує:

- охолодження повітря в приміщенні; автоматичне підтримання заданої температури;
- очищення повітря від пилу; вентиляцію;
- зменшення вологості повітря;
- зміну швидкості руху і напрямку повітряного потоку;
- повітрообмін із зовнішнім середовищем.

ВАЖЛИВО ПАМ'ЯТАТИ, що

1. Підключення кондиціонера до електромережі здійснюється за допомогою вилки, яка вставляється в спеціальну двополюсну розетку з контактом, що заземлює.

2. Пуск кондиціонера здійснюється тільки поворотом ручки перемикача режимів роботи.

3. Перед повторним пуском кондиціонера в режимі охолодження необхідна перерва не менше 3 хвилин.

4. Кондиціонер працює нормально:

- за відхилень напруги мережі живлення від номінального значення на $\pm 10\%$,
- за зовнішньої температури від 21°C до 43°C;

5. Найбільш сприятлива для здоров'я людини різниця температур зовнішнього повітря і повітря усередині приміщення повинна бути не більше 10°C. Для запобігання простудним захворюванням не рекомендується направляти охоложене повітря в бік людей, що знаходяться близько від кондиціонера.

6. Для забезпечення енергоощадного режиму роботи кондиціонера та з метою зниження енергоспоживання не рекомендується:

- тримати відкритою заслінку під час роботи кондиціонера в режимі охолодження, тому що через неї охоложене повітря приміщення потрапляє назовні;
- загороджувати сторонніми предметами передню панель, бічні решітки й задню стінку кондиціонера (мінімальна відстань від передньої панелі та задньої стінки до перешкоди 100 мм, від бічних решіток – 150 мм);
- тримати відкритими вікна і двері під час роботи кондиціонера;
- включати джерела тепла під час роботи кондиціонера в режимі охолодження.

Необхідно:

- стежити за чистотою фільтра, поверхонь теплообмінників;
- тримати закритою дренажну трубку.

Як приклад розглянемо віконний кондиціонер БК-1500, основні технічні характеристики якого представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики кондиціонера БК-1500

№ з/п	Параметр	Значення
Кондиціонер		
1	Тип	Побутовий віконний автономний з автоматичним регулюванням температури
2	Холодопродуктивність, ккал/год	1500
3	Споживана потужність, Вт, не більше	1000
4	Номінальна напруга, В	220
5	Рівень шуму, дБ,	не більш 58
6	Робочий струм, А, не більше	5
7	Габаритні розміри, мм	400x600x585
8	Маса, кг	51
Компресор		
9	Тип	Ротаційний з конденсаторним двигуном
10	Холодопродуктивність, ккал/год	1750
11	Споживана потужність, Вт, не більше	854
12	Робочий струм, А, не більше	4,4
13	Коефіцієнт потужності	0,875
14	Частота обертання двигуна, об./хв	2910
Двигун вентиляторів		
15	Тип	Двошвидкісний, однофазний з короткозамкнутим ротором, конденсаторний
16	Номінальна напруга, В	220
17	Споживана потужність, Вт	40/18
18	Частота обертання, об./хв:	
19	максимальна	810
20	мінімальна	625

Зовнішній вигляд віконного кондиціонера представлено на рис. 6.38.

Усі вузли кондиціонера змонтовані на металевій основі. Металевою перегородкою кондиціонер розділяється на два герметично ізольованих відсіки: зовнішній і внутрішній. Внутрішній відсік кондиціонера, встановленого у віконному прорізі, знаходиться всередині приміщення, а зовнішній розташовується поза ним.

Основними робочими вузлами кондиціонера є холодильний агрегат; вентилятори (осьовий і відцентровий) із загальним електродвигуном; пульт керування з пускозахисним пристроєм.

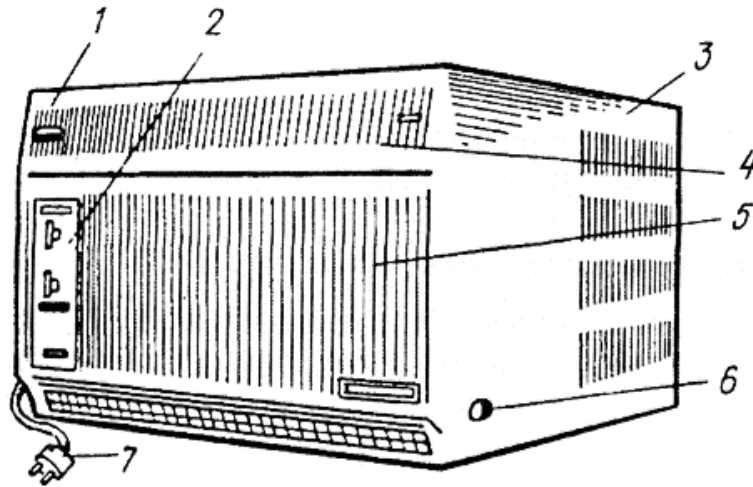


Рисунок 6.38 – Кондиціонер БК-1500, загальний вигляд: 1 – поворотні решітки; 2 – пульт керування; 3 – кожух; 4 – передня панель із фільтром для очищення повітря; 5 – панель із жалюзі; 6 – гвинт кріплення передньої панелі; 7 – вилка живлення; 8 – конденсатор; 9 – трубка дренажна; 10 – ковпачок

Герметичний холодильний агрегат складається з ротаційного компресора 9 (рис. 6.39) конденсатора 8, випарника 16, фільтра-осушувача 11, розширника 10 і системи трубопроводів.

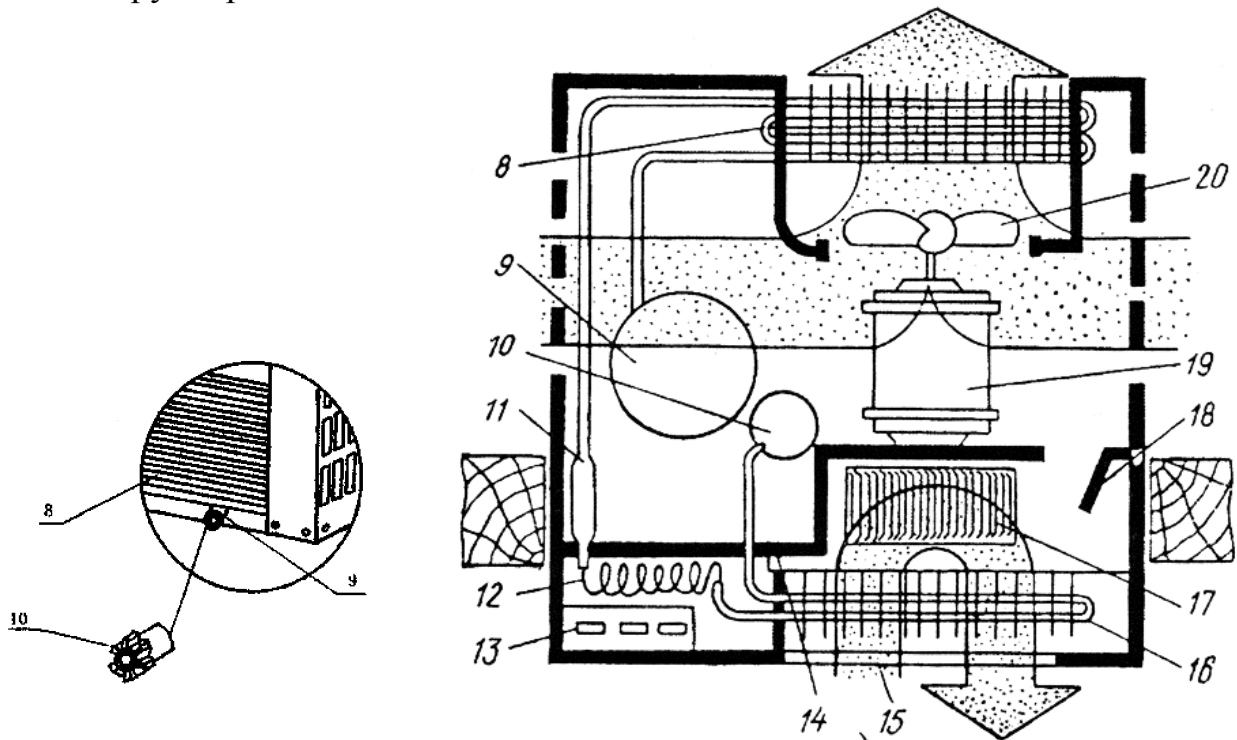


Рисунок 6.39 – Кондиціонер БК-1500, схема функціонування: 8 – конденсатор; 9 – компресор; 10 – розширник; 11 – фільтр-осушувач; 12 – капілярна трубка; 13 – пульт керування; 14 – перегородка; 15 – фільтр повітряний; 16 – випарник; 17 – вентилятор відцентровий; 18 – заслінка вентиляторна; 19 – електродвигун вентиляторів; 20 – вентилятор осьовий

Компресор, конденсатор, осушувач і розширник розташовані в зовнішньому відсіку, а випарник – у внутрішньому.

Система холодильного агрегату заповнена мастилом і холодоагентом.

При включених електродвигунах холодильний агрегат працює в такий спосіб: пари хладону нагнітаються компресором 9 у конденсатор 8. У конденсаторі відбувається конденсація пари за рахунок відведення тепла зовнішнім повітрям, що продувається осьовим вентилятором 20. Далі рідкий хладон надходить через фільтр-осушувач 11 капілярною трубкою 12 у випарник 16. Капілярна трубка створює перепад тиску між конденсатором і випарником, унаслідок чого рідкий хладон переходить у випарник у газоподібному стані. При цьому він поглинає велику кількість тепла, віднімаючи його від стінок випарника й дотичного з ним повітря, засмоктуваного відцентровим вентилятором 17 із приміщення. Охолоджений повітряний потік надходить у приміщення через поворотні решітки.

Із випарника через розширник пари холодоагенту відсмоктуються компресором і цикл повторюється.

Осьовий вентилятор 20 із двошвидкісним електродвигуном 19, розташований у зовнішньому відсіку, призначений для охолодження конденсатора зовнішнім повітрям, засмоктуваним через жалюзі в бічних стінках кожуха.

Відцентровий вентилятор, установлений у внутрішньому відсіку кондиціонера, служить для засмоктування повітря з приміщення через решітчасту декоративну панель, повітряний фільтр 15 і випарник, а також для нагнітання охолодженого й очищеного від пилу повітря в приміщення через поворотні решітки 1.

Електродвигун вентиляторів включається під час пуску компресора, проте він може бути також включений у роботу в режимі вентиляції і при відключеній холодильній системі. Пульт керування 2 з пускозахисним пристроєм призначається для пуску, зупинки й керування роботою кондиціонера, установлення бажаної температури в приміщенні та автоматичного підтримання, а також для захисту елементів кондиціонера від перевантаження. Електрична схема кондиціонера показана на рис. 6.40.

Пускозахисний пристрій складається з таких приладів: конденсатор пусковий електролітичний СПЭ ємністю 60 мкф для пуску електродвигуна компресора МК; конденсатор робочий блоковий СРБ для забезпечення роботи однофазних електродвигунів МВ і МК; реле напруги пускове РНП для відключення пускового конденсатора СПЭ після пуску двигуна компресора МК; термостат ДРТ (датчик реле температури) для автоматичного керування кондиціонером. Температура регулювання від 30 до 15°C; реле температурно-токове РТТ для захисту електродвигуна компресора МК у разі перевантажень; резистор R типу ОМЛТ-0,5 100 кОм для розрядки пускового електролітичного конденсатора СПЭ після його відключення.

Порівняно з кондиціонерами, що випускалися раніше, кондиціонер БК-1500 є наступні переваги: компресор ротаційного типу більш легкий і менш шумний, ніж поршневий компресор, який застосовувався раніше.

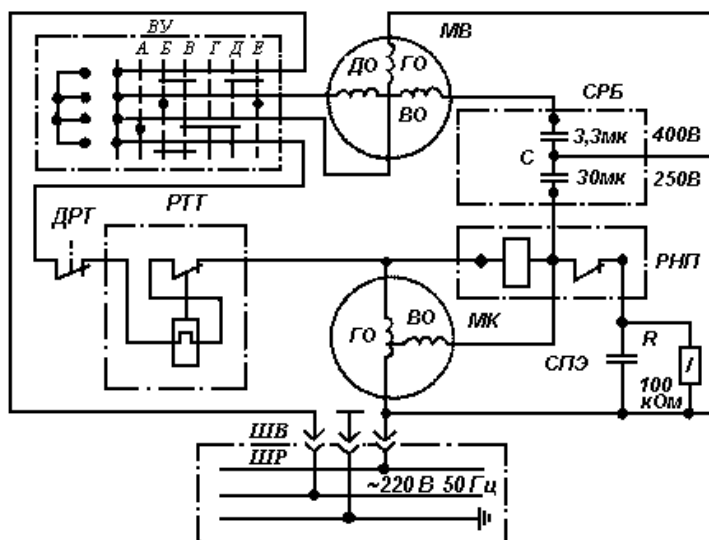


Рисунок 6.40 – Кондиціонер БК-1500, електрична схема: СПЭ – конденсатор пусковою ємністю 60 мкф на напругу 320 В; МК – компресор; СРБ – конденсатор робочий; МВ – однофазний електродвигун; РНП – реле напруги пускове, 10 А, 250 В; ДРТ – датчик реле температури; РТТ – реле температурно-токове; R – резистор опором 100 кОм

Витрата електроенергії знижена. Електродвигун вентиляторів має дві частоти обертання, що уможливило регулювання обсягу вентилязованого повітря в одиницю часу і швидкості руху повітряного потоку, а також зменшення шуму.

Пластмасовий кожух має меншу масу ніж металевий, забезпечує зменшення тепловіддачі й поглинає шум працюючого агрегату.

Порядок роботи віконного кондиціонера

Уставте вилку в розетку, ручка перемикача режимів роботи при цьому повинна знаходитися в положенні «ВИКЛ».

Для включення кондиціонера в режим охолодження встановіть ручку перемикача режимів роботи в положення «КОНДИЦІОНЕР», ручку регулятора температури в положення «БЕЗПЕРЕРВНО». Кондиціонер у цьому випадку працює без відключення; ручку привода заслінки встановіть в положення «ЗАКРИТО», а поворотні решітки цілком відкрийте.

За досягнення бажаної температури плавно поверніть ручку регулятора температури проти годинникової стрілки до відключення компресора (чутний характерний звук), у цьому випадку температура повітря в приміщенні підтримується автоматично й кондиціонер працює в енергоощадному режимі.

Поворотними решітками надайте повітряному потокові бажаний напрямок.

Включення кондиціонера в режим «ВЕНТИЛЯТОР СЛАБО» та «ВЕНТИЛЯТОР СИЛЬНО» досягається поворотом ручки перемикача режиму роботи у відповідні положення.

Періодично для припливу в приміщення свіжого повітря установлюйте ручку привода заслінки в положення «ВІДКРИТО».

УВАГА! Якщо під час роботи в режимі кондиціювання бажана температура повітря в приміщенні досягнута, але при повороті ручки регулятора температури відключення компресора не відбувається, залишіть ручку регулятора температури в крайньому лівому положенні.

Для приведення кондиціонера в стан для міжсезонного збереження, необхідно:

- зняти ковпачок із дренажної трубки;
- повернути ручку перемикача режимів роботи в положення «ВЕНТИЛЯТОР СЛАБО» і дати кондиціонеру проработати в цьому режимі 4...6 годин для просушування теплообмінників;
- повернути ручку перемикача режимів роботи в положення «ВИКЛ»;
- вийняти вилку з розетки;
- надягти ковпачок на дренажну трубку;
- закрити поворотні решітки;
- ручку привода заслінки перевести в положення «ЗАКРИТО».

Для включення кондиціонера на початку сезону необхідно:

- видалити пил із поверхні кондиціонера;
- промити повітряний фільтр;
- очистити від пилу теплообмінники.

6.6.2. Будова кондиціонера спліт-системи настінного типу

Кондиціонер складається із зовнішнього (рис. 6.41) і внутрішнього блоків (рис. 6.42).

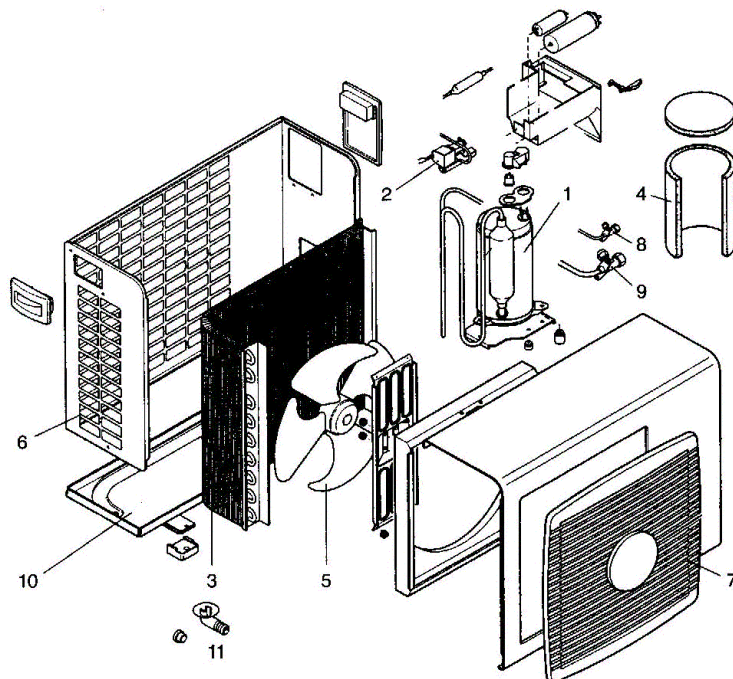


Рисунок 6.41 – Зовнішній блок кондиціонера спліт-системи настінного типу

У зовнішньому блоці встановлені: компресор (1), чотириходовий клапан (2), теплообмінник-конденсатор (3) і капілярна трубка.

Компресор закритий звукоізоляцією (4). Обдув конденсатора здійснюється вентилятором (5) через жалюзі кожуха (6) і вихідні решітки (7). З'єднання з трубками холодильного контуру здійснюється двоходовим (8) і триходовим клапанами (9).

Відвід дренажу із зовнішнього блока під час роботи в режимі обігріву відбувається самопливом із піддона (10) через зливальний патрубок (11).

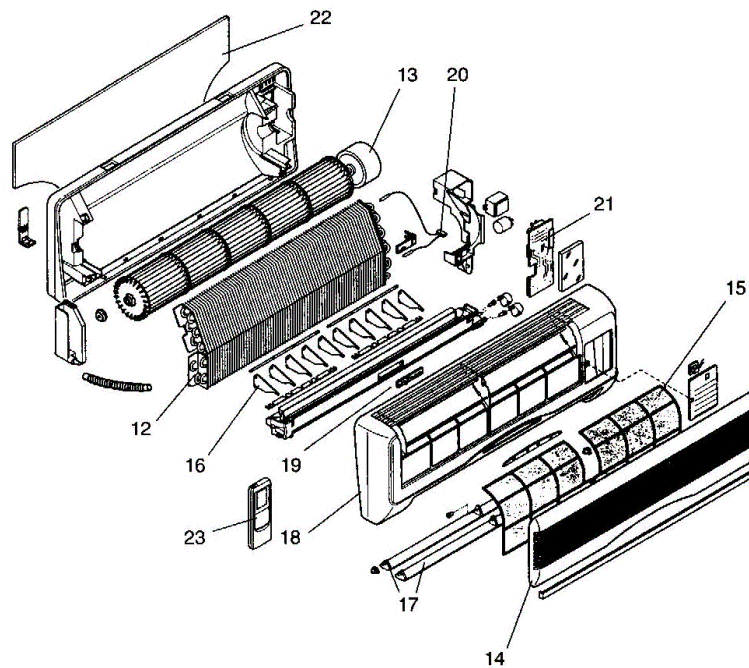


Рисунок 6.42 – Внутрішній блок кондиціонера спліт-системи настінного типу

Зовнішній блок встановлюється на спеціальні кронштейни, що прикріплюються до стіни будівлі (на рисунку не показані).

У внутрішньому блоці розташований теплообмінник-випарник (12). Обдув теплообмінника здійснюється вентилятором тангенціального типу (13).

Повітря з приміщення забирається через решітки (14) і вхідний фільтр (15). Через напрямні жалюзі (16) і стулки (17) оброблене повітря подається в приміщення.

На лицьовій панелі (19) сигналізації режиму роботи і справності кондиціонера.

Датчиками температури (20) заміряється температура повітря на вході в кондиціонер і температура теплообмінника-випарника.

Плата керування (21) з мікропроцесором керує роботою всього кондиціонера.

Внутрішній блок встановлюється на монтажній платі (22), що прикріплюється до стіни приміщення.

Основні елементи холодильної машини

Компресор – це один із головних елементів будь-якої холодильної машини. Він усмоктує пари холодоагенту, що має низькі температуру й тиск, потім стискає його, підвищуючи температуру (до 70...90°C) і тиск (до 15...25 атм.), а потім направляє пароподібний холодоагент до конденсатора.

Основні характеристики компресора – ступінь компресії (стиснення) і обсяг холодоагенту, що він може нагнітати.

Ступінь стиснення – це відношення максимального вихідного тиску парів холодоагенту до максимального вхідного.

У холодильних машинах використовують компресори двох типів: поршневі – зі зворотно-поступальним рухом поршнів у циліндрах; ротаційні, гвинтові та спіральні – з обертальним рухом робочих частин.

Випарник служить для охолодження робочого середовища. Як робоче середовище холодильної машини використовується повітря, або вода, або рідини, що містять антифриз. Для охолодження різних видів робочих середовищ призначені різні типи випарників: кожухотрубні, пластинчасті, випарники для охолодження повітря.

Конденсатор являє собою теплообмінний апарат, що передає теплову енергію від холодоагенту до навколишнього середовища, найчастіше воді (конденсатори з водяним охолодженням) або повітря (конденсатори з повітряним охолодженням).

Регулятор потоку служить для дозованої подачі рідкого холодоагенту з області високого тиску (від конденсатора) в область низького тиску (до випарника). Найбільш простий варіант регулятора – капілярна трубка діаметром близько 1 мм. Вона застосовується в кондиціонерах спліт-систем невеликої потужності. Для потужних установок кондиціонування використовують терморегулювальний вентиль (ТРВ). Він регулює подачу холодоагенту від конденсатора до випарника так, щоб за зміни умов роботи тиск випаровування і перегрів у випарнику холодильної машини залишалися постійними.

Вентилятори забезпечують обдув повітрям конденсаторів і випарників. За своєю конструкцією це електричний вентилятор.

Термостат вимірює температуру усмоктуваного з приміщення повітря й автоматично регулює температуру в приміщенні, включаючи і виключаючи кондиціонер залежно від температури.

Реверсивний (чотириходовий) клапан переключає потік холодоагенту під час переключення з охолодження на обігрів. Включається за обігріву й виключається за охолодження. Холодоагент завжди проходить через компресор тільки в одному напрямку, і реверсивний клапан забезпечує повне переключення холодильного циклу, як за охолодження, так і за обігріву.

Соленоїдний клапан регулює потік холодоагенту, відкриваючи або перекриваючи шлях його протікання в контурі шляхом подачі або відключення живлення його обмотки. В основному він використовується для переключення чотириходового клапана в моделях із охолодженням і обігрівом або для забезпечення роботи блоків у розгалужених системах.

6.7. Особливості експлуатації кондиціонерів за мінусових температур

Виробники побутових кондиціонерів із реверсивним циклом у технічній документації на товар, як правило, указують температурний діапазон, у якому можна експлуатувати кондиціонер. Нижня границя цього діапазону рідко опускається до температури нижче мінус 5°C для режиму «холод» і 0°C для режиму «тепло». Що відбудеться з кондиціонером, якщо знехтувати цим обмеженням? Що необхідно зробити, щоб кондиціонер можна було експлуатувати за більш низьких температур без ризику вивести його з ладу? Ці питання є особливо актуальними для нашої країни з огляду на суворі зими.

Якщо дотримуватися рекомендацій виробника, то кращий спосіб експлуатації кондиціонера в холодний час року за мінусових температур зовнішнього повітря – це його консервація.

Консервація кондиціонера на зиму передбачає низку заходів.

1. Конденсація холодоагенту в зовнішній блок, що передбачає виконання таких операцій:

- підключення манометричного колектора до сервісного порту;
- включення кондиціонера на «холод»;
- запирання рідинного вентиля компресорно-конденсаторного блока кондиціонера;
- запирання газового вентиля за тиску усмоктування нижче атмосферного;
- відключення манометричного колектора.

Це дозволить уникнути втрат холодоагенту через нещільність зовнішньої фреонової магістралі.

2. Відключення або блокування ланцюгів запуску компресора, що виключає помилковий запуск компресора.

3. Огородження компресорно-конденсаторного блока кондиціонера з метою виключити його ушкодження льодом або падаючими бурульками (за необхідності).

Відомо, що побутові кондиціонери не виробляють холод або тепло, вони лише «перекачують» тепло з одного термоізованого обсягу в інший, тобто діють за принципом «теплового насосу». Для перенесення тепла використовуються спеціальні речовини – холодоагенти. Обмін теплом між холодоагентом і навколишнім повітрям відбувається через теплообмінники. Схематично це виглядає так:

- тепло з повітря в одному термоізованому обсязі через теплообмінник поглинається холодоагентом;
- холодоагент за допомогою компресора перекачується в інший теплообмінник;
- тепло, акумульоване холодоагентом через теплообмінник, скидається в повітря.

Продуктивність повітряного теплообмінника або кількість тепла, що може віддати або одержати холодоагент через теплообмінник, залежить від

його конструкції й температури повітря, що проходить через нього. Тому суть основної проблеми, що обмежує використання побутового кондиціонера з реверсивним циклом узимку, – зміна продуктивності теплообмінника компресорно-конденсаторного блока при зниженні температури навколишнього повітря. Причому під час роботи на «холод» теплообмінник виявляється перерозмірним (занадто великим), а в разі роботи на «тепло» – недорозмірним (занадто малим).

Під час роботи кондиціонера в режимі «холод» виникають також і додаткові проблеми:

- 1) зниження продуктивності холодильної машини;
- 2) збільшення тривалості перехідного режиму роботи холодильної машини (кондиціонера);
- 3) «натікання» рідкого холодоагенту в картер компресора;
- 4) проблема запуску компресорів за низьких температур навколишнього повітря;
- 5) проблема відведення дренажної води.

Зупинимося на негативних наслідках зазначених проблем. А саме:

- зниження холодопродуктивності кондиціонера;
- обмерзання внутрішнього блока кондиціонера і, як наслідок, ще більше зниження продуктивності, ризик гідроудару та ушкодження компресора;
- порушення роботи системи відведення конденсату (конденсат по покритому льодом теплообміннику стікає через дренажну ванну на вентилятор і викидається в приміщення);
- погіршення охолодження електродвигуна компресора, періодичне спрацьовування теплового захисту, ризик теплового пробою ізоляції;
- надмірне підвищення температури нагнітання компресора, ризик ушкодження пластмасових деталей чотириходового вентиля;
- ризик гідравлічного удару під час пуску компресора через скипання холодоагенту, який натік у компресор;
- замерзання дренажної магістралі.

Перераховані проблеми, що виникають під час роботи кондиціонера на «холод», можна вирішити за допомогою зимового комплексу кондиціонера.

До складу зимового комплексу входять:

1. **Сповільнювач швидкості обертання вентилятора** знижує продуктивність теплообмінника компресорно-конденсаторного блоку шляхом зменшення потоку повітря, що проходить через нього. Чутливим елементом сповільнювача є датчик, що контролює температуру конденсації. Виконавчим елементом – регулятор швидкості обертання вентилятора обдування теплообмінника. Сповільнювач реалізує функцію підтримання заданої температури конденсації. Також вирішуються проблеми зниження продуктивності кондиціонера, обмерзання внутрішнього блока й інші, зв'язані з перерозміреністю теплообмінника компресорно-конденсаторного блока (рис. 6.43).

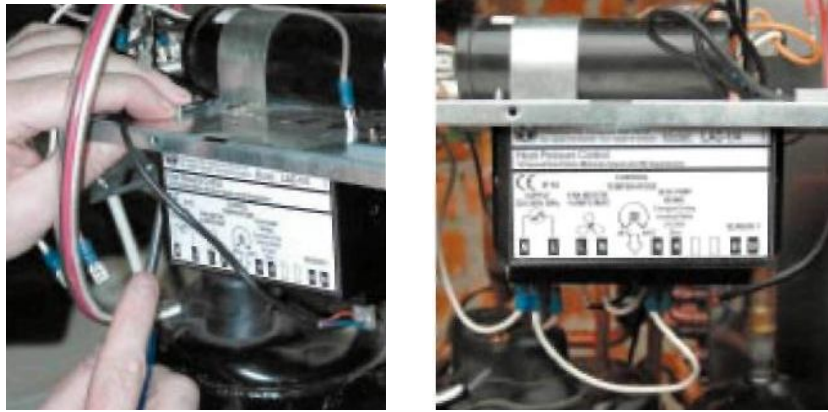


Рисунок 6.43 – Спосіб встановлення сповільнювача

2. **Нагрівач картера компресора** вирішує проблеми пуску холодного компресора, запобігаючи його ушкодженню (рис. 6.44).



Рисунок 6.44 – Встановлений нагрівач картера

Механізм захисту такий: під час зупинки компресора включається нагрівач картера, встановлений на компресорі. Навіть невелика різниця температур компресора й інших деталей зовнішнього блоку, створювана нагрівачем картера, виключає натікання холодоагенту в картер. Масло не загустіває, скипання холодоагенту під час пуску компресора не відбувається.

3. **Дренажний нагрівач** здійснює відведення конденсату з кондиціонера, якщо дренаж виведений назовні. На сьогодні використовують кілька типів дренажних нагрівачів. За способом установки їх можна розділити на 2 групи:

- дренажні нагрівачі, які встановлюються усередині дренажної магістралі;
- дренажні нагрівачі, які встановлюються зовні.

Варіант зимового комплексу кондиціонера приведено на рис. 6.45.

Існує два джерела теплоти, що перекачує кондиціонер у приміщення. По-перше, це теплота, що забирається із зовнішнього повітря. По-друге, це теплота роботи стиснення компресора і теплота, яка виділяється електродвигуном компресора. Перша складова залежить від температури зовнішнього повітря і по суті визначає всі негативні явища, які відбуваються в кондиціонері за низьких температур зовнішнього повітря. Для того, щоб тепло зовнішнього

повітря перетікало в потрібному напрямку, температура фазового переходу холодоагенту (випаровування) повинна відповідати визначеній величині, що є характеристикою теплообмінника і називається повним перепадом.

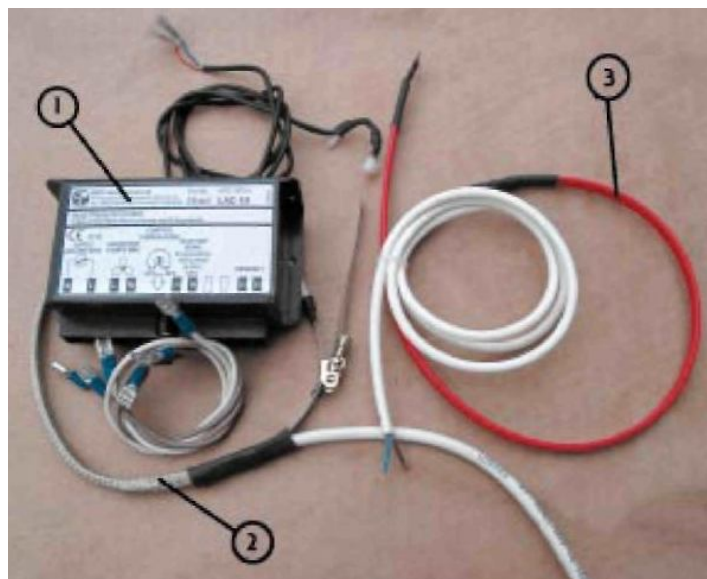


Рисунок 6.45 – Комплект для адаптації кондиціонера до роботи взимку: 1 – сповільнювач швидкості обертання вентилятора; 2 – нагрівач картера; 3 – дренажний нагрівач

Температура фазового переходу для нормального процесу перенесення тепла встановлюється нижче температури навколишнього повітря на величину повного перепаду, що для зовнішніх блоків побутових кондиціонерів складає 5...15°C. Тобто вже за температури навколишнього повітря +5°C температура фазового переходу (випаровування) навіть для гарного теплообмінника з малим перепадом мінусова. Це приводить до того, що теплообмінник починає покриватися інеєм, погіршується теплообмін із повітрям, росте повний температурний перепад, температура випаровування падає. Оскільки продуктивність кондиціонера практично пропорційно залежить від тиску (температури) випаровування, вона також падає. Потужності покритого інеєм теплообмінника недостатньо для випаровування рідкого холодоагенту, що надходить до нього, і він починає надходити на усмоктування компресора.

Які наслідки для кондиціонера це може викликати?

1. Система відтавання зовнішнього блока, що періодично включається в роботу, приводить до утворення льоду усередині компресорно-конденсаторного блока кондиціонера і, у свою чергу, до блокування або руйнування лопатей вентилятора.

2. Рідкий холодоагент, що не випарувався в теплообміннику, попадає в магістраль усмоктування, потім у віддільник рідини, далі усередину компресора, викликаючи гідравлічний удар.

3. Перегрів, а потім (у разі попадання рідкого холодоагенту усередину корпусу компресора) обмерзання компресора.

Причина перерахованих наслідків – занадто низька продуктивність теплообмінника компресорно-конденсаторного блока кондиціонера за зниження температури зовнішнього повітря. Дієвих методів підвищення цієї продуктивності, на жаль, немає. Наслідки, як правило, катастрофічні.

Тому включати кондиціонер на «тепло» за мінусових температур навколишнього повітря категорично не можна.

Підводячи підсумок, можна сказати:

- кращий спосіб експлуатації кондиціонера узимку – консервація;
- за необхідності можна експлуатувати кондиціонер, але тільки в режимі «холод» і за умови обладнання його зимовим комплектом.

6.8. Порядок підбору кондиціонера

6.8.1. Одиниці виміру

У силу сформованих традицій, крім одиниць системи СІ, для виміру потужності кондиціонера (під час роботи на охолодження або нагрівання) використовують також позасистемну одиницю «британська тепла одиниця/година (БТЕ/год), величина якої визначається так: кількість тепла, необхідного для нагрівання одного фунта (0,45 кг) води, на один градус Фаренгейта (0,56°C). Одиниця БТЕ/год так співвідноситься з одиницею системи СІ (Вт):

$$1 \text{ Вт} = 3,412 \text{ БТЕ/год.}$$

Фахівці часто користуються значеннями продуктивності кондиціонера за холодом (або за теплом), вираженими в БТЕ/год, наприклад, віконний кондиціонер продуктивністю за холодом 10000 БТЕ/год називається «віконник десятка».

Для виміру продуктивності кондиціонера іноді використовують таку одиницю, як «холодильна тонна», що являє собою кількість енергії, необхідної для підтримання однієї тонни води в замерзлому стані протягом 24 годин. Одна холодильна тонна (ХТ) дорівнює 12000 БТЕ/год.

Таким чином, використовувані в кліматичній техніці одиниці виміру потужності (продуктивності) зв'язані між собою співвідношеннями:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Вт} &= 3,412 \text{ БТЕ/год} \\ 1 \text{ Вт} &= 1,163 \text{ ккал/год} \\ 1 \text{ БТЕ/год} &= 0,293 \text{ Вт} \\ 1 \text{ ккал/годину} &= 3,968 \text{ БТЕ/год} \\ 1 \text{ ХТ} &= 12000 \text{ БТЕ/год.} \end{aligned}$$

Іншою характеристикою кліматичної системи служить EER (англ. Energy Efficiency Rating – коефіцієнт енергетичної ефективності), що представляє собою відношення потужності за холодом (холодопродуктивності) у БТЕ/год до споживаної потужності у ватах. Наприклад, «віконник десятка», що вже згадувався, з енергоспоживанням 1200 Вт має EER, рівний 8,3 БТЕ/Вт·год. Чим

вище EER кондиціонера, тим ефективніше цей пристрій з точки зору енерговитрат.

Показник COP (англ. Coefficient of Performance – коефіцієнт продуктивності) ідентичний коефіцієнтові EER і відрізняється від нього тільки тим, що обидві вхідні в розрахунок величини (холодопродуктивність і споживана потужність) виміряються в тих самих одиницях – ватах, а оскільки $1 \text{ Вт} = 3,412 \text{ БТЕ/год}$, то $EER = 3,412 \text{ COP}$.

6.8.2. Розрахунок потужності під час підбору кондиціонера

Необхідну для конкретного приміщення потужність кондиціонера за холодом можна розрахувати, визначивши надлишок тепла приміщення, у якому він повинний бути встановлений.

Надлишок тепла приміщення розраховують за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \quad (6.1)$$

де Q_1 – надлишок тепла від сонячної радіації, а в разі використання електричного освітлення, від штучного світла;

Q_2 – надходження тепла від людей, що знаходяться в приміщенні;

Q_3 – надходження тепла від офісного обладнання;

Q_4 – надходження тепла від побутової техніки;

Q_5 – надходження тепла від опалення.

1. Надходження тепла від сонячної радіації залежить від площі і розташування вікон. На широті Києва надходження тепла через 1 м^2 остікління будуть:

- північна орієнтація – 85 Вт/м^2 ;
- північно-східна і північно-західна орієнтація – 430 Вт/м^2 ;
- східна і західна орієнтація – 580 Вт/м^2 ;
- південно-східна і південно-західна орієнтація – 440 Вт/м^2 ;
- південна орієнтація – 260 Вт/м^2 ;
- горизонтальне остікління – 760 Вт/м^2 .

Якщо вікно затінене деревами або є щільні жалюзі, приведені величини поділяють на коефіцієнт 1,4.

Надходження тепла від стін істотно менше, тому в деяких випадках ними зневажають:

- північна орієнтація – 18 Вт/м^2 ;
- північно-східна і північно-західна орієнтація – 52 Вт/м^2 ;
- східна і західна орієнтація – 64 Вт/м^2 ;
- південно-східна і південно-західна орієнтація – 58 Вт/м^2 ;
- південна орієнтація – 28 Вт/м^2 ;
- міжкімнатні перегородки, стеля і підлога – 9 Вт/м^2 .

Стеля останнього поверху. За наявності горища – $23...70 \text{ Вт/м}^2$, без горища $47...186 \text{ Вт/м}^2$ залежно від конструкції даху горища. У ряді випадків

ураховують і капітальність стін, множачи або поділяючи приведені значення на коефіцієнт 1,2.

Крім того, необхідно врахувати вентиляований обсяг приміщення (обсяг за винятком обладнання і меблів) з розрахунку 6 Вт на 1 м³ житлового або офісного приміщення і 19 Вт на 1 м³ магазину, кафе або ресторану.

Якщо надходження тепла через скло менше надходжень тепла від штучного освітлення, то в розрахунку приймаються саме ці величини. Можна поррахувати потужність лампочок, виходячи з того, що надходження тепла від ламп накаливання рівні їх потужності, а для люмінесцентних ламп використовується коефіцієнт 1,16. Можна підійти і по-іншому. З огляду на те, що є стандарти освітленості приміщень, надходжень тепла від штучного світла можна взяти з розрахунку 25...30 Вт/м².

2. Тепер поррахуємо надходження тепла від людей, що знаходяться в приміщенні. Одна людина залежно від роду занять виділяє

- відпочинок у сидячому положенні – 120 Вт;
- легка робота в сидячому положенні – 130 Вт;
- помірковано активна робота в офісі – 140 Вт;
- легка робота в стоячому положенні – 160 Вт;
- легка робота на виробництві – 240 Вт;
- повільні танці – 260 Вт;
- робота середньої ваги на виробництві – 290 Вт;
- важка робота – 440 Вт.

3. Надходження тепла від офісного обладнання. Звичайно вони приймаються в розмірі 30% від споживаної потужності. Для прикладу:

- комп'ютер – 300...400 Вт;
- лазерний принтер – 400 Вт;
- копіювальний апарат – 500...600 Вт.

4. Надходження тепла від побутової кухонної техніки:

- кавоварка з поверхнею, що гріє – 300 Вт;
- кофейна машина й електричний чайник – 900...1500 Вт;
- електроплита – 900...1500 Вт/м² верхньої поверхні;
- газова плита – 1800...3000 Вт/м² верхньої поверхні;
- фритюрниця – 2750...4050 Вт;
- тостер – 1100...1250 Вт;
- вафельниця – 850 Вт;
- гриль – 13500 Вт/м² верхньої поверхні.

За наявності витяжки, надходження тепла від плити поділяються на 1,4.

Під час розрахунку надходжень тепла від побутової кухонної техніки необхідно враховувати, що всі прилади відразу ніколи не включаються. Тому береться найвища для кухні комбінація. Наприклад, дві з чотирьох конфорок на плиті й електричний чайник.

5. У ряді випадків у високих будинках із великою площею скла кондиціонування буває необхідно вже в березні, коли опалювальний сезон ще не закінчений. У цьому випадку в розрахунку необхідно враховувати надлишки

тепла від системи опалення, які можна прийняти рівними $80...125 \text{ Вт/м}^2$ площі. У цьому випадку треба враховувати не надходження тепла від зовнішніх стін, а тепловтрати, які можна прийняти рівними 18 Вт/м^2 .

Запитання до розділу

1. Які основні функції виконує система кондиціонування повітря (СКП)?
2. Охарактеризуйте суть процесу кондиціонування повітря?
3. Що таке технологічне кондиціонування? Його основні відмінності від комфортного.
4. За якими ознаками можуть бути класифіковані сучасні СКП?
5. Які чинники враховують, обираючи СКП?
6. Охарактеризуйте структурну схему системи кондиціонування повітря.
7. Назвіть основні відмінності промислових та побутових СКП.
8. Що собою являє спліт-системи і яких типів вони бувають?
9. Принцип роботи кондиціонера на прикладі спліт-системи.
10. Охарактеризуйте будову зовнішнього та внутрішнього блока спліт-системи.
11. Назвіть основні холодильні процеси, що відбуваються під час кондиціонування повітря?
12. Які особливості касетних кондиціонерів?
13. В яких випадках доцільно застосовувати мультизональні системи зі змінюваною витратою холодоагенту?
14. Охарактеризуйте принцип роботи каналного кондиціонера.
15. Які особливості та принцип дії моноблочних кондиціонерів?
16. З яких основних секцій компонуються центральні кондиціонери?
17. У чому призначення, переваги та недоліки шафових кондиціонерів?
18. В яких випадках доцільно застосовувати прецизійні кондиціонери?
19. У чому призначення фанкойлів? Наведіть їх основні типи.
20. Охарактеризуйте операції, які проводять під час технічного обслуговування кондиціонерів.
21. Охарактеризуйте особливості експлуатації побутових кондиціонерів за мінусових температур.
22. За якими критеріями проводять підбір кондиціонерів?
23. Які одиниці виміру потужності кондиціонерів?
24. Порядок розрахунку потужності під час підбору кондиціонера.

РОЗДІЛ 7

СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ПОВІТРЯ

ХОЛОДИЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Для організації руху повітря в охолоджуваних приміщеннях їх оснащують спеціальним обладнанням чи пристроями, що представляють собою систему розподілу повітря.

У холодильних камерах застосовують тунельну систему розподілу повітря; удавану стелю; системи повітряного душування; повітропроводи з подовжніми чи поперечними (радіальними) соплами; двоканальну, одноканальну й безканалну системи.

Параметри повітряних струменів, що формуються системами розподілу повітря, залежать від їхнього виду (вільні й обмежені струмені).

Специфічні особливості роботи та аналіз систем розподілу повітря стосовно умов камер холодильної обробки чи зберігання продуктів будуть розглянуті під час вивчення обладнання цих пристроїв. Системи розподілу повітря, що формують вільні струмені, одержали широке поширення в камерах, призначених для холодильної обробки м'яса в тушах і напівтушах. У цих камерах варто створювати спрямований обдув стегнових частин, товщина яких визначає тривалість холодильної обробки напівтуші.

Системи розподілу повітря оцінюються та порівнюються за технологічними, економічними й експлуатаційними показниками.

До технологічних показників відносять рівномірність параметрів повітряного середовища (температура, вологість, швидкість) у вантажному обсязі камер зберігання чи біля поверхні охолоджуваних (заморожених) продуктів у камерах холодильної обробки; сталість цих параметрів у часі, усушка продуктів і інтенсивність охолодження (заморожування); до економічних – питомі капітальні й експлуатаційні витрати, а до експлуатаційних – зручність монтажу, експлуатації та ремонту, а також можливість регулювання системи за зміни умов роботи охолоджуваного приміщення.

7.1. Системи розподілу повітря в камерах холодильної обробки харчових продуктів

У камерах холодильної обробки харчових продуктів застосовують системи розподілу повітря, що формують вільні струмені, тобто повітря рухається за закономірностями вільних струменів. Ці системи розподілу повітря поділяють на:

Тунельна система складається з тунелю, у якому знаходиться харчовий продукт, що підлягає холодильній обробці, і перегородок, що організують рух повітряного потоку в системі. Повітря може переміщуватись уздовж короткої (поперечний рух) і довгої (подовжній рух) сторін приміщення чи у вертикальній площині тунелю (рис. 7.1).

Охоложене у повітроохолоджувачі повітря вентиляторами направляється в тунель, де воно омиває продукт, який може розташовуватися на підвісних шляхах, етажерках, а також знаходитися у формах, ящиках чи у коробках.

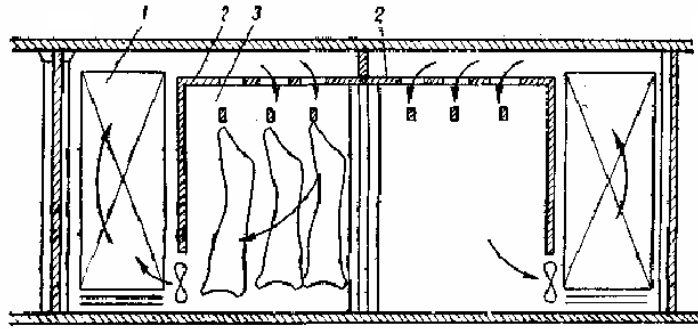


Рисунок 7.1 – Тунельна система розподілу з рухом повітря у вертикальній площині: 1 – охолоджувач повітря; 2 – перегородки; 3 – тунель. Стрілки показують напрямок руху повітря

Тунелі з поперечним рухом повітря через значний перетин оснащуються кількома осьовими вентиляторами, а тунелі з подовжнім рухом – відцентровими. Для тунелів із подовжнім рухом повітря характерний значний аеродинамічний опір у циркуляційному кільці і менша порівняно з тунелями з поперечним рухом, витрата повітря.

Тунельну систему розподілу повітря застосовують у камерах холодильної обробки продуктів.

Удавану стелю виготовляють із азбестшиферних чи з пластикових листів, установлених у вигляді щитів між балками підвісних шляхів. У щитах, покладених над рейками підвісних шляхів, передбачаються щілини шириною 30...40 мм.

Висота простору, що утвориться між удаваною стелею і перекриттям, у багатопверхових холодильниках складає 800 мм; висота цього простору в одноповерхових холодильниках визначається величиною нахилу покрівлі.

Елемент конструкції камери, обладнаної удаваною стелею, представлений на рис. 7.2. Ширина щілин удаваної стелі 30...40 мм, а довжина 300...700 мм за відстані між щілинами 200...300 мм. При зазначених конструктивних розмірах щілин удаваної стелі система розподілу повітря забезпечує розрахункові швидкості руху повітря.

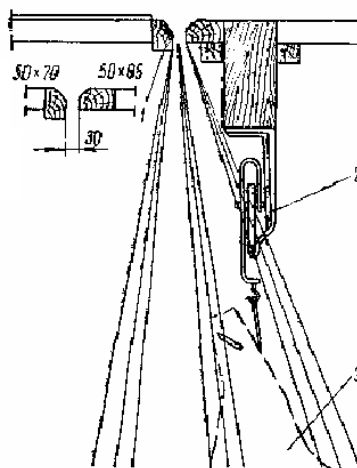


Рисунок 7.2 – Елемент конструкції камери, обладнаної удаваною стелею: 1 – удавана стеля; 2 – підвісний шлях; 3 – напівтуша м'яса

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

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

Елемент конструкції камери, обладнаної системою повітряного душування, показаний на рисунку 7.3а, характер розвитку повітряних струменів у напівтуш м'яса – на рисунку 7.3б.

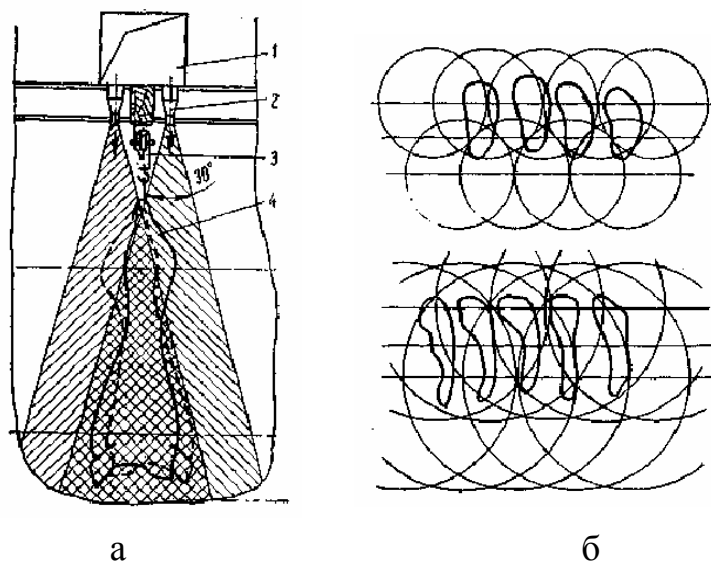


Рисунок 7.3 – Конструкції елементів камери, обладнаної системою повітряного душування: а – елемент конструкції камери, обладнаний системою повітряного душування; б – характер розвитку повітряних струменів біля напівтуш м'яса

Виходячи із сопел і розширюючись за рахунок ежекції навколишнього повітря, струмені повітря зливаються та рухаються одним потоком, обдуваючи спочатку з найбільшою швидкістю стегові частини напівтуш, а потім із меншою – лопаткові. Під час руху струменів їхні прикордонні шари складаються, у результаті чого середня швидкість руху повітря в зоні стегна напівтуші стає вище середньої швидкості струменя, що виходить із окремого сопла.

Повітроводи з подовжніми чи з поперечними щілинами. Система розподілу повітря складається з повітроводів, розташованих між підвісними шляхами (рис. 7.4). 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 поверхні стегової частини напівтуші, що приводить 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 вісім щілин на 1 м повітропроводу.

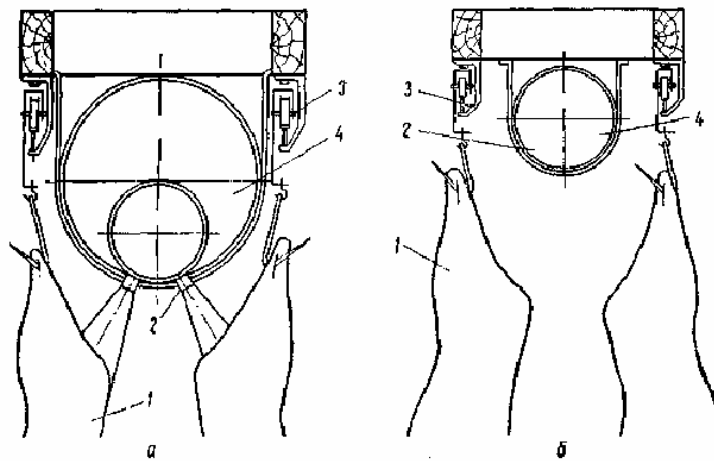


Рисунок 7.4 – Елемент конструкції камери, обладнаної повітrowодами: а – з подовжніми щілинами; б – з поперечними щілинами; 1 – напівтуша м'яса; 2 – сопло; 3 – підвісний шлях; 4 – повітrowід

7.2. Системи розподілу повітря в камерах зберігання харчових продуктів

На відміну від камер холодильної обробки харчових продуктів в камерах зберігання застосовують системи розподілу повітря, що формують обмежені в просторі струмені (повітря рухається за закономірностями обмежених струменів), їх поділяють на:

Двоканальна система

У камерах зберігання рух повітря доцільно організувати за допомогою систем розподілу повітря таким чином, щоб створити рівномірні поля (температурне й вологісне) у вантажному обсязі камери; екранувати зовнішні огороження охолоджуваних приміщень повітряними струменями.

Двоканальна система розподілу повітря (рис. 7.5) складається з усмоктувального й нагнітального каналів із вікнами, вентилятора і повітроохолоджувача.

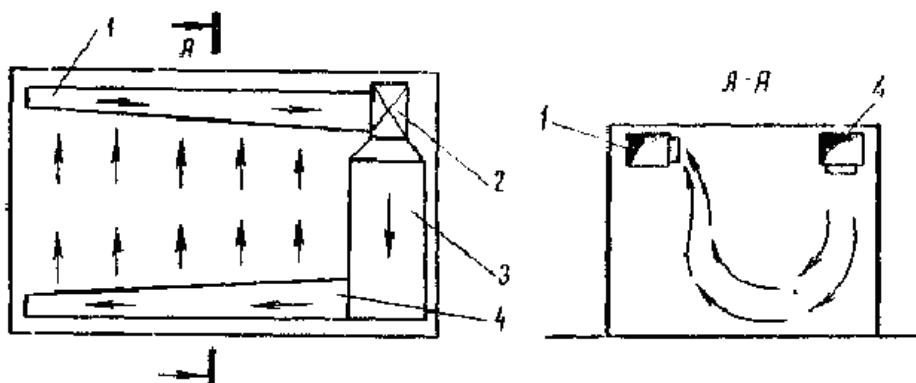


Рисунок 7.5 – Двоканальна система розподілу повітря: 1 – всмоктувальний канал; 2 – вентилятор; 3 – охолоджувач повітря; 4 – нагнітальний канал. Стрілки показують напрямок руху повітря

Із приміщення повітря засмоктується через усмоктувальний канал і вентилятором подається в повітроохолоджувач, у якому повітря охолоджується й осушується. Після повітроохолоджувача холодне повітря направляється

нагнітальним каналом в приміщення, де нагрівається та зволожується. Рівномірність розподілу повітря досягається монтажем великої кількості вікон (два-три на шестиметровий прогін), із яких повітря подається в охолоджуване приміщення 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 з вікон, створює повітряну завісу біля зовнішніх стін.

За двоканальної системи спостерігається помітна швидкість руху повітря тільки поблизу вікон нагнітальних каналів. Оскільки частину приміщення займають канали, зменшується його вантажний обсяг.

Одноканальна система

За одноканальної системи в охолоджуваному приміщенні розміщуються тільки нагнітальні канали. Одноканальна система розподілу повітря (рис. 7.6) виконується з ежекторною подачею повітря і подачею через вікна.

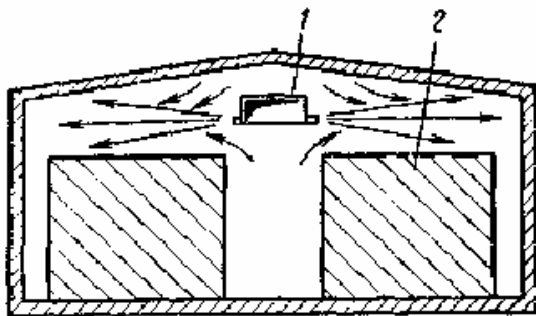


Рисунок 7.6 – Одноканальна система розподілу повітря: 1 – нагнітальний канал; 2 – штабель вантажу. Стрілки показують напрямок руху повітря

За ежекторної подачі холодне повітря направляється в приміщення через сопла різної конструкції, вмонтовані в повітроводи.

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

У одноканальній системі з подачею повітря через вікна холодне повітря направляється в камеру зберігання фруктів через отвори 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 розподілу повітря досягається розміщенням розгалуженої системи повітроводів із великою кількістю вікон.

Спеціальні автоматичні заслінки вікон регулюють кількість повітря яке подається.

Безканальна система

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

Повітря звичайно охолоджується в постаментних повітроохолоджувачах (рис. 7.7а), що витісняються підвісними. Такі повітроохолоджувачі не займають

будівельну площу охолоджуваних приміщень і розташовуються на відстані 3...6 м один від одного.

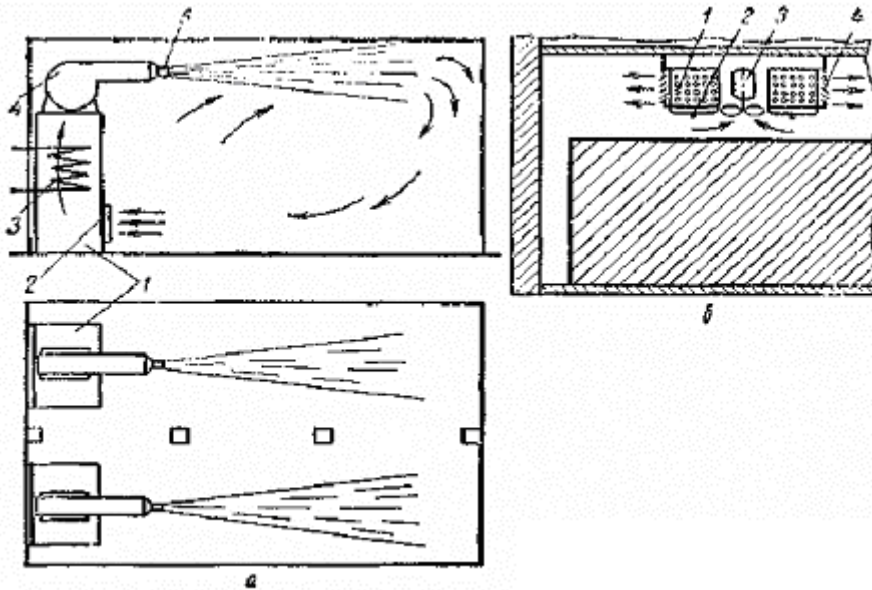


Рисунок 7.7 – Безканальна система розподілу повітря: а – з постаментними охолоджувачами повітря; 1 – постаментний охолоджувач повітря; 2 – всмоктувальне вікно; 3 – охолоджувальні секції; 4 – відцентровий вентилятор; 5 – сопло; б – з підвісними охолоджувачами повітря; 1 – підвісний охолоджувач повітря; 2 – піддон розподілювача повітря; 3 – вентилятор; 4 – апарат, що направляє. Стрілки показують напрям руху повітря

Повітря, охолоджене у підвісному охолоджувачі повітря (рис. 7.7б), подається в камеру за допомогою апарата, що направляє. Його конструктивне оформлення, що забезпечує раціональний рух холодного повітря, залежить від призначення охолоджуваного приміщення.

7.3. Основи розрахунку параметрів повітря

7.3.1. Основи розрахунку параметрів повітря, що рухається за закономірностями вільних струменів

Вільним повітряним струменем називають струмінь, що виходить із отвору в безмежний простір, заповнений нерухомим повітрям із тими ж фізичними параметрами, що і повітря струменя.

За закономірностями вільних струменів параметри (кількість, середня й осьова швидкості) повітря, що рухається, розраховують для приміщень, живий перетин яких досить великий для проходу повітря. Ці параметри визначають на невеликих відстанях від вихідного отвору сопла (до 20...30 діаметрів сопла). Такими приміщеннями є камери охолодження й заморожування м'яса в тушах і напівтушах.

У приміщення повітря подається за допомогою сопел. Виходячи з отвору сопла, струмінь розширюється, утягуючи в рух частини навколишнього повітря приміщення. У результаті ежекційної дії струменя, що рухається, поступово росте його маса і збільшуються розміри. Унаслідок гальмуючої дії частинок

навколишнього повітря швидкість руху струменя поступово знижується. Схема вільного струменя та характер зміни швидкості ω_x у перетині показані на рис. 7.8.

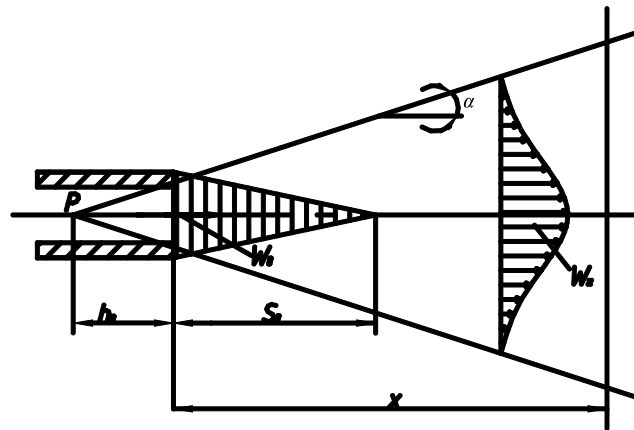


Рисунок 7.8 – Схема вільного струменя

У соплі, з якого виходить струмінь, розташований її полюс P на відстані h_0 від його початкової (вихідного) перетину O . Промені, проведені з полюса через краї вихідного отвору, є зовнішніми границями струменя. За межами цих променів осьова швидкість струменя дорівнює нулю. Кут між променями дорівнює 2α .

У вільному струмені розрізняють початкову й основні ділянки. На початковій ділянці s_0 швидкість руху повітря по осі струменя залишається незмінною та рівною початковій швидкості ω_0 . Область струменя з постійною швидкістю називають її ядром (заштрихований конус). Починаючи від вершини цього конуса, йде основна ділянка, яка характеризується швидкостями, що зменшуються в міру віддалення струменя від осі.

Сопла можуть бути циліндричні, конічні, а також плоскі з прямокутним перетином (рис. 7.9). Для сопел однакової форми струмені, що виходять із них, є подібними.

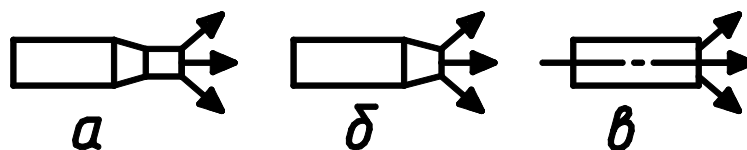


Рисунок 7.9 – Різні види сопел (насадок): а – циліндричне; б – конічне; в – плоске

Подібність струменів дозволяє визначати їхні параметри через один узагальнюючий критерій $\frac{a_T x}{d_0}$ для циліндричних сопел і $\frac{a_T x}{b_0}$ для плоских (a_T – коефіцієнт турбулентності, x – відстань від країв сопла до перетину, d_0 – діаметр сопла, b_0 – половина висоти плоского сопла).

Коефіцієнт турбулентності a_T характеризує інтенсивність перемішування повітря і залежить від форми сопла. Його чисельне значення складає для циліндричних сопел 0,076; конічних 0,066...0,071, плоских 0,09...0,12.

Формули для визначення параметрів вільних струменів приведені в табл. 7.1.

Кількість холодного повітря, яке необхідно подавати в охолоджуване приміщення через сопла, визначають за формулою

$$V_0 = \frac{Q_{об}}{\rho_k (i_k - i_l)}, \quad (7.1)$$

де V_0 – кількість холодного повітря, м³/с;

$Q_{об}$ – теплове навантаження на обладнання приміщення, яке охолоджується, Вт;

ρ_k – щільність повітря в камері, кг/м³;

i_k – тепловміст повітря охолоджуваного приміщення, Дж/кг;

i_l – тепловміст повітря, яке подається через сопло, Дж/кг.

Кількість повітря, яке подається в охолоджуване приміщення за допомогою різних сопел, визначають формулою для циліндричних сопел

$$V_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} n \omega_0; \quad (7.2)$$

для плоских сопел прямокутного перерізу

$$V_0 = 2b_0 \ln \omega_0, \quad (7.3)$$

де n – кількість сопел;

l – довжина сопла, м.

Задаючись початковою швидкістю виходу повітря із сопел (значення початкової швидкості для камер холодильної обробки не повинне перевищувати 20...25 м/с) і знаючи розміри одного сопла, можна з рівняння (7.3) знайти їхню кількість.

Надалі під час розрахунків параметрів вільних струменів необхідно перевірити технологічну швидкість і температуру в зоні розташування стегнової частини напівтуші, де швидкість руху повітря повинна складати $\omega_{xm} = 1...2$ м/с.

При підстановці значень у формули для середньої швидкості може не вийти рівності між правою і лівою частинами рівнянь, оскільки ці значення задавалися попередньо. Змінюючи величини ω_0 чи розміри сопел, варто домогтися рівності обох частин рівнянь (табл. 7.1), розрахувати струмінь необхідної далекобійності $\frac{x}{d_0}$ (або $\frac{x}{b_0}$) і визначити швидкість ω_0 , з якою повітря повинне виходити із сопла.

Таблиця 7.1 – Основні формули для розрахунку

Відносні показники	Сопло	
	циліндричне	плоске
Відстань від початкового перерізу до полюсу струменя $\left(\frac{h_0}{d_0} \text{ или } \frac{h_0}{b_0}\right)$	$\frac{0,145}{a}$	$\frac{0,41}{a}$
Тангенс бокового кута розширення струменя ($tg\alpha$)	$\frac{d_0}{2/t_0} \text{ или } \frac{a_T}{0,29}$	$\frac{b_0}{h_0} \text{ или } \frac{a_T}{0,41}$
Кількість повітря, яке рухається $\left(\frac{V_x}{V_0}\right)$	$4,36\left(\frac{a_T x}{d_0} + 0,145\right)$	$1,2\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}$
Швидкість		
осьова $\left(\frac{\omega_x}{\omega_0}\right)$	$\frac{0,48}{\frac{a_T x}{d_0} + 0,145}$	$\frac{1,2}{\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}} \quad (1)$
середня $\left(\frac{\omega_{ср}}{\omega_0}\right)$	$\frac{0,226}{\frac{a_T x}{d_0} + 0,145}$	$\frac{0,82}{\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}}$
Середня температура $\left(\frac{t_k - t_x}{t_k - t_1}\right)$; t_k – середня температура повітря в камері; t_x – температура наростання від кромки сопла; t_1 – температура повітря, яке подається в камеру	$\frac{0,226}{\frac{a_T x}{d_0} + 0,145}$	$\frac{0,82}{\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}}$

7.3.2. Основи розрахунку параметрів повітря, що рухається за закономірностями обмежених струменів

Струмінь, що розвивається в обмеженому обсязі, називають **обмеженим**. Струмінь, поданий у приміщення, інтенсивно втягує в рух навколишнє повітря і швидко збільшується в обсязі. На деякій відстані від сопла маси повітря починають відокремлюватися від струменя. У зв'язку з цим у приміщенні виникають зворотні потоки повітря. Слід зазначити, що через усмоктувальне вікно повітроохолоджувача видаляється тільки та кількість повітря, що подається в приміщення через сопла. Схема розвитку стиснутого струменя показана на рис. 7.10.

Параметри, які необхідно визначити для розрахунку обмеженого струменя, такі: безрозмірна відстань \bar{x} по осі струменя, безрозмірне відношення $\frac{\sqrt{F_n}}{d_0}$, відстань h_0 від крайки сопла до полюса, безрозмірна відстань \bar{x} у випадку налипання струменя на площу поверхні огороження.

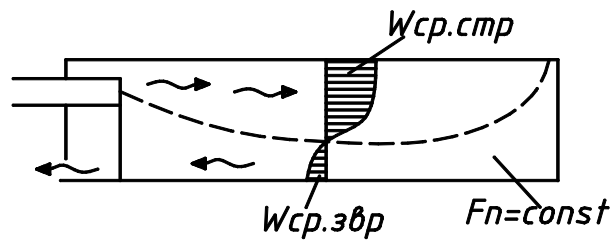


Рисунок 7.10 – Схема розвитку обмеженого струменя: $\omega_{ср.смп.}$ – середня швидкість струменя; $\omega_{ср.обр.}$ – середня швидкість потоку; F_n – площа поперечного перерізу приміщення

Безрозмірну відстань по осі струменя визначають за формулою

$$\bar{x} = \frac{a_T x}{\sqrt{F_n}}. \quad (7.4)$$

Відстань від країв сопла до полюса розраховують за рівнянням

$$h_0 = 0,145 - \frac{d_0}{a_T}.$$

У випадку налипання струменя на поверхню огороження безрозмірну відстань знаходять за формулою

$$\bar{x} = \frac{a_T x}{\sqrt{0,5F_n}}. \quad (7.5)$$

В охолоджуваних приміщеннях розвитку струменів перешкоджають не тільки огороження, але і вантажі, що знаходяться в них. У таких приміщеннях розвиток струменів підкоряється закономірностям обмежених струменів.

У рівняннях (7.4) і (7.5) під величиною F_n варто вважати площу поперечного перерізу приміщення, не зайнятого вантажем.

Площа струменя поступово зростає, і на відстані $\bar{x}=0,2...0,22$ відносний розмір $\frac{F_{смп}}{F_n} = 0,4...0,42$ ($F_{смп}$ – площа струменя). На цій же відстані кількість повітря, що проходить через перетин, досягає максимального значення

$$\left[\frac{V_{смп.}}{V_0} \cdot \frac{d_0}{\sqrt{F_n}} \right]_{max} = 0,55,$$

де $V_{смп.}$ – кількість повітря в струмені, м³/с.

Кількість повітря в струмені поступово зменшується і на відстані $\bar{x}=0,45...0,5$ стає рівною нулю. За $\bar{x}=0,2$ безрозмірна середня швидкість руху

зворотного потоку є максимальною

$$\left[\frac{\omega_{\text{ср.обр.}} \cdot \sqrt{F_n}}{\omega_0 d_0} \right]_{\text{max}} = 0,69.$$

Основні формули для розрахунку систем розподілу повітря, що формують обмежені струмені, наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Основні формули для розрахунку

№ з/п	Параметр	Вираз
1	Кількість повітря в струмені V_x	$\frac{V_0}{\sqrt{F_n}} = 0,178(10\bar{x})e^{12,1x-50x^2}$
2	Осьова швидкість ω_x	$\frac{\omega_x}{\omega_0} \cdot \frac{1,41A}{\sqrt{F_n} \bar{x}} e^{-0,01 \frac{\sqrt{F_n}}{d_0} \bar{x}} - 14,45 \left(\frac{\sqrt{F_n}}{d_0} \right)$
3	Середня швидкість руху повітря в струмені ω_{xm}	$\frac{\omega_{xm}}{\omega_0} \cdot \frac{\sqrt{F_n}}{d_0} = 0,247(10\bar{x})^2 e^{21,78\bar{x}-33\bar{x}^2}$
4	Середня швидкість зворотного потоку $\omega_{\text{ср.обр}}$	$\frac{\omega_{\text{ср.обр.}}}{\omega_0} \cdot \frac{\sqrt{F_n}}{d_0} = 11,3\bar{x} e^{-11,5\bar{x}+47\bar{x}^2-0,8\bar{x}^3} \quad (5)$
5	Площа, яку займає струмінь, $F_{\text{срп}}$	$\frac{F_{\text{срп.}}}{F_{\Pi}} = 0,565(10\bar{x}^3) e^{-9,68\bar{x}-12\bar{x}^2}$

У камерах зберігання продуктів необхідно забезпечити середню швидкість руху зворотного потоку наприкінці дії струменя. Абсолютне значення максимальної середньої швидкості руху зворотного потоку складає 1...1,5 м/с, а мінімальної – 0,3...0,5 м/с за $x = L_{\text{срп}}$ ($L_{\text{срп}}$ – гранична відстань від полюса струменя до кінця приміщення).

Цю відстань знаходять за формулою

$$L_{\text{срп}} \leq 4,6\sqrt{F_n}. \quad (7.6)$$

Мінімальну відстань від стелі до верха штабеля визначають за рівнянням

$$H_{\text{min}} = \frac{L_{\text{срп.}}^2}{21B}, \quad (7.7)$$

де H_{min} – відстань від стелі до верху штабеля, м;

B – ширина приміщення, яке обслуговується одним струменем, м.

Приймаючи значення середньої швидкості зворотного потоку, що рекомендується, й обчислюючи значення за формулою (7.5), необхідно домогтися

рівності обох частин рівняння середньої швидкості зворотного потоку (табл. 7.1), змінюючи значення величин ω_0 , d_0 і F_n .

Запитання до розділу

1. Які системи розподілу повітря застосовують у технологічному холодильному обладнанні?
2. За якими показниками оцінюються і порівнюються системи розподілу повітря?
3. У чому полягає суть вільного повітряного струменя? Наведіть схему розвинення вільного струменя.
4. Охарактеризуйте системи розподілу повітря з розвиненим вільним струменем.
5. Наведіть приклади практичного застосування систем розподілу повітря в камерах холодильної обробки харчових продуктів.
6. Які конструктивні особливості системи повітряного душування?
7. В яких випадках доцільно застосовувати тунельну систему розподілу повітря?
8. З якою метою в камерах холодильної обробки встановлюють удавану стелю?
9. Наведіть алгоритм для розрахунку параметрів повітря, що рухається, за закономірностями вільних струменів.
10. Які системи розподілу повітря використовуються в камерах зберігання харчових продуктів? Наведіть коротку характеристику кожної системи.
11. У чому полягає суть обмежених струменів?
12. Наведіть схему розвинення обмеженого струменя.
13. Наведіть алгоритм розрахунку параметрів повітря, що рухається, за закономірностями стиснених струменів.

РОЗДІЛ 8 ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

8.1. 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.

8.1.1. Обладнання камер із природним рухом повітря

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

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 душування, з міжрядними радіаційними батареями й детандерами.

Камери тунельного типу звичайно виконуються з подовжнім чи поперечним рухом повітря. Повітря охолоджується в повітроохолоджувачах, розміщення яких може бути нижнє, бічне і верхнє.

Будова камери тунельного типу з подовжнім рухом повітря показана на рисунку 8.1а. 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 у входу в тунель. Нерівномірність охолодження м'яса в тунелі складає 2...6 год.

Камера тунельного типу з поперечним рухом повітря показана на рис. 8.1б. Паралельно довгій стороні камери є перегородка, що поділяє камеру на два тунелі. Повітря, яке подається вентиляторами, після його охолодження в повітроохолоджувачах рухається в напрямку, перпендикулярному подовжній

осі тунелю.

Для рівномірного охолодження м'яса в камерах застосовують реверсивні вентилятори, що дозволяє змінювати напрямок руху повітря в тунелі (автоматично чи вручну). У цих камерах за температури повітря мінус 2°C та середній швидкості його руху 2...3 м/с тривалість охолодження напівтуш складає 16...18 год.

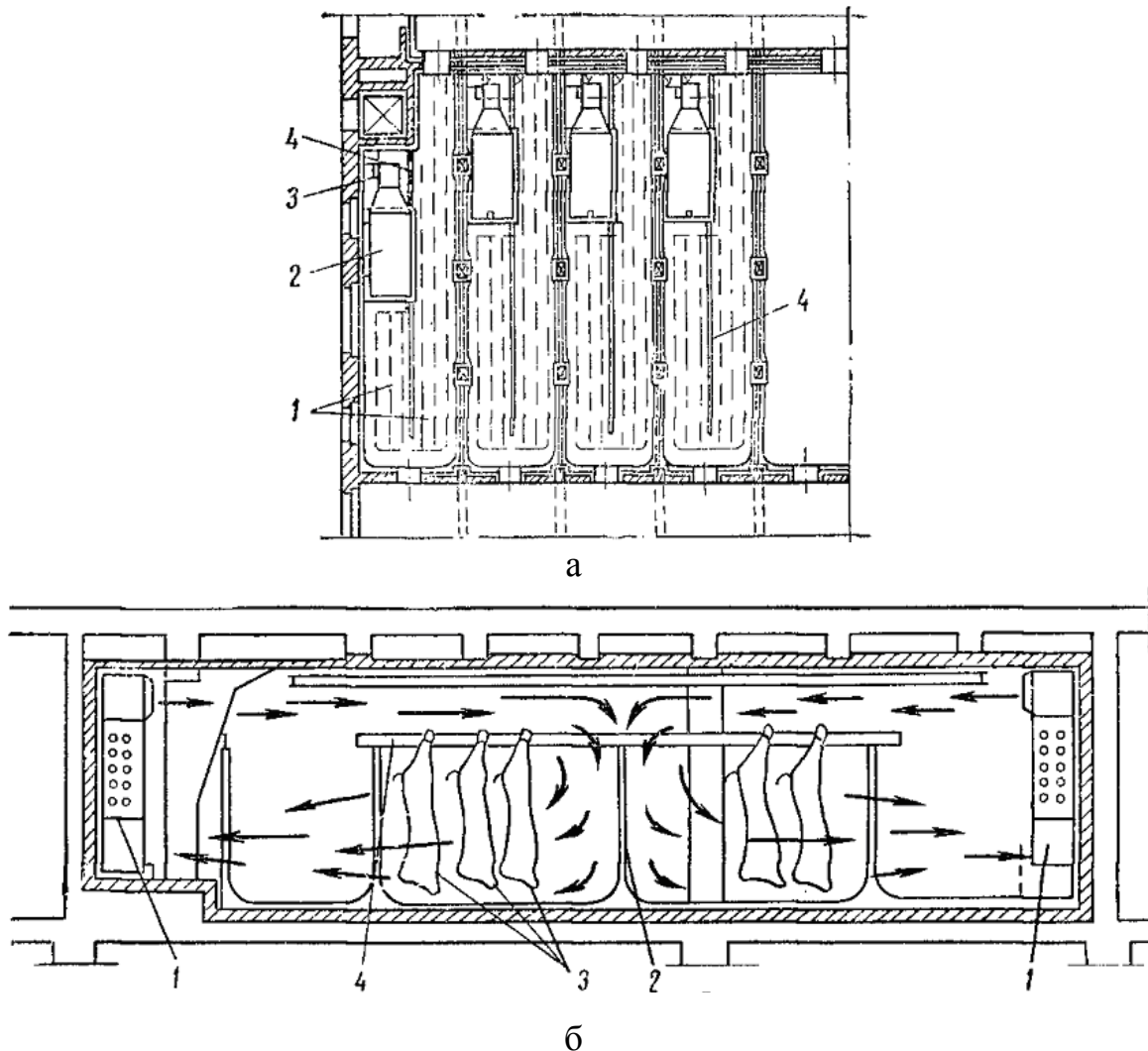


Рисунок 8.1 – Камери охолодження м'яса тунельного типу: а – з подовжнім рухом повітря: 1 – тунель; 2 – охолоджувач повітря; 3 – відцентровий вентилятор; 4 – перегородка; б – з поперечним рухом повітря: 1 – охолоджувач повітря; 2 – перегородка; 3 – охолоджувальні напівтуші м'яса; 4 – каркас підвісного шляху. Стрілки показують напрямок руху повітря

Камери з охолоджувачами повітря

У камерах охолодження м'яса з безканалною 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 безканалною системою розподілу повітря

показано на рисунку 8.2. Повітря, що засмоктується вентилятором із камери, проходить через охолоджувальні секції повітроохолоджувача, а потім через циліндричні сопла подається у верхню зону камери.

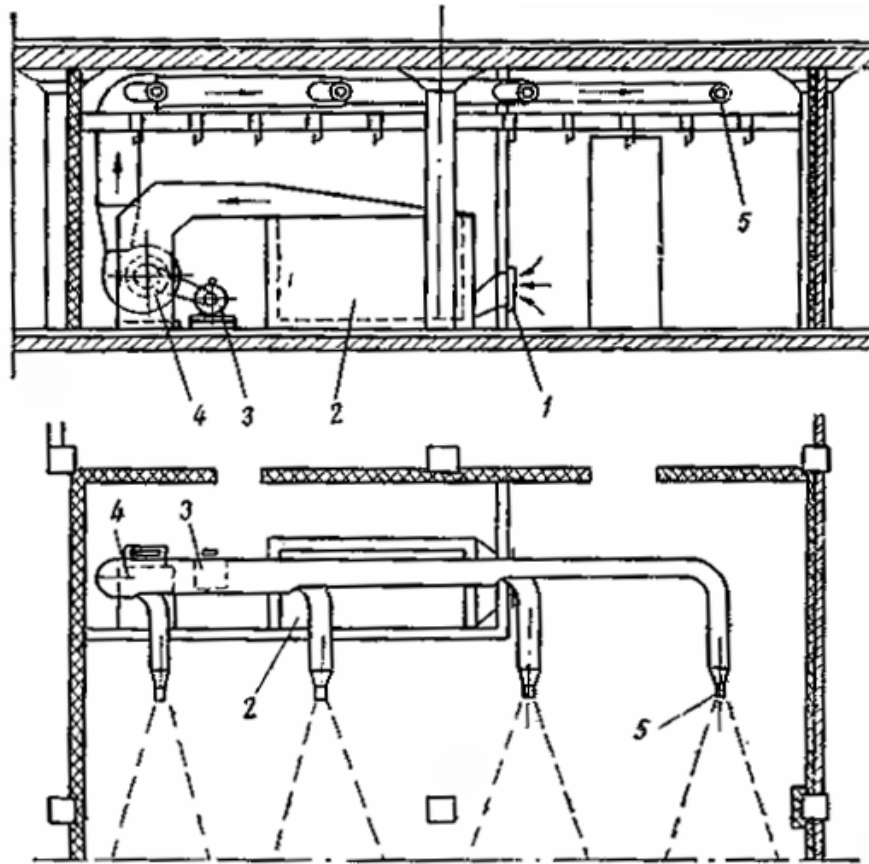


Рисунок 8.2 – Камера охолодження м'яса із сухими підлоговими повітроохолоджувачами та безканалною системою розподілу повітря: 1 – всмоктувальний патрубок; 2 – повітроохолоджувач; 3 – електродвигун; 4 – вентилятор; 5 – сопло

Переваги: простота обладнання, легкий і швидкий монтаж, нескладна експлуатація.

Недоліки: низька швидкість руху повітря в зоні розташування стегна напівтуші (0,4...0,6 м/с); нерівномірне охолодження напівтуш, розташованих у різних зонах камери; підвищена металоємність повітроохолоджувача (до 25 кг на 1 м² теплопередавальної площі поверхні). Крім того, повітроохолоджувачі займають близько 15% площі камери.

Камери із сухими повітроохолоджувачами та удаваною стелею показані на рис. 8.3.

Охоложене 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 привід вентиляторів.

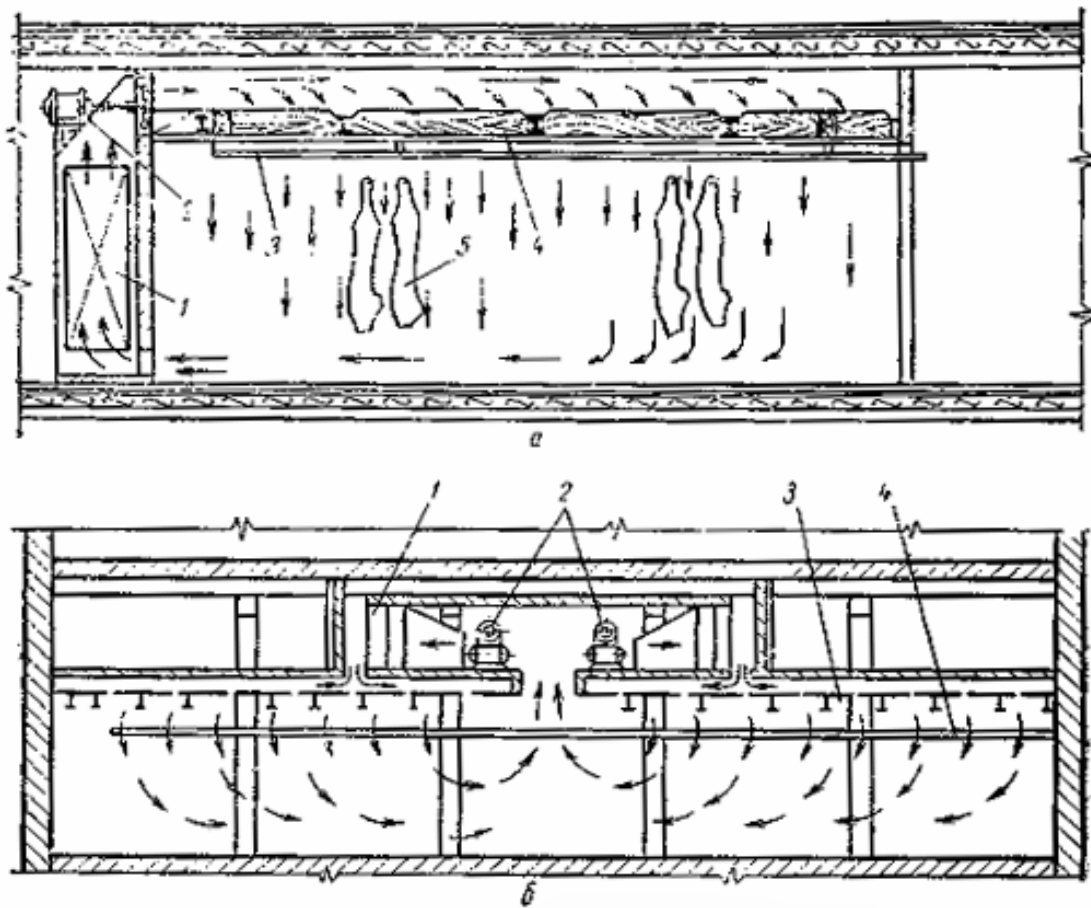


Рисунок 8.3 – Камера охолодження м'яса із сухими повітроохолоджувачами та удаваною стелею: а – з постаментним повітроохолоджувачем: 1 – постаментний повітроохолоджувач; 2 – вентилятор із електродвигуном; 3 – підвісний шлях; 4 – удавана стеля; 5 – охолоджувана туша; б – із стелевим повітроохолоджувачами: 1 – стелевий повітроохолоджувач із вентилятором; 2 – герметичний холодильний агрегат; 3 – удавана стеля; 4 – підвісний шлях. Стрілки показують напрямок руху повітря

Помірний аеродинамічний опір (200–400 Па) у циркуляційному кільці дозволяє застосовувати осьові вентилятори. Повітря розподіляється нерівномірно окремими нитками підвісного шляху і за довжиною камери. Значна частина повітря надходить у камеру не через сопла, а просочується через нещільності, що утворюються в підшивці удаваної стелі в результаті руху напівтуш підвісними шляхами. 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 приводить до нерівномірності швидкості руху повітря біля стегнових 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 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. 8.4) знаходяться

трубопроводи з форсунками для розприскування, піддон для збирання теплого холодоносія, нагнітальні та усмоктувальні вікна.

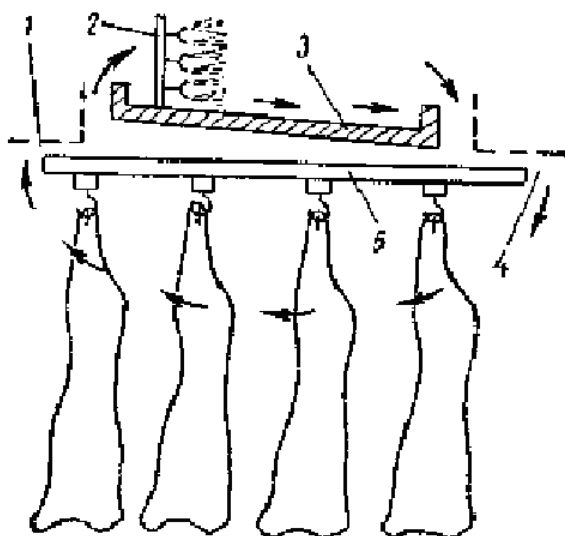


Рисунок 8.4 – Камера охолодження м'яса з мокрими повітроохолоджувачами: 1 – всмоктувальне вікно для виходу теплого повітря; 2 – трубопроводи з розбризкувальними форсунками; 3 – піддон; 4 – нагнітальне вікно для холодного повітря; 5 – балочний каркас підвісного шляху. Стрілки показують напрямки руху повітря

Повітря охолоджується в результаті прямого контакту з холодоносієм (розсіл). За допомогою форсунок холодоносія, температура якого $-8...-10^{\circ}\text{C}$, розприскується. У результаті контакту з холодоносієм охоложене й осушене повітря внаслідок зростання щільності через нагнітальне вікно направляється в камеру. Волога, що міститься в повітрі, поглинається холодоносієм, викликаючи його деконцентрацію. Теплий 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.

Компактні повітроохолоджувачі оснащені трубчастими електронагрівниками типу тенів, які встановлено в охолоджувальних секціях повітроохолоджувачів. За допомогою тенів проводять періодичне (вручну чи автоматично) відтавання й видалення снігової шуби з поверхні охолоджувальних секцій.

Переваги: мала металоємність (4...5 кг на 1 м^2 теплопередавальної поверхні), високий ступінь автоматизації, простота в монтажі й експлуатації.

Недоліки: для камер із компактними повітроохолоджувачами й зосередженою подачею повітря – тривалість охолодження напівтуш м'яса, значні енергетичні витрати на привід вентиляторів, підвищена усушка м'яса

і нерівномірність охолодження м'ясних напівтуш.

Камера, що обладнана **підлоговим повітроохолоджувачем** із великою теплопередавальною площею поверхні, показана на рис. 8.5а. Повітроохолоджувач розташований у центрі камери і поділяє її на дві частини. У камері створюються два циркуляційні кільця.

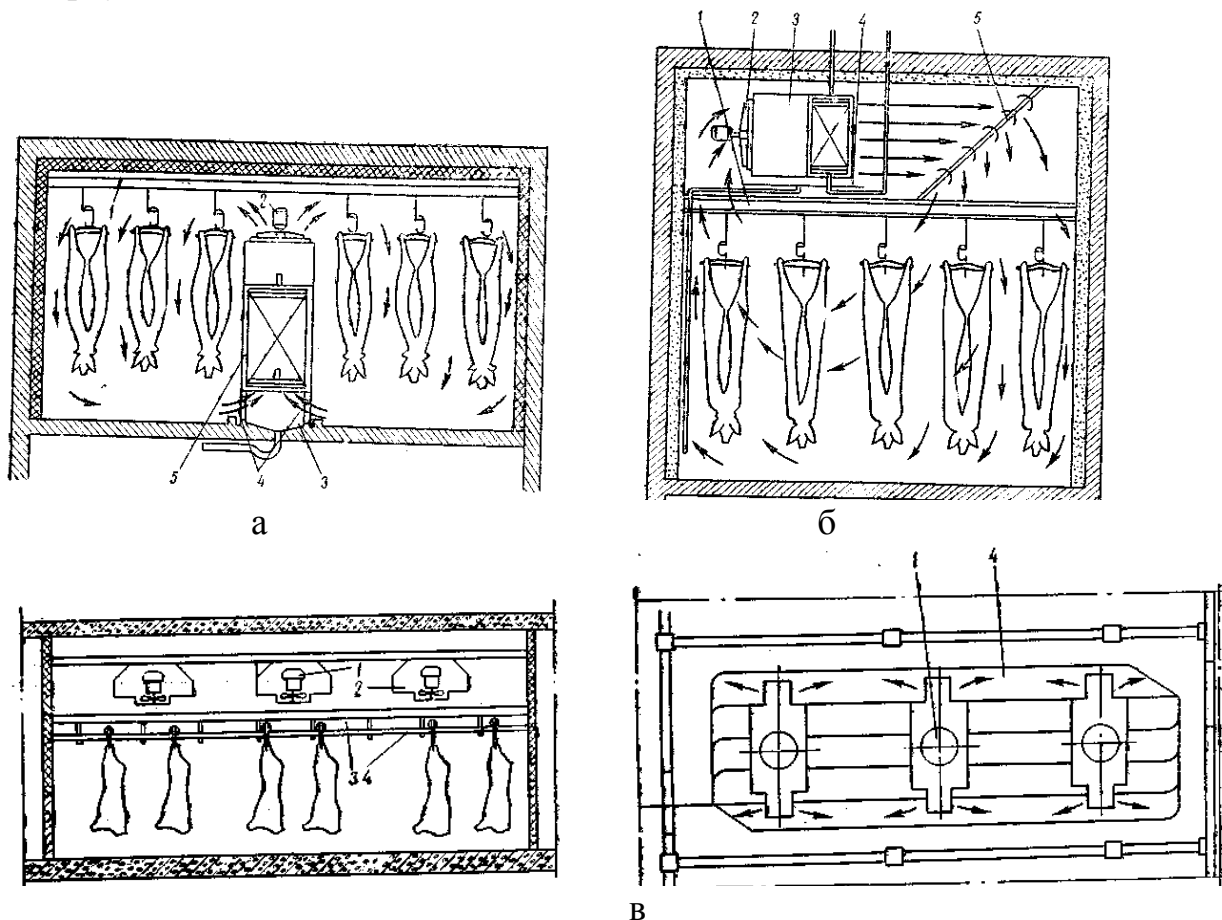


Рисунок 8.5 – Камери охолодження м'яса з компактними повітроохолоджувачами:
а – з підлоговим повітроохолоджувачем: 1 – каркас підвісного шляху; 2 – вентилятор; 3 – піддон для збирання води; 4 – всмоктувальне вікно; 5 – повітроохолоджувач; **б – із стелевим повітроохолоджувачем та напрямним апаратом для 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. Стрілки показують напрямок руху повітря

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. 8.5б).

У разі обладнання камер підвісними повітроохолоджувачами (рис. 8.5в) невеликої продуктивності їх рівномірно розосереджують у приміщенні й іноді поєднують у групи, що знаходяться в різних зонах камери.

У процесі холодильної обробки продуктів найбільш інтенсивно

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 приводить 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 при малому кроці 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 стегнової частини напівтуші 0,3...0,4 м/с тривалість охолодження напівтуш під час проведення проміжного відтавання зменшується на 20...25%.

Камери із системою повітряного душування

Камери охолодження м'яса можуть обладуватися системою **безпосереднього повітряного душування** охолоджуваних напівтуш, а також **системою душування через міжшляхові повітроохолоджувачі** (рис. 8.6). У камері із системою безпосереднього повітряного душування знаходяться повітроохолоджувачі з вентиляторами і системами повітроводів, які розташовані над каркасом підвісних шляхів чи під ним.

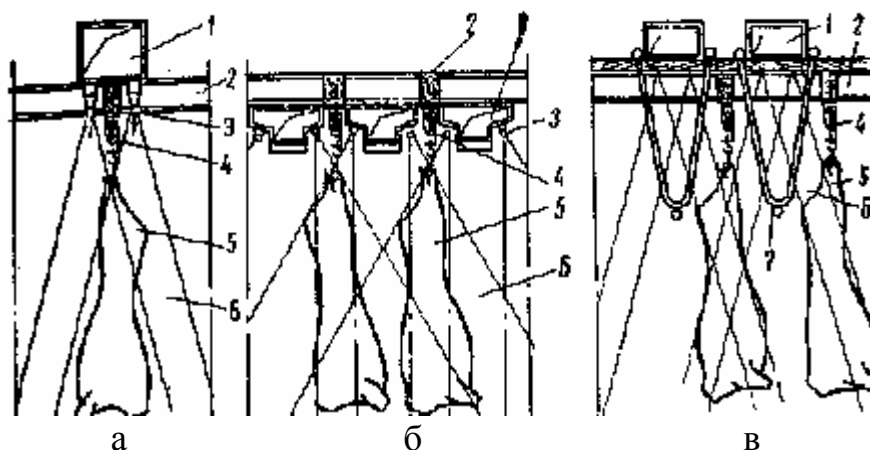


Рисунок 8.6 – Конструктивне оформлення схем повітряного душування:
а – через повітроводи, розташовані над каркасом підвісних шляхів; **б** – через повітроводи, встановлені під каркасом підвісних шляхів; **в** – через міжшляхові повітроохолоджувачі; **1** – душувальний повітровід; **2** – каркас підвісних шляхів; **3** – сопло; **4** – підвісний шлях; **5** – напівтуша; **6** – повітряний струмінь; **7** – охолоджувальний змійовик

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, мінус 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.

За **безпосереднього повітряного душування** подача повітря у повітроводи може бути одно- і двоступінчастою. Одноступінчасту подачу застосовують, якщо кожен повітровід має повітроохолоджувач (рис. 8.7).

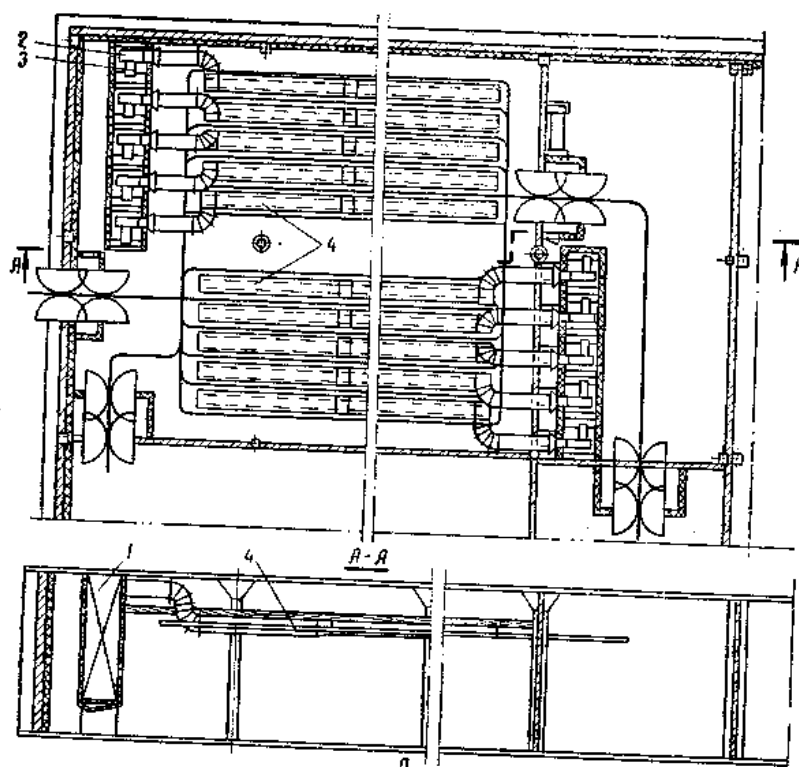


Рисунок 8.7 – Камера охолодження м'яса з системою повітряного душування: а – з одноступеневою подачею; 1 – повітроохолоджувач; 2 – вентилятор; 3 – електродвигун вентилятора; 4 – душуючий повітровод

За двоступінчастої подачі охоложене у центральному повітроохолоджувачі повітря вентилятором (чи вентиляторами) направляється спочатку у верхню зону камери (рис. 8.8), 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.

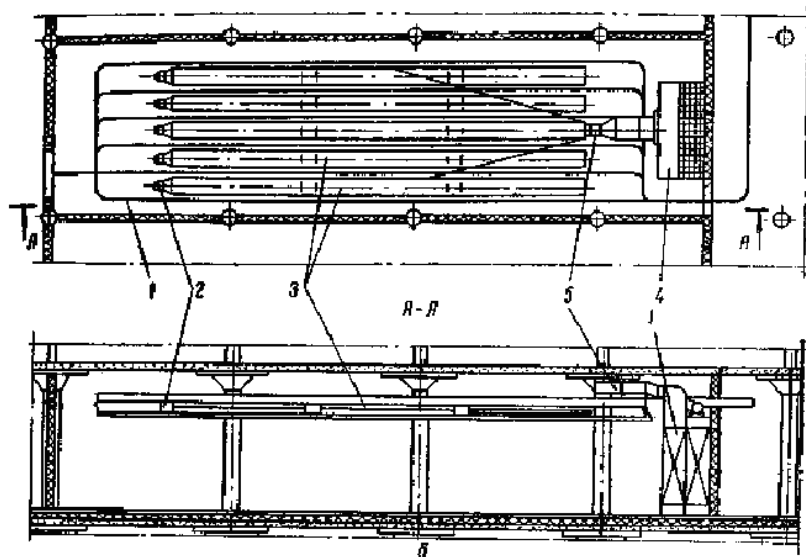


Рисунок 8.8 – Камера охолодження м'яса з системою повітряного душування з двохступінчастою подачею: 1 – підвісний шлях; 2 – вентилятор душувального повітропроводу; 3 – душувальний повітровід; 4 – повітроохолоджувач; 5 – сопло

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 повітропроводу), обладнаних індивідуальними вентиляторами, і міжшляхових повітроохолоджувачів, виконаних із гладких чи оребрених труб.

Камера, обладнана міжшляховими повітроохолоджувачами з гладких труб, показана на рис. 8.9.

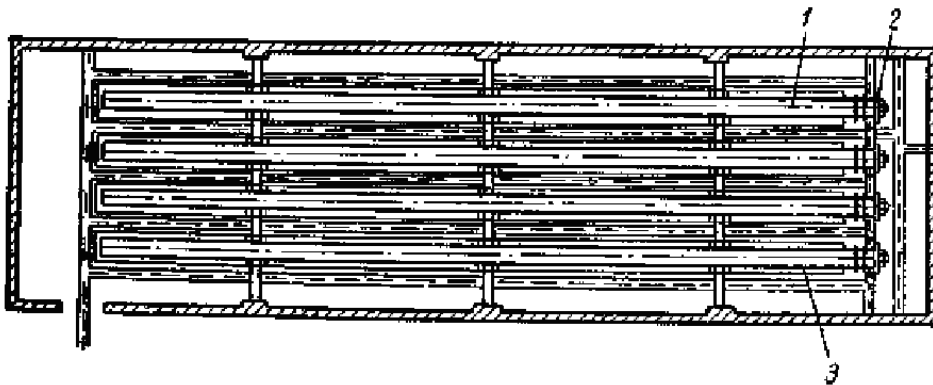


Рисунок 8.9 – Камера охолодження м'яса з міжшляховими повітроохолоджувачами з гладких труб: 1 – повітроводи з соплами; 2 – вентилятори з електродвигунами; 3 – батареї

Вентилятори всмоктують тепле повітря з камери, а потім подають його через сопла повітроводів спочатку на охолоджувальні змійовики 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 радіаційний теплообмін, тривалість охолодження м'яса в камерах із системами безпосереднього душування й душування через

міжшляхові повітроохолоджувачі приблизно однакова (14...16 год).

Переваги: міжшляхові повітроохолоджувачі не займають корисну площу підлоги камери, а за необхідності працюють як звичайні стельові батареї.

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

Камера з модернізованим міжшляховим повітроохолоджувачем показана на рис. 8.10. 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 обігривається, з розсікачем повітряного потоку, що направляє повітря до стегових частин охолоджуваних напівтуш.

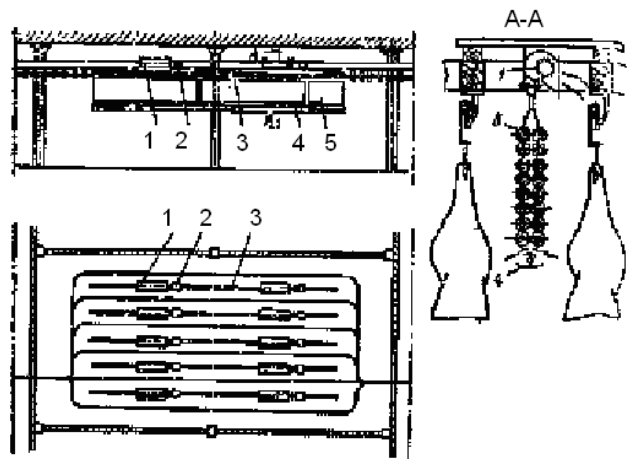


Рисунок 8.10 – Камера охолодження м'яса з системою повітряного душення через модернізований міжшляховий повітроохолоджувач: 1 – діаметральний вентилятор; 2 – електродвигун; 3 – нагнітальний патрубок; 4 – піддон; 5 – охолоджувальні секції

У камерах із модернізованими міжшляховими повітроохолоджувачами сумарна потужність електродвигунів вентиляторів у 1,3 разу менша, а кількість подаваного повітря в 1,7 разу 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.

8.1.2. Обладнання камер з примусовим рухом повітря

Камери з міжрядними радіаційними батареями

Характерною рисою обладнання камер охолодження м'яса, у яких використовується радіаційний тепловий потік, є наявність міжрядних радіаційних 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 стegovих частин.

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

Під час охолодження м'яса сумарний тепловий потік визначають за формулою

$$q = q_k + q_s + q_n, \quad (8.1)$$

де q – сумарний тепловий потік, Вт/м²;
 q_k – конвективний тепловий потік, Вт/м²;
 q_s – радіаційний тепловий потік, Вт/м²;
 q_n – тепловий потік під час випаровування вологи з поверхні охолоджуваного м'яса, Вт/м².

Величина теплового потоку залежить від значення коефіцієнта тепловіддачі.

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі визначається швидкістю руху повітря, що у свою чергу впливає на енергетичні витрати вентиляторів.

Зміна радіаційного теплового потоку показана на рис. 8.11.

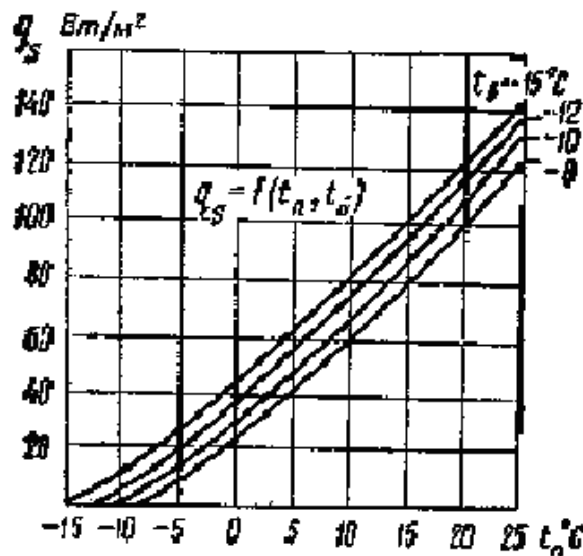


Рисунок 8.11 – Зміна радіаційного теплового потоку під час охолодження м'яса в камері з міжрядними радіаційними батареями

Температуру поверхні батарей за середньої температури кипіння холодильного агента $t_0 = -15^\circ\text{C}$ знаходять із залежності

$$t_6 = t_0 + (2 \div 3) = -15 + 3 = -12^\circ\text{C},$$

де t_6 – температура поверхні батарей, $^\circ\text{C}$;

2...3 – падіння температур у шарі снігової шуби, товщина якої не перевищує 5 мм, $^\circ\text{C}$.

Середня температура площі поверхні стегової частини напівтуші за швидкого її охолодження в камері з міжрядними радіаційними батареями складає 5...7°C.

Для цих умов (рис. 8.11) середнє значення радіаційного теплового потоку (за $t_n=5^\circ\text{C}$) дорівнює 55,8 Вт/м².

За оптимальної швидкості руху повітря в зоні стегової частини 1,5...2 м/с конвективний коефіцієнт тепловіддачі, обчислений за рівняннями подібності, складає 14...17,5 Вт/(м²·К), а величину конвективного теплового потоку за температури повітря в камері мінус 4°C знаходять за рівнянням

$$q_k = \alpha_k (t_n - t_k) = (14...17,5) \cdot (5 + 4) = 126 \div 157,$$

де α_k – конвективний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К).

Таким чином, у камерах із комбінованою системою охолодження радіаційний тепловий потік може складати 30...40% від конвективного. Крім того, використання радіаційного теплового потоку приводить до скорочення усушки.

За холодильної обробки напівтуш інтенсивність випаровування вологи з поверхні визначається залежністю

$$g_n = \beta F (p_n - p_k), \quad (8.2)$$

де g_n – вологий потік, кг/с;
 β – коефіцієнт масовіддачі;
 F – поверхня випаровування, м²;
 p_n – тиск насиченої водяної пари, Па;
 p_k – тиск водяної пари, Па.

Оскільки збільшення конвективного коефіцієнта тепловіддачі за зростання швидкості руху повітряного потоку приводить до зростання коефіцієнта масовіддачі, це спричиняє зростання інтенсивності випаровування вологи.

Будова камери з **міжрядними радіаційними батареями плавникового типу й повітроохолоджувачами** представлена на рис. 8.12а. Між рядами підвісних шляхів у верхній зоні камери (ємністю 50 т) розташовані міжрядні радіаційні 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, засмоктване 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: громіздкість і металоємність міжрядних радіаційних батарей, а також складність їхнього відтавання й відведення талої води.

Камера охолодження м'яса з міжрядними радіаційними батареями панельного типу показана на рис. 8.12б. 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 поталу воду збирають у піддони. Із них вода дренується через зливальні стояки, що обігріваються.

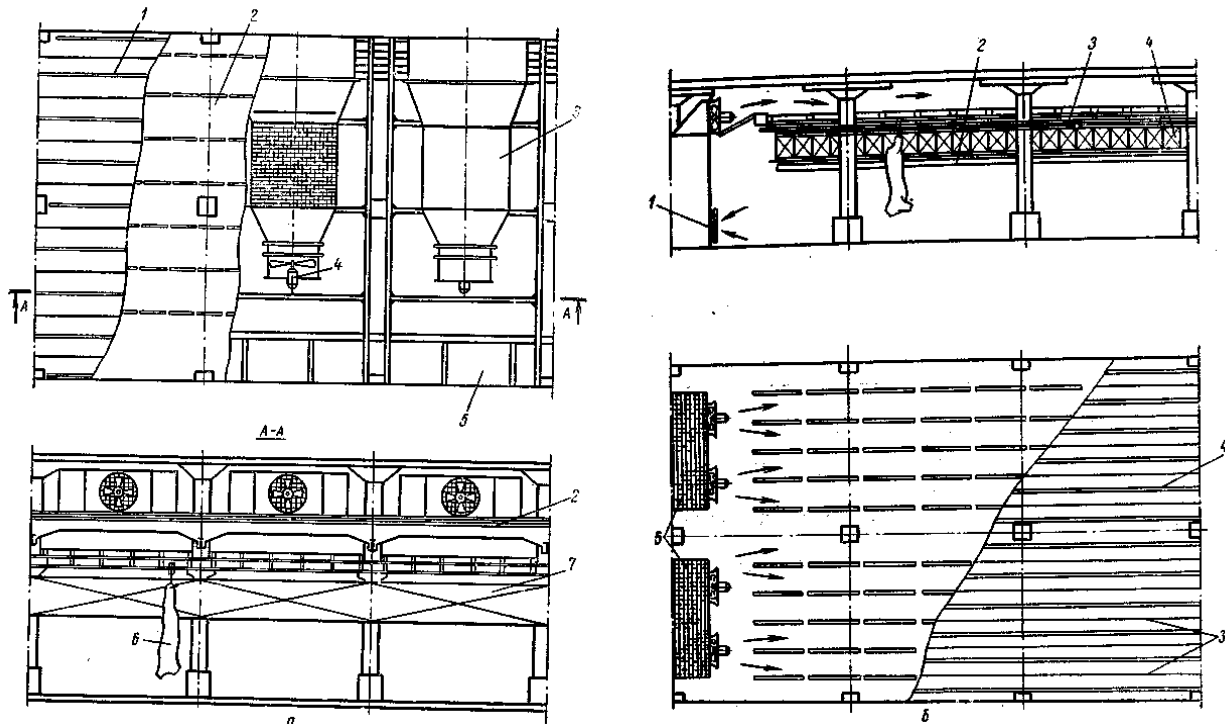


Рисунок 8.12 – Камера охолодження м'яса з міжрядними радіаційними батареями: а – плавникового типу: 1 – підвісний шлях; 2 – удавана стеля; 3 – повітроохолоджувач; 4 – осьовий вентилятор із електродвигуном; 5 – усмоктувальне вікно; 6 – охолоджувана напівтуша; 7 – міжрядна радіаційна батарея; б – панельного типу: 1 – усмоктувальне вікно; 2 – піддон; 3 – підвісний шлях; 4 – міжрядна радіаційна батарея; 5 – постаментний повітроохолоджувач

Конструкції камер із міжрядними радіаційними 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 радіаційними батареями. Обладнання такої камери (рис. 8.13) компактне, має малу металоємність, режим роботи просто автоматизується й програмується.

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

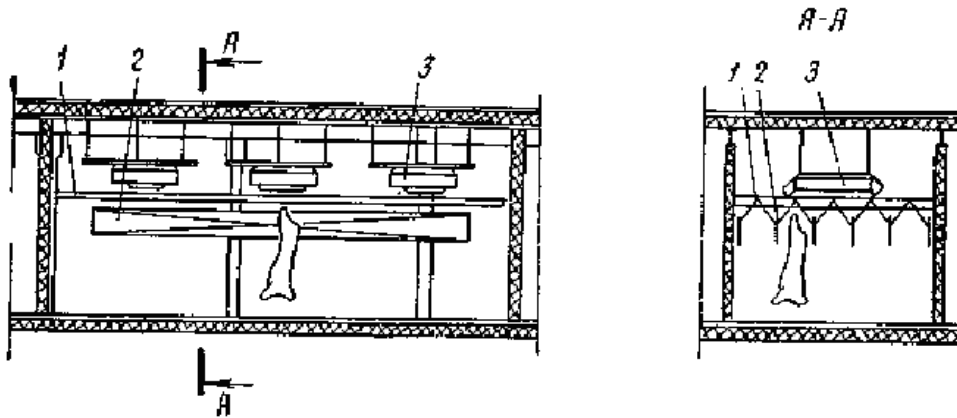


Рисунок 8.13 – Камера охолодження м'яса з підвісними повітроохолоджувачами та міжрядними радіаційними батареями: 1 – балка підвісного шляху; 2 – міжрядна радіаційна батарея; 3 – підвісний повітроохолоджувач

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

У камерах з детандерами охолодження повітря відбувається не в повітроохолоджувачах, а в детандерах. Принципова схема камери охолодження м'яса з детандером показана на рис. 8.14. Обладнання камери складається з вентилятора високого тиску (чи компресора), теплообмінника, детандера й повітроводів із соплами.

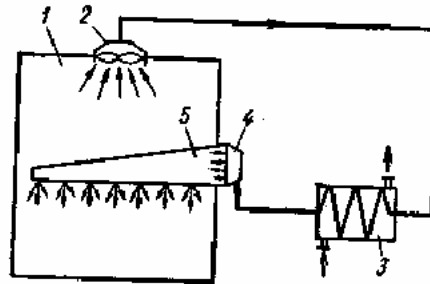


Рисунок 8.14 – Схема камери охолодження м'яса з детандером: 1 – камера; 2 – вентилятор високого тиску; 3 – теплообмінник; 4 – детандер; 5 – повітровід із соплами

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

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.

Недоліки: висока вартість обладнання, а також значні експлуатаційні витрати, пов'язані з підвищеною витратою електроенергії.

8.1.3. Основи розрахунку камер охолодження м'яса

Під час розрахунку камер охолодження потрібно визначити тривалість циклу холодильної обробки; ємність і розміри камери; теплове навантаження на холодильне обладнання; площу поверхні охолоджувальних приладів; кількість повітря, яке подається в камеру; аеродинамічний опір у циркуляційному кільці; потужність електродвигунів вентиляторів.

Тривалість циклу охолодження напівтуш м'яса в камерах визначають за формулою

$$\tau = 0,0962 \frac{c_0 \delta \rho}{\alpha_{np}} \left(\frac{t_{нач} - t_c}{t_{кон} - t_c} \right)^{1,5}, \quad (8.3)$$

де τ – тривалість циклу охолодження напівтуш, с;

c_0 – питома теплоємність м'яса, Дж/(кг·К);

δ – товщина бедреної частини напівтуші, м;

ρ – щільність м'яса, кг/м³;

α_{np} – приведений коефіцієнт тепловіддачі від поверхні м'яса, яке охолоджується Вт/(м²·К);

$t_{нач}$ – початкова температура в центрі бедра, °С;

t_c – середня температура повітря в камері за цикл охолодження, °С;

$t_{кон}$ – кінцева температура в центрі бедра після охолодження, °С.

Приведений коефіцієнт тепловіддачі знаходять за рівнянням: для повітряної системи охолодження (камери з повітроохолоджувачами та з системою повітряного душення)

$$\alpha_{np} = \alpha_k + \alpha_n; \quad (8.4)$$

для повітряно-радіаційної системи охолодження (камери з міжрядними радіаційними батареями)

$$\alpha_{np} = \alpha_k + \alpha_n + \alpha_s; \quad (8.5)$$

де α_n – коефіцієнт тепловіддачі при випаровуванні вологи з поверхні охолоджуваних напівтуш, Вт/(м²·К);

α_s – радіаційний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К).

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі знаходять із критеріального рівняння

$$\frac{\alpha_k \delta}{\lambda_B} = 0,33 Re^{0,58}, \quad (8.6)$$

де λ_B – теплопровідність повітря, Вт(м·К);
 Re – критерій Рейнольдса;

$$Re = \frac{\omega \delta}{\nu_B}, \quad (8.7)$$

ν_B – кінематична в'язкість повітря, м²/с.

Коефіцієнт тепловіддачі за випаровування вологи з поверхні залежить від абсолютної витрати маси напівтуші в процесі охолодження

$$\alpha_n = \frac{\Delta G r}{F(t_n - t_c)\tau}, \quad (8.8)$$

де ΔG – витрати маси напівтуші за її охолодження, кг: $\Delta G = \frac{G_T g_0}{r F \tau}$;

G_m – маса напівтуші, яка поступає в камеру для охолодження, кг;

g_0 – усушка продукту, %;

r – питома теплота фазового перетворення, Дж/кг;

F – площа поверхні напівтуш, м²;

τ – тривалість циклу охолодження, задається попередньо.

У камерах охолодження м'яса з повітряно-радіаційною системою величину коефіцієнта тепловіддачі випаровуванням приймають $\alpha_n = 1,4 - 1,5$ Вт/(м²/К).

Радіаційний коефіцієнт тепловіддачі визначають за залежністю:

$$\alpha_s = 3,78 \theta,$$

де θ – коефіцієнт, який залежить тільки від температурного режиму роботи камери охолодження;

$$\theta = \frac{\left(\frac{T_n}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_\sigma}{100}\right)^4}{t_n - t_\sigma}, \quad (8.9)$$

де T_n – температура площі поверхні бедреної частини напівтуші, К;

T_σ – температура площі поверхні батарей, К.

Тривалість охолодження напівтуш м'яса можна також обчислити за закономірностями регулярного режиму:

$$\tau = \frac{1}{m} \ln \frac{t_{\text{нач}} - t_c}{t_{\text{кон}} - t_c}, \quad (8.10)$$

де m – темп охолодження, год⁻¹, $m = M \cdot m_{\infty}$, (8.11)

M – критерій теплової інерції тіла;

m_{∞} – граничне для даного тіла значення m за $\alpha \rightarrow \infty$; $M = \psi H$;

ψ – коефіцієнт, який характеризує нерівномірність температурного поля;

H – критерій впливу зовнішнього середовища;

$$H = \frac{\alpha_{np}}{\lambda} K \frac{F}{V}, \quad (8.12)$$

λ – теплопровідність тіла, Вт/(м·К);

K – коефіцієнт форми тіла, м²;

V – обсяг тіла, м³.

Залежність M от H представлена на рис. 8.15.

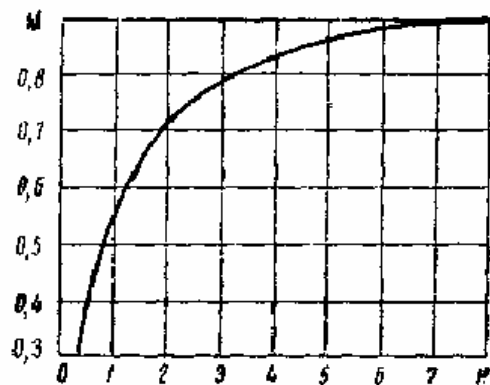


Рисунок 8.15 – Залежність M от H

Постійні, які входять у рівняння (8.11) та (8.12), рівні $m_{\infty} = 0,181ч^{-1}$;
 $K = 0,0026 м^2$; $V / F = 0,073 м$.

Ємність камери залежить від продуктивності та тривалості циклу охолодження

$$G = \frac{G' \tau_{ц}}{24}, \quad (8.13)$$

де G – ємність камери, т;

G' – продуктивність камери, т на добу;

$\tau_{ц}$ – тривалість циклу охолодження, год;

$$\tau_{ц} = \tau + \tau_{з.в.}, \quad (8.14)$$

$\tau_{з.в.}$ – тривалість завантаження та вивантажування камер з періодичним завантаженням та вивантажуванням, год.

Площу підлоги камери визначають за формулою

$$F_c = \frac{G}{g_F}, \quad (8.15)$$

де F_c – будівельна площа камери, м²;

g_F – норма навантаження, віднесена до 1 м² будівельної площі камер, кг/м² (225...250 кг/м²).

Довжину підвісних шляхів знаходять із виразу

$$L_n = \frac{G}{g_l}, \quad (8.16)$$

де L_n – довжина підвісних шляхів, м;

g_l – норма навантаження, віднесена до 1 м підвісного шляху, кг/м (280 кг/м).

Теплове навантаження на холодильне обладнання камери визначають за рівнянням

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_4 \quad (8.17)$$

де Q_0 – теплове навантаження на холодильне обладнання, Вт;

Q_2 – теплоприплив від охолоджуваного м'яса, Вт;

Q_4 – експлуатаційний теплоприплив від роботи електродвигунів вентиляторів, який орієнтовно можна прийняти (0,1...0,2) Q_0 , Вт.

Площа поверхні охолоджуючих приладів залежить від систем охолодження камер.

Площа поверхні повітроохолоджувачів для камер із повітряною системою розраховують за формулою

$$F_{no} = \frac{Q_0}{k_0 \Delta t_m}, \quad (8.18)$$

де F_{no} – площа поверхні повітроохолоджувача, м²;

k_0 – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувачів, Вт/(м²·К);

Δt_m – середньологарифмічна різниця температур повітря та кипіння холодильного агента, °С.

Площу поверхні міжрядних радіаційних батарей для камер із повітряно-радіаційною системою охолодження розраховують за формулою

$$F_{\sigma} = l_{\sigma} f_{n.m}, \quad (8.19)$$

де F_{σ} – площа поверхні міжрядних радіаційних батарей, м²;
 l_{σ} – сумарна довжина батарей, які встановлені в камері, м;
 $f_{n.m}$ – теплопередавальна площа поверхні 1 м радіаційної батареї, м².

Тоді кількість тепла, яке відводиться міжрядними радіаційними батареями, складе

$$Q_{\sigma} = F_{\sigma} q_F, \quad (8.20)$$

де Q_{σ} – кількість тепла, яке відводиться міжрядними радіаційними батареями, Вт;

F_{σ} – площа поверхні радіаційної батареї в камері, м²;
 q_F – знімання тепла міжрядних радіаційних батарей, Вт/м² (95...120 Вт/м²).

Теплове навантаження на повітроохолоджувач у камерах із повітряно-радіаційною системою визначають за рівнянням

$$Q'_0 = Q_0 - Q_{\sigma}, \quad (8.21)$$

де Q'_0 – теплове навантаження на повітроохолоджувач, Вт.

Теплопередавальну площу поверхні повітроохолоджувача також знаходять за рівнянням (8.18).

Кількість повітря, яке подається в камеру, залежить від швидкості руху повітряного потоку в зоні бедреної частини напівтуші та системи розподілу повітря.

Початкову швидкість повітря, яке виходить із сопла, визначають за рівнянням (8.22).

Для плоских сопел, наприклад

$$\left(\frac{\omega_x}{\omega_0} \right) = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}}. \quad (8.22)$$

Тоді кількість повітря, яке направляється в камеру, складе

$$V_0 = \omega_0 F_{uc}, \quad (8.23)$$

де F_{uc} – сумарна площа всіх щілин (сопел);

$$F_{щ} = n f_{щ}, \quad (8.24)$$

де $f_{щ}$ – площа однієї щілини (сопла), м².

Після визначення площі теплопередавальної поверхні повітроохолоджувача й кількості повітря, яке подається в камеру, підбирають повітроохолоджувач. У тому випадку, якщо промислові зразки не можна застосувати, необхідно скомпонувати нестандартний повітроохолоджувач. Компонування повітроохолоджувача (повітроохолоджувачів) проводять залежно від діаметра труб, які використовуються для виготовлення охолоджувальних секцій, типу їхнього орєбрення, відстані між трубами в пучку, перетину каналу повітроохолоджувача, а також від типу й марки вентиляторів. Останні залежать від кількості охолодженого повітря, яке подається в камеру, і аеродинамічного опору в циркуляційному кільці.

Аеродинамічний опір у циркуляційному кільці складається з падіння тиску на подолання місцевих опорів (секції повітроохолоджувача, повороти, сопла, вентилятор, дифузор) і втрати напору на тертя в каналах.

Потужність електродвигунів вентиляторів визначають за формулою

$$Ne = \frac{V_e \Delta P}{\eta}, \quad (8.25)$$

де Ne – потужність електродвигунів, кВт;

ΔP – аеродинамічний опір під час руху повітря в циркуляційному кільці,

Па;

η – ККД вентилятора.

Після визначення потужності електродвигунів вентиляторів порівнюється дійсний теплоприплив від їхньої роботи з теплоприпливом, орієнтовно прийнятим під час розрахунку камери, а потім уточнюють теплове навантаження та площу поверхні охолоджувальних приладів.

8.1.4. Порівняльні показники камер охолодження м'яса

Камери охолодження м'яса характеризуються абсолютними й питомими показниками (табл. 8.2). До абсолютних показників відносять площу підлоги, ємність камери, тривалість охолодження, площу поверхні охолоджувальних приладів, потужність електродвигунів вентиляторів, кратність циркуляції й усушку, а до питомих – 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. найбільш ефективними 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.

Таблиця 8.2 – Порівняльні показники камер охолодження м'яса

Показники	Камери		
	із сухими підвісними повітроохолоджувачами	із системою повітряного душування	із повітряно-радіаційною системою
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 радіаційних 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 затрати 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 привід вентиляторів повітроохолоджувачів, кВт·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
Продуктивність камери, т на рік	2200	4860	9300
Питомий теплопрплив від охолодження м'яса з урахуванням теплопрпливу через огороження та від електродвигунів вентиляторів, МДж на 1 т виробленого м'яса	148	138	130

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 вентиляторів підвищується через необхідність створення підвищеного статичного напору перед соплами. У камерах із повітряно-радіаційною 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 радіаційними 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-радіаційною системою, вони є найбільш економічними.

8.2. Обладнання для 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, льодо-водяною сумішшю, а також у вакуумі) застосовують баки й ванни, устаткування для охолодження риби водою і льодо-водяною 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.

Кількість льоду, яка необхідна для охолодження риби, визначають за формулою

$$G_{\text{л}} = \frac{G_{\text{р}} c_{\text{р}} (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}) 1,2 a'}{r_{\text{л}}}, \quad (8.26)$$

де $G_{\text{л}}$ – кількість льоду, кг;

$G_{\text{р}}$ – маса риби;

$c_{\text{р}}$ – питома теплоємність риби, Дж/(кг·К);

1,2 – коефіцієнт запасу льоду, який залишається в кінці процесу охолодження та зберігання;

a' – коефіцієнт, який урахує додаткові теплоприпливи та виробничі витрати льоду (1,5...2);

r_l – теплота плавлення льоду, Дж/кг.

8.2.1. *Обладнання для охолодження риби водою чи льодо-водяною 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 РБ-150 складається з трубчастого рибоохолоджувача, випарника, циркуляційного насоса для перекачування холодоносія та водяного насоса (рис. 8.16).

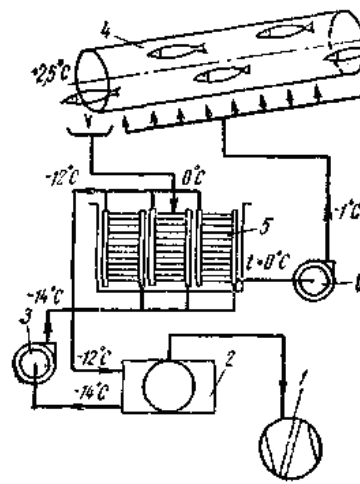


Рисунок 8.16 – Система попереднього охолодження риби з трубчастим рибоохолоджувачем: 1 – компресор; 2 – випарник; 3 – циркуляційний насос; 4 – трубчастий рибоохолоджувач; 5 – водоохолоджувач; 6 – водяний насос

За допомогою лотка дрібну рибу направляють у трубчастий рибоохолоджувач, виконаний із труби діаметром 362×2,5 мм із гідравлічним завихрювачем (рис. 8.17), через який вода подається в трубчастий рибоохолоджувач.

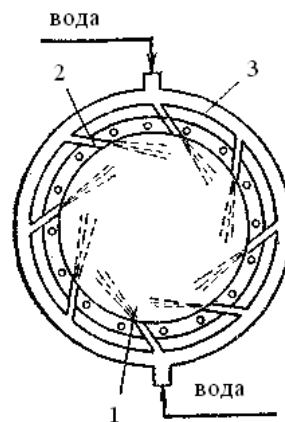


Рисунок 8.17 – Гідравлічний завихрювач: 1 – трубопровід рибної пульпи; 2 – тангенціальні отвори; 3 – кільцева камера

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

Переваги: швидке охолодження улову.

Недоліки: необхідність переміщення великої кількості води (співвідношення води й риби 10:1) приводить до зростання витрати електроенергії на привід водяних насосів.

Система попереднього охолодження риби з рибоохолоджувачами, виконаними у виді цистерн, представлена на рисунку 8.18. До складу системи входять дві цистерни (місткість по 4,5 м³), фільтри грубого й тонкого очищення води, водоохолоджувач, циркуляційні насоси, солеконцентратор і водонагрівач.

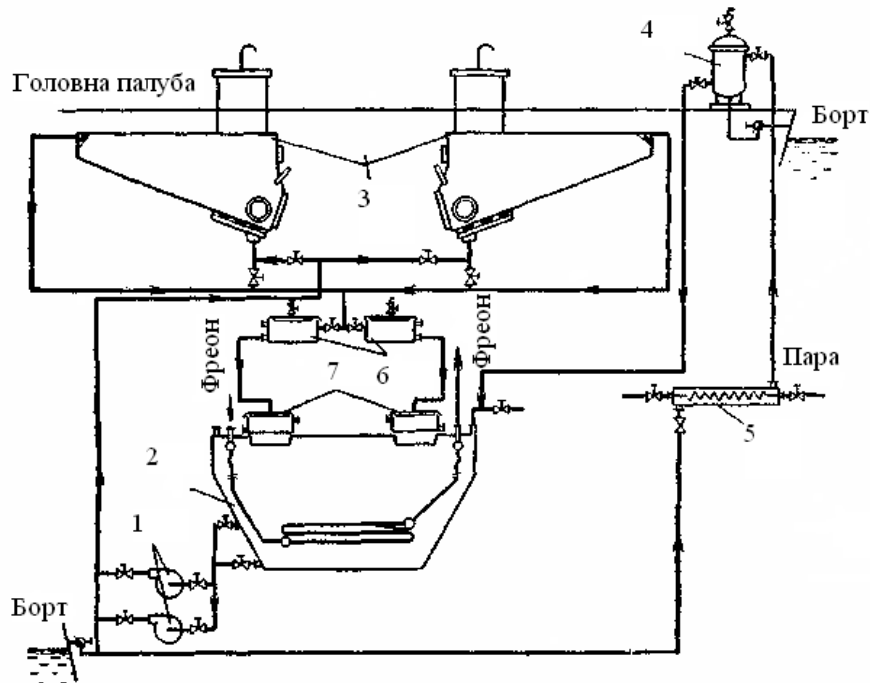


Рисунок 8.18 – Система попереднього охолодження риби з рибоохолоджувачем, виконаним у вигляді цистерн: 1 – циркуляційні насоси; 2 – водоохолоджувач; 3 – цистерни для охолодження риби; 4 – солеконцентратор; 5 – водонагрівач; 6 – фільтри грубого очищення; 7 – фільтри тонкого очищення

Велику рибу (тріска, морський окунь) направляють у цистерни, де холодна морська вода циркулює зі швидкістю 0,2...0,4 м/с. Ухил 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.

Солеконцентратор 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

трьох чи у твіндеки, температура повітря в яких 0°C .

Недоліки: складна експлуатація (фільтри швидко засмічуються і їх необхідно чистити чи замінити), підвищена витрата електроенергії, відсутність засобів механізації вивантаження охолодженої риби.

Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді (рис. 8.19) складається з пластинчастого конвеєра, циркуляційного насоса, водоохолоджувача й водяних трубопроводів.

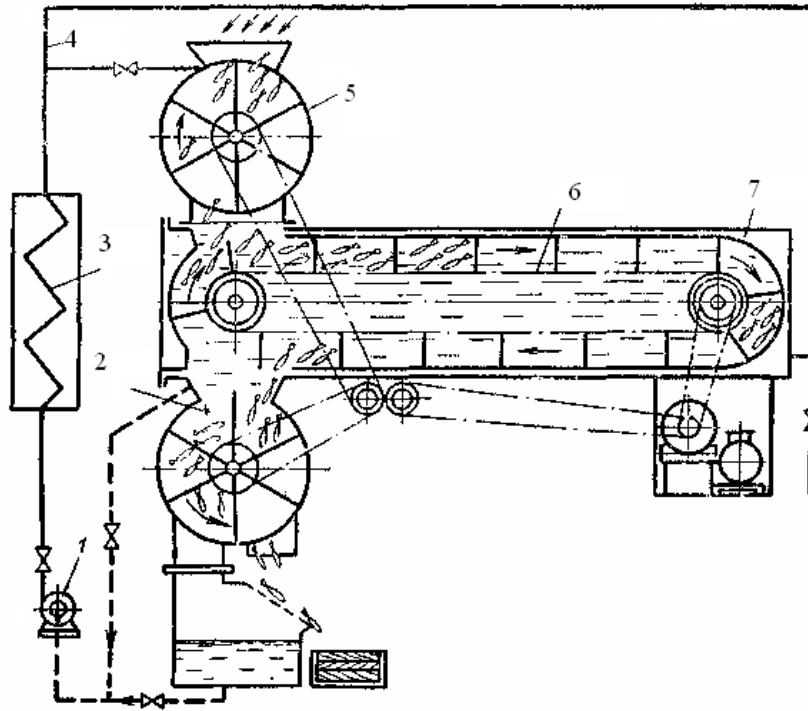


Рисунок 8.19 – Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді: 1 – циркуляційний насос; 2 – розвантажувальний золотник; 3 – водоохолоджувач; 4 – водяні трубопроводи; 5 – завантажувальний золотник; 6 – пластинчатий конвеєр; 7 – закритий бункер

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.

На невеликих промислових судах обладнання систем попереднього

охолодження риби (рис. 8.20) 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 відділюється риба 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. 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.

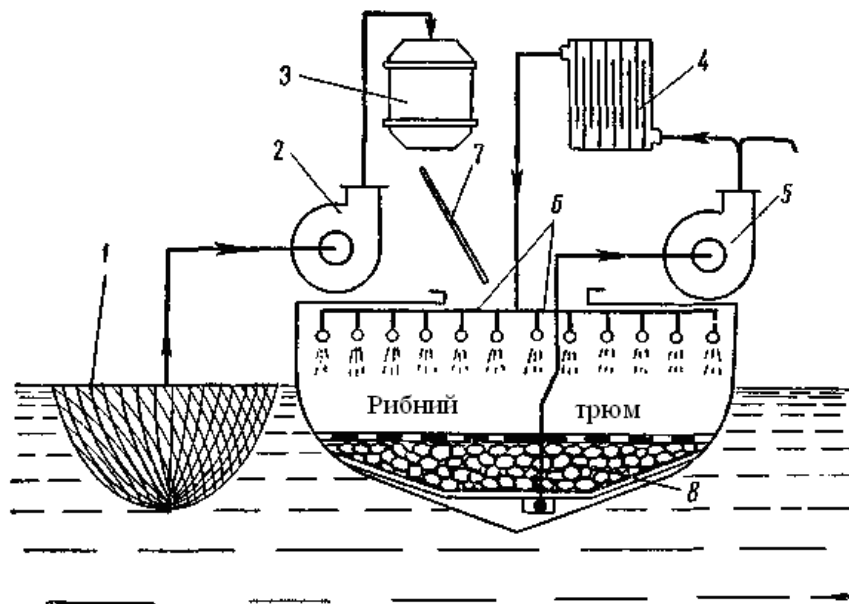


Рисунок 8.20 – Система попереднього охолодження риби зрошенням для невеликих промислових суден: 1 – сітка (трал); 2 – рибонасос; 3 – водовідділювач; 4 – фільтр; 5 – циркуляційний насос; 6 – зрошувальні трубопроводи; 7 – лоток для подання риби в трюм; 8 – генератор холоду

Переваги: простота і мала металоємність, невеликі енергетичні витрати.

Недоліки: нераціональне використання ємності трюму, необхідність запасу значної кількості водяного льоду, можливість бактеріального зараження риби, корозія металевих конструкцій трюму.

Обладнання **системи охолодження риби транспортного судна** складається з випарника, батарей для охолодження води, зрошувальних трубопроводів, фільтра, циркуляційного насоса та насоса холодоносія (рис. 8.21).

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.

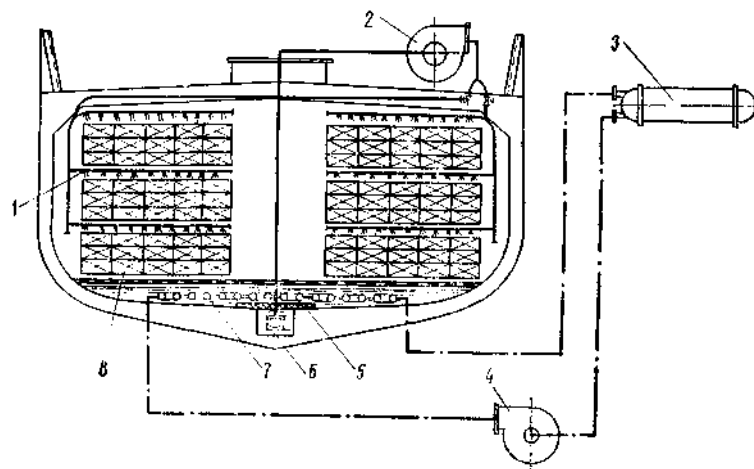


Рисунок 8.21 – Система попереднього охолодження зрошенням для транспортного судна: 1 – зрошувальні трубопроводи; 2 – циркуляційний насос; 3 – випарник; 4 – насос холодоносія; 5 – фільтр; 6 – приймальний колодязь; 7 – батареї для охолодження води; 8 – ящики з рибою

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

Недоліки: тривалість процесу охолодження, підвищені витрати електроенергії й металу, а також сильна корозія металевих конструкцій трюму.

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.

Система попереднього охолодження риби зрошенням на сітчастому транспортері (рис. 8.22а) складається із сітчастого транспортера, зрошувальних трубопроводів, випарника та циркуляційного насоса.

Через завантажувальний бункер риба, що знаходиться в пересувних лотках, попадає на верхній ярус сітчастого транспортера 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.

Система попереднього охолодження риби зрошенням на кроковому транспортері (рис. 8.22б) складається зі зрошувальних трубопроводів, фільтра та циркуляційного насоса.

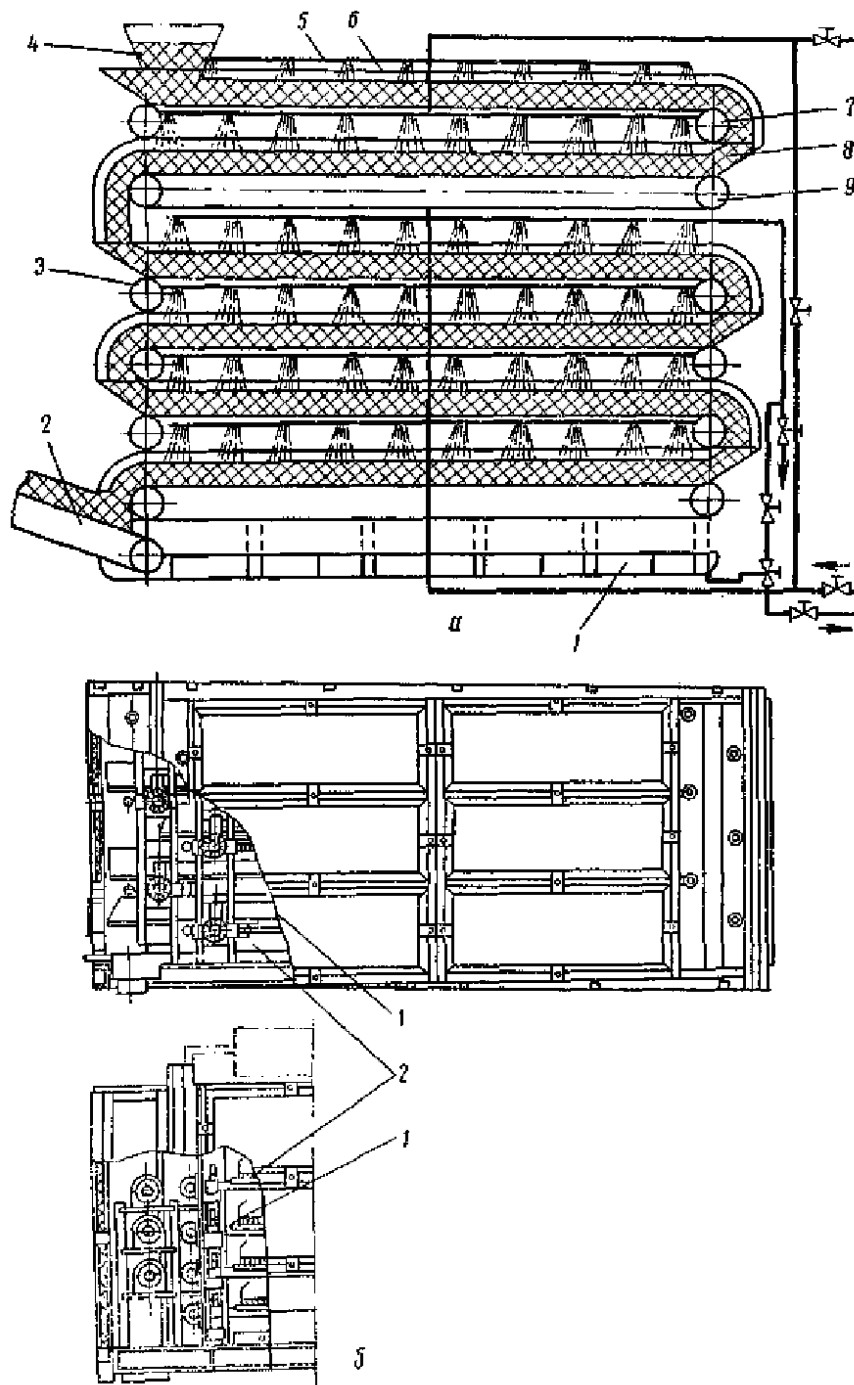


Рисунок 8.22 – Система попереднього охолодження риби на транспортері:
а – на сітчастому: 1 – піддон; 2 – транспортер вивантаження охолодженої риби;
 3, 7, 9 – сітчасті транспортери; 4 – завантажувальний булкер; 5 – зрошуючі трубопроводи;
 6, 8 – перепускні лотки; **б – на кроковому:** 1 – зрошуючі трубопроводи; 2 – кроковий транспортер

Через завантажувальний люк рибу після сортування подають на полотнину верхнього ярусу крокового транспортера. Шість ярусів крокового транспортера розташовані один над іншим. Кожен ярус зміщений щодо ярусу, розташованого нижче. Ярус крокового транспортера виконаний із нерухомої і рухливої рами. Нерухома рама – це зварена конструкція, виконана з труб прямокутного перетину. Рухливі рами приводяться в рух щодо нерухомих

трьома електродвигунами 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 охолоджувальної площі поверхні самого крокового транспортера. Для цього в труби крокового транспортера подається холодна вода.

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.

Отеплена 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 обсягів 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°С нераціональне, тому що охолоджувальні батареї починають обмерзати льодом, у результаті чого різко знижується ефективність теплообміну. Підвищення інтенсивності теплообміну внаслідок збільшення швидкості руху води в баці приводить 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. 8.23).

Лопатевий механічний турбулізатор призначений для створення підвищеної швидкості руху води в системі. Електродвигун надає руху валу із турбулізатором.

У кільцевій сорочці циліндричного водоохолоджувача кипить аміак, охолоджуючи воду.

Під впливом обертального вихрового руху води її рівень у стінок водоохолоджувача підвищується, а біля осей турбулізатора утворюється воронка.

Нагнітальним трубопроводом вода переливається з водоохолоджувача в бункер.

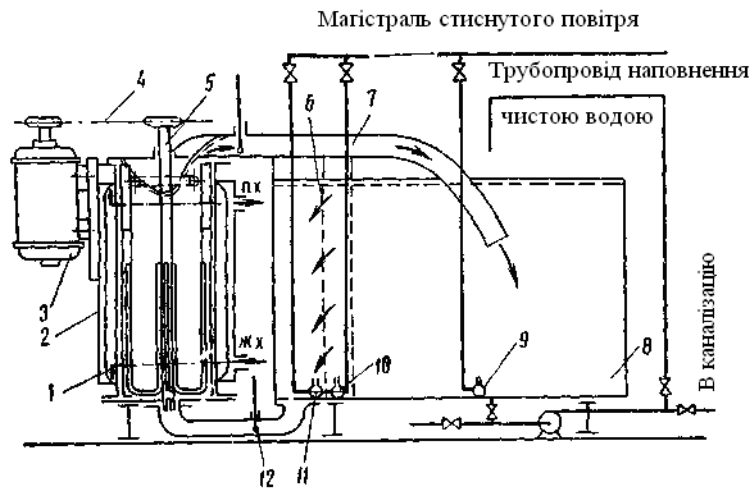


Рисунок 8.23 – Система попереднього охолодження риби з лопатним механічним турбулізатором: 1 – лопаті турбулізатора; 2 – оболонка циліндричного водоохолоджувача; 3 – електродвигун; 4 – ланцюгова передача; 5 – вал турбулізатора; 6 – сітчастий фільтр; 7 – нагнітальний трубопровід; 8 – бункер; 9, 10, 11 – повітряні барботери; 12 – датчик лагоміра

8.2.2. Судновий вакуумний рибоохолоджувач складається з герметичної камери, вакуум-насоса, батарей для конденсації водяної пари (рис. 8.24).

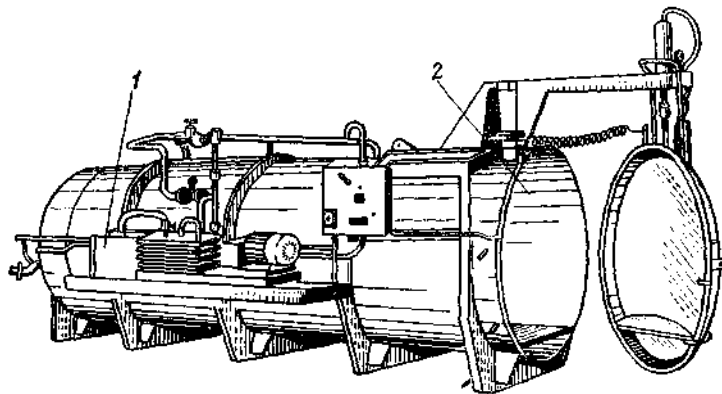


Рисунок 8.24 – Вакуумний рибоохолоджувач: 1 – вакуум-насос; 2 – вакуумна камера

Листи з рибою встановлюють на етажерки, що направляють у герметичні камери, і включають вакуум-насоси. За зниження тиску в камері до 540...600 Па випаровується волога з площі поверхні риби, і знижується її температура.

У процесі охолодження риби пара збирається у верхній частині камери, де вона конденсується на змійовиках батарей, температура яких підтримується біля 0°C.

Кількість води, яка випарувалась, визначають за рівнянням

$$g = \frac{G_p c_p (t_{нач} - t_{кон})}{r} \quad (8.27)$$

8.2.3. Основи розрахунку обладнання для охолодження риби водою чи льодо-водяною сумішшю

Під час розрахунку цього обладнання потрібно визначити обсяг разового завантаження цистерни рибою, коефіцієнт тепловіддачі від риби до середовища, тривалість охолодження, кількість тепла, що відводиться від риби під час її охолодження, теплове навантаження на водоохолоджувач, кількість циркулюючої води, площу поверхні охолоджувальних батарей водоохолоджувача, гідравлічний опір у циркуляційному кільці.

Обсяг разового завантаження цистерни рибою визначається за формулою

$$V_p = \frac{G_p}{\rho}, \quad (8.28)$$

де V_p – об'єм разового завантаження цистерни рибою, м³.

Місткість цистерни розраховують за рівнянням

$$V_u = \frac{V_p}{\varphi}, \quad (8.29)$$

де V_u – об'єм цистерни м³;

φ – відношення об'єму, який займає риба, до місткості цистерни.

Залежно від місткості цистерни та прийнятої форми знаходять розміри цистерни (або декількох цистерн).

Щоб визначити коефіцієнт тепловіддачі від риби до середовища, яке відводить тепло (води), використовують рівняння подібності

$$Nu = A Re^n Pr^m, \quad (8.30)$$

де A , n та m – постійні, які входять в критеріальне рівняння;

Re – критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \rho d_s}{\mu E}, \quad (8.31)$$

де ω – швидкість руху води в рибоохолоджувачі, м/с;

d_s – еквівалентний діаметр риби, м

$$d_s = \frac{4(1 - \varphi)}{s_p}, \quad (8.32)$$

де s_p – площа риби, яка знаходиться в баку, м²;

μ – динамічна в'язкість води, Па · с;

E – вільний об'єм бака, віднесений до всього об'єму бака рибоохолоджувача

$$E = 1 - \varphi. \quad (8.33)$$

де Pr – критерій Прандля

$$Pr = \frac{\mu}{\rho a}, \quad (8.34)$$

де a – температуропровідність, m^2/c .

Коефіцієнт тепловіддачі від риби до води знаходять із залежності

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{R_v}, \quad (8.35)$$

де R_v – еквівалентний розмір риби, м

$$R_v = \frac{g_p}{\rho f}, \quad (8.36)$$

де g_p – маса однієї риби, кг;

f – площа зовнішньої поверхні однієї риби, m^2 ;

Тривалість охолодження риби визначають за формулою

$$\tau_0 = \tau_n + \tau_p, \quad (8.37)$$

де τ_0 – тривалість охолодження риби, с;

τ_n – тривалість першого періоду охолодження риби (до моменту зміни температури в центрі риби), с;

τ_p – тривалість другого (регулярного) періоду (від початкової температури в центрі риби до кінцевої, заданої технологічними умовами), с.

Значення τ_p знаходиться з критерію Фур'є

$$Fo = \frac{a\tau_n}{R_v^2} = 0,04, \quad (8.38)$$

де 0,04 – значення критерію Фур'є на першому етапі охолодження риби.

Значення τ_n визначають за формулою

$$\tau = \frac{l}{m} \ln \frac{t_{нач} - t_c}{t_{кон} - t_c}. \quad (8.39)$$

Темп охолодження m розраховують за залежністю

$$m = \frac{a}{R_v^2} Kn, \quad (8.40)$$

де Kn – критерій Кондратьєва.
В області регулярного режиму

$$Kn = \frac{Bi_v}{\sqrt{Bi_v + 1,437 Bi_v + 1}}, \quad (8.41)$$

де Bi_v – приведений критерій Біо;

$$Bi_v = \frac{\alpha R v}{\lambda_p}, \quad (8.42)$$

λ_p – теплопровідність риби, Вт/(м·К).

Сумарна кількість тепла, яке відводиться від риби під час охолодження

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2}, \quad (8.43)$$

де Q_p – сумарна кількість тепла, Дж;

Q_{p1} – кількість тепла, яке відводиться від риби на протязі першого періоду охолодження, Дж;

$$Q_{p1} = G_p c_p (t_{нач} - \bar{t}_1), \quad (8.44)$$

де \bar{t}_1 – середня температура риби до моменту початку регулярного режиму, °С;

$$\bar{t}_1 = \bar{\Theta} (t_{нач} - t_c) + t_{нач}, \quad (8.45)$$

де $\bar{\Theta}$ – відносна середньооб'ємна температура риби для першого періоду охолодження, °С;

$$\bar{\Theta} = \frac{t_{нач} - \bar{t}_1}{t_{нач} - t_c} = 1 - B_1 e^{-\mu F_0}, \quad (8.46)$$

де B_1 і μ – корені характеристичного рівняння;

Q_{p2} – кількість тепла, яке відводиться від риби на протязі другого періоду охолодження, Дж

$$Q_{p2} = G_p c_p (\bar{t}_1 - \bar{t}_2), \quad (8.47)$$

де \bar{t}_2 – середня температура риби в другому періоді охолодження;

$$\bar{t}_2 = t_c - (t_c \bar{t}_1) e^{m\tau_p}. \quad (8.48)$$

Теплове навантаження на водоохолоджувач визначають за формулою

$$Q'_{BO} = \frac{Q_p}{\tau_0}, \quad (8.49)$$

де Q'_{BO} – теплове навантаження на водоохолоджувач, Вт.

З урахуванням додаткових теплоприпливів (транспортні теплоприпливи до трубопроводів холодної води, теплоприпливи від зовнішнього повітря до поверхні цистерн та від роботи насосів) теплове навантаження на водоохолоджувач складе

$$Q_{BO} = Q'_{BO} a_{дт}, \quad (8.50)$$

де Q_{BO} – теплове навантаження на водоохолоджувач з урахуванням додаткових теплоприпливів, Вт;

$a_{дт}$ – коефіцієнт, який ураховує додаткові теплоприпливи.

Кількість води, яка циркулює, розраховують за рівнянням

$$V_B = F_{po} \omega, \quad (8.51)$$

де V_B – кількість води, яка циркулює, м³/с;

F_{po} – площа перерізу для циркуляції води, яка охолоджує, в рибоохолоджувачі, м².

Площу поверхні охолоджуючої батареї водоохолоджувача визначають за формулою

$$F_{BO} = \frac{Q_{BO}}{k_{BO} \Delta t}, \quad (8.52)$$

де k_{BO} – коефіцієнт теплопередачі охолоджуючої батареї рибоохолоджувача, Вт/(м²·К);

Δt – різниця між середньою температурою охолоджуючої води та середньою температурою холодоносія, °С.

Задаючи діаметр труб охолоджувальної батареї, знаходять їхню довжину, а потім роблять компоновку батареї водоохолоджувача.

Гідравлічний опір у циркуляційному кільці системи попереднього

охолодження риби складається з падіння тиску на подолання місцевих опорів (рибоохолоджувач, водоохолоджувач, повороти, запірні арматури) і на тертя в трубах.

8.3. Обладнання для охолодження плодів і овочів

На сьогодні час 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.

8.3.1. Обладнання камер із інтенсивним рухом повітря

Обладнання камер охолодження фруктів із інтенсивним рухом повітря складається зі стельових повітроохолоджувачів і одноканальної системи розподілу повітря (рис. 8.25), що забезпечує швидкість руху повітря у вантажному обсязі камери 0,8...1 м/с.

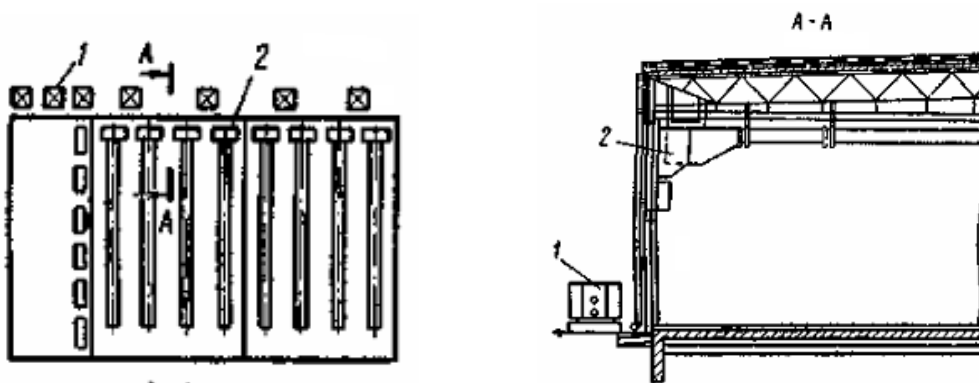


Рисунок 8.25 – Камера охолодження фруктів із інтенсивним рухом повітря: 1 – компресорно-конденсаторний агрегат; 2 – стелевий повітроохолоджувач із повітроводом

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.

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. 8.26).

Охоложене в генераторі холоду повітря вентиляторами направляється в камеру, де охолоджує ящики з фруктами, покладеними в штабель.

Переваги: простота, малі енергетичні витрати, невелика усушка унаслідок високої відносної вологості повітря в камері.

Недоліки: значна площа генератора холоду, складність механізації завантаження льоду та висока вартість експлуатації.

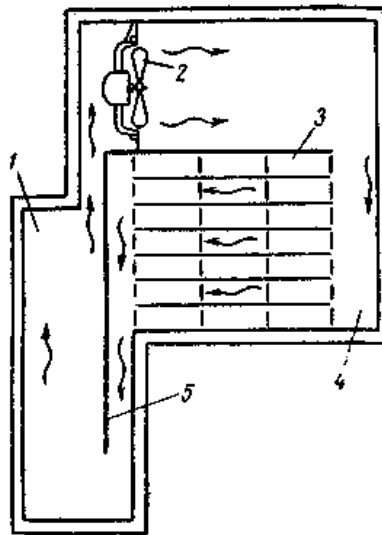


Рисунок 8.26 – Камера з повітряно-льодовим охолодженням фруктів: 1 – генератор холоду; 2 – вентилятор; 3 – штабель; 4 – камера; 5 – перегородка

8.3.2. 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. 8.27).

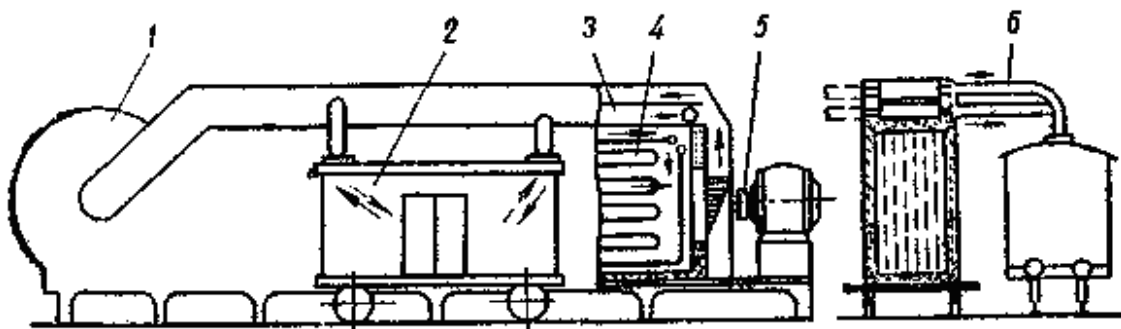


Рисунок 8.27 – Стаціонарний холодильний агрегат для охолодження фруктів у вагонах: 1 – вентилятор із усмоктувального боку; 2 – вагон; 3 – повітряний канал; 4 – повітроохолоджувач; 5 – вентилятор із електродвигуном; 6 – з'єднувальний рукав

Охолоджуване в повітроохолоджувачі повітря направляється у вагон гнучкими сполучними рукавами, де воно нагрівається за рахунок охолодження вантажу. Отеплене повітря вентилятором видаляється з вагона для повторного охолодження. Щоб фрукти охолоджувалися рівномірно, через кожні 15...20 хвилин за допомогою шиберів (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. Отоплене повітря для охолодження забирається з нижньої частини кузова.

Якщо вагони-холодильники обладнані льодо-соляними кишнями, що виконують роль охолоджувальних приладів, то для інтенсифікації охолодження плодів рекомендується організувати рух повітря за допомогою переносних вентиляторних установок.

8.3.3. 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. За 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.

8.3.4. Установки для охолодження плодів і овочів у воді

Охолодження плодів і овочів у воді за температурі біля 1°C (крижаній воді) здійснюють на конвеєрних установках (рис. 8.28).

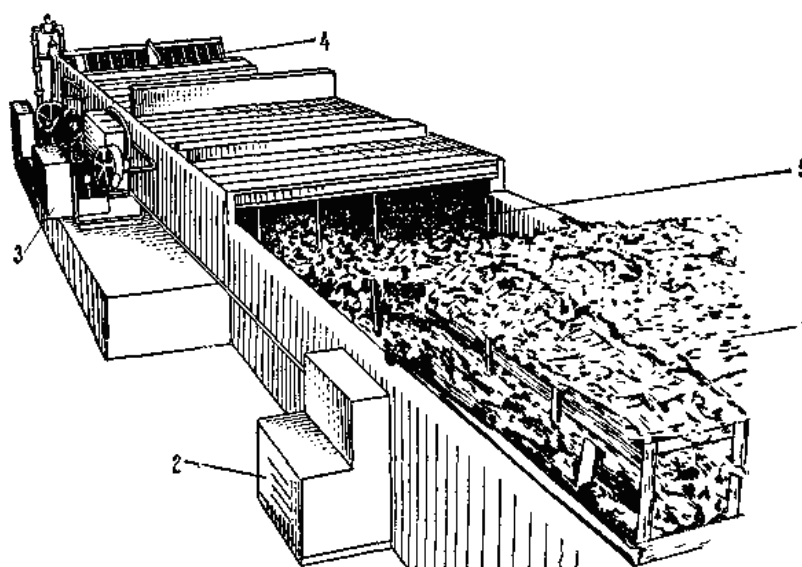


Рисунок 8.28 – Конвеєрна установка для охолодження плодів та овочів: 1 – завантажувальний бункер; 2 – пульт управління; 3 – холодильний агрегат; 4 – зрошувальні трубопроводи; 5 – сітчастий конвеєр

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.

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.

8.3.5. Установка для охолодження овочів льодом

До складу установки (рис. 8.29) входять сніговальний агрегат із гнучким шлангом, бункер сніжного льоду і транспортні засоби (роликові чи доріжки-транспортери).

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.

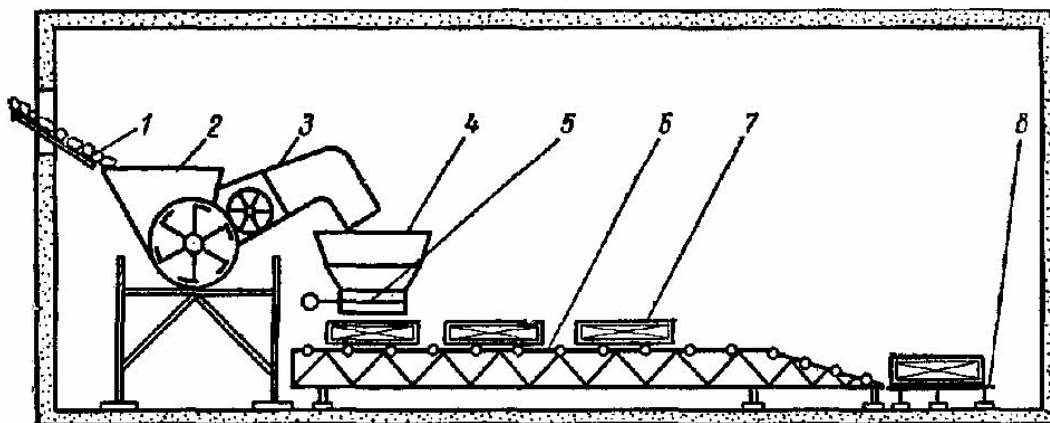


Рисунок 8.29 – Установка для охолодження овочів льодом: 1 – спуск; 2 – сніговальний агрегат; 3 – гнучкий шланг; 4 – бункер льоду; 5 – шибер; 6 – роликова доріжка; 7 – ящик; 8 – транспортер

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

Переваги: простота і можливість потокового виробництва овочів, охолоджених льодом.

Недоліки: дроблення штучного льоду вимагає додаткових витрат електроенергії. Тому до складу обладнання для охолодження овочів льодом замість сніговального агрегату іноді вводять інтенсивний генератор лускоподібного льоду.

8.3.6. Основи розрахунку камер із інтенсивним рухом повітря

Під час розрахунку обладнання камер охолодження фруктів потрібно визначити теплове навантаження на обладнання, величину вологоприплива й теплопередавальну площу поверхні повітроохолоджувачів.

Теплове навантаження на обладнання визначають для режиму охолодження фруктів перед закладанням їх на тривале зберігання чи перед відправленням у район споживання, а також для режиму зберігання, що починається після закінчення охолодження фруктів.

Теплове навантаження на обладнання визначають для режиму охолодження фруктів перед закладанням їх на довгострокове зберігання або перед відправленням в район споживання, а також для режиму зберігання, який починається після закінчення охолодження фруктів.

Теплове навантаження на обладнання визначають за формулою

$$Q = Q_1 + Q_2' + Q_T + Q_2'' + Q_3 + Q_4, \quad (8.53)$$

де Q_2' – теплоприплив від фруктів під час їх охолодження, Вт;

Q_T – теплоприплив від тари під час її охолодження, Вт;

Q_2'' – теплоприплив від фруктів під час їх дихання, Вт;

Q_3 – теплоприплив від зовнішнього повітря під час вентиляції, Вт;

Теплове навантаження на холодильне обладнання камери в загальному вигляді складе

$$Q_0 = Q_0' + Q_{звл} + Q_{наг}, \quad (8.54)$$

де $Q_{звл}$ – теплоприплив пов'язаний зі штучним зволоженням повітря, Вт;

$Q_{наг}$ – теплоприплив, який підводиться повітрянагрівачем, Вт.

При регулюванні тільки температури повітря в камері

$$Q_0 = Q_0'.$$

Вологоприплив у холодильну камеру холодильника, визначають за формулою

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4' + W_4'', \quad (8.55)$$

де W – вологоприплив у холодильну камеру, кг/с;

$W_1, W_2, W_3, W_4', W_4''$ – вологоприплив викликаний дифузією водяних парів через огороження, від фруктів, вентиляції камери, людей, які знаходяться в камері, під час відкривання дверей, кг/с.

Вологоприплив, який відводиться охолоджуючими приладами камери, можна знайти за формулою

$$W_0 = W + W_{зв.л} \quad (8.56)$$

де W_0 , $W_{зв.л}$ – вологоприплив, який відводиться охолоджуючими приладами камери, від зволожуючої установки.

Охолоджувальну площу поверхні повітроохолоджувачів визначають за методикою розрахунку, аналогічною методиці розрахунку площі поверхні повітроохолоджувачів, що знаходяться в камерах охолодження м'яса. Різниця температур між повітрям у камері та середовищем, яке відводить теплоту (холодильний агент чи холодоносій) приймається рівною 6...7°C в режимі охолодження й 3...5°C в режимі зберігання.

За знайденою теплопередавальною площею поверхні проводиться підбір повітроохолоджувачів із наступним розрахунком систем розподілу повітря.

У камерах охолодження фруктів із інтенсивним рухом повітря величина кратності циркуляції повітря повинна бути не менше 60 обсягів за 1 год.

8.4. 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 найбільш поширені апарати тунельного типу, апарати для охолодження птиці водою (зрошенням або зануренням) чи в льодоводяній суміші.

8.4.1. Апарати тунельного типу

Ці апарати (рис. 8.30) 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 на протязі 4...5 год (курчата і кури) і 6...8 год (гуси та індички).

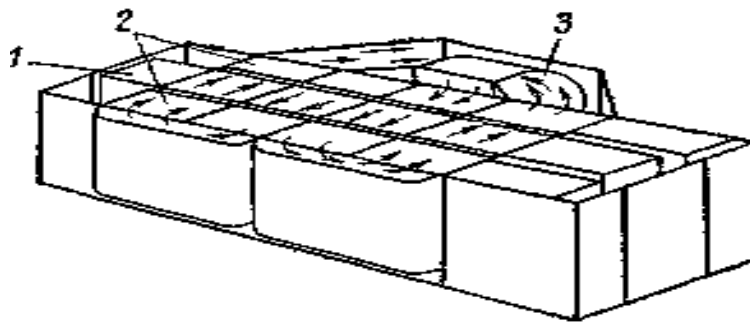


Рисунок 8.30 – Апарат тунельного типу для охолодження птиці: 1 – тунель; 2 – секції; 3 – вентилятор

8.4.2. Апарат для охолодження тушок птиці зрошенням

Цей апарат може бути з рециркуляцією води і без неї. Апарат (рис. 8.31) складається з камери, конвеєра з підвісками для переміщення тушок птиці, колекторів із відцентровими форсунками і трубопроводів. Відцентрові форсунки використовують для розбризкування води. Форсунки розташовані на колекторах у шаховому порядку й нахилені до осі конвеєра. За такого розташування форсунок у камері створюється суцільна водяна завіса по ходу руху конвеєра з тушками.

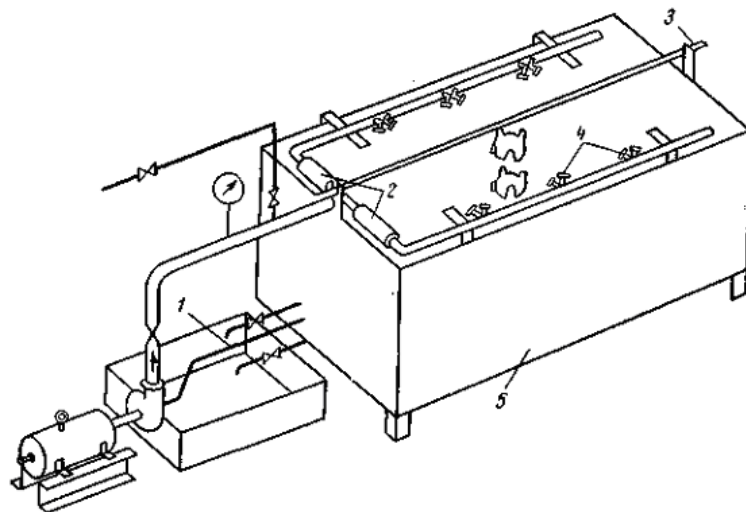


Рисунок 8.31 – Апарат для охолодження птиці зрошенням: 1 – трубопроводи; 2 – колектори; 3 – конвеєр із підвісками; 4 – відцентрові форсунки; 5 – камера

У цих апаратах забезпечується гарне обмивання поверхні тушок і швидке їхнє охолодження. Тиск води перед відцентровими форсунками треба підтримувати 150...200 кПа. Відстань між колекторами повинна складати 450 мм. Швидкість руху конвеєра регулюється за допомогою редуктора та варіатора швидкості.

За час проходження тушок птиці в апараті вони повинні охолонути до 4...5°C.

Переваги: простота експлуатації, інтенсивність процесу охолодження, зниження поверхневого обсіменіння мікроорганізмами (за однократного використання води).

8.4.3. Апарат для охолодження тушок птиці зануренням

Цей апарат (рис. 8.32) 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. Із ванни тушки видаляються похилим транспортером. Вода охолоджується батареєю, що знаходиться у ванні. Щоб підтримати постійну низьку температуру води, в апарат додають лід.

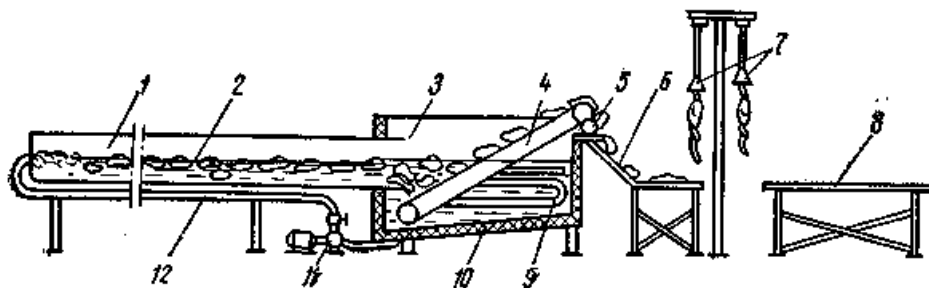


Рисунок 8.32 – Апарат для охолодження тушок птиці зануренням: 1 – гідрожолоб; 2 – тушки птиці; 3 – ванна; 4 – похилий транспортер; 5 – редуктор; 6 – напрямна спуску тушок; 7 – конвеєр; 8 – стіл для упакування тушок; 9 – охолоджуюча батарея; 10 – ізоляція ванни; 11 – циркуляційний насос; 12 – трубопровід подачі льодяної води в гідрожолоб

Переваги: апарат простий у експлуатації.

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

8.4.4. Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодо-водяну суміш використовують на різних технологічних лініях. Апарат (рис. 8.33) складається з ванни, транспортера з напрямними ґратами, піднімального елеватора, електродвигуна й редуктора. Льодогенератор як самостійний агрегат додається до апарата.

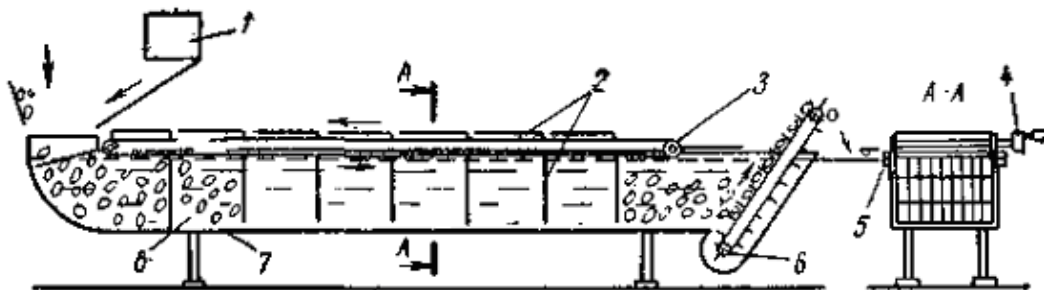


Рисунок 8.33 – Автоматизований апарат для охолодження птиці зануренням: 1 – льодогенератор; 2 – напрямні решітки; 3 – транспортер; 4 – електродвигун та редуктор; 5 – водозливні отвори; 6 – підйомний елеватор; 7 – ванна; 8 – кліть

Тушки птиці після автоматичного зняття з конвеєра попадають у ванну, рівномірно заповнюючи кожен 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 й 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 кожену тушку птиці, що знаходиться перед ними, незалежно від того, плаває вона чи ні.

8.4.5. Основи розрахунку апарата для охолодження тушок птиці зрошенням

Під час розрахунку апарата визначають тривалість охолодження тушок птиці, ємність апарата, теплове навантаження на нього, витрату води, число форсунок і швидкість руху конвеєра.

Тривалість охолодження визначають за формулою

$$\tau = 0,589R_{cp}^2 \left(\ln \frac{t_{noch} - t_c}{\bar{t} - t_c} - 0,0912 \right), \quad (8.57)$$

де R_{cp} – середня товщина приймається як $\frac{5}{6} \delta_{Г.М}$, м;

$\delta_{Г.М}$ – товщина грудного м'яза тушки, м;

\bar{t} – середня температура тушок птиці в кінці охолодження приймається рівною 6°C.

$$\bar{t} = t_c + \frac{8}{\pi^2} (t_{noch} - t_c) \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} F_0\right). \quad (8.58)$$

Ємність апарата (конвеєра) розраховують за рівнянням

$$G_a = G' \tau, \quad (8.59)$$

де G_a – ємність апарата, кг.

Довжину конвеєра знаходять за формулою

$$L = \frac{G}{g_k}, \quad (8.60)$$

де L – довжина конвеєра апарата, м;

g_k – норма навантаження, віднесена до 1 м конвеєра, кг/м.

Теплове навантаження визначають за рівнянням

$$Q_0 = G'(i'_1 - i_2) a_{д.т}, \quad (8.61)$$

де i'_1, i_2 – ентальпія птиці під час її надходження та випуску, Дж/кг;

$a_{д.т}$ – коефіцієнт, який ураховує додаткові теплоприпливи.

Витрату води знаходять за формулою

$$G_6 = \frac{Q_0}{c_6 \Delta t_{ВД}}, \quad (8.62)$$

де G_6 – витрата води, кг/с;
 c_6 – питома теплоємність води, Дж/(кг·К);
 $\Delta t_{ВД}$ – нагрівання води, °С (1...2°С).
 Число форсунок визначають за рівнянням

$$N = \frac{G_B}{g_B}, \quad (8.63)$$

де N – число форсунок;
 g_B – продуктивність однієї форсунки, кг/с.

8.5. Автоматизовані пластинчасті установки для охолодження молока і молочних продуктів

Автоматизована пластинчаста установка (рис. 8.34) складається з пластинчастого теплообмінника, шафи з контрольно-вимірювальними приладами, трубопроводу подачі холодоносія, виконавчого механізму, термометрів і манометра.

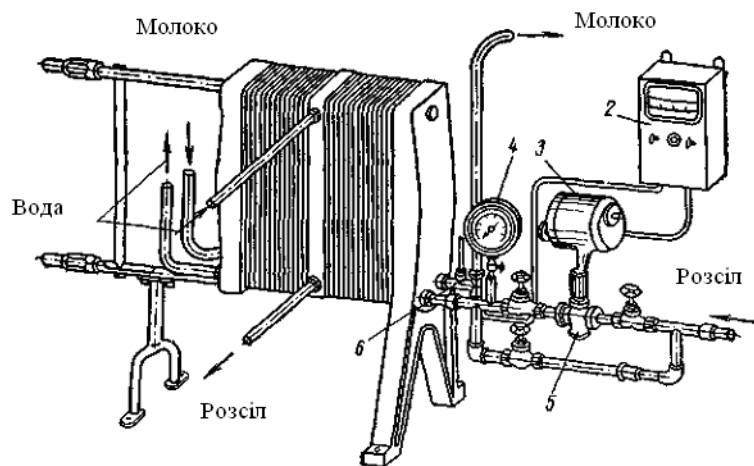


Рисунок 8.34 – Автоматизована пластинчаста установка: 1 – пластинчастий теплообмінник; 2 – шафа з контрольно-вимірювальними приладами; 3 – виконавчий механізм; 4 – манометр; 5 – трубопровід подачі холодоносія; 6 – термометр опору

Пластинчастий теплообмінник (охолоджувач) збирається з пластин, виготовлених із нержавіючої сталі, що дозволяє промивати такі апарати в системі циркуляційної 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 $4\pm 2^\circ\text{C}$. Для створення герметичності між пластинами вони стискаються за допомогою натискної плити та притискних муфт. Пластини зібрані в пакети, з яких складаються секції.

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 регульовальний клапан, і подача холодоносія збільшується.

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

8.5.1. Пластинчасті охолоджувачі для молока ООЛ-3 та ООЛ-5 призначені для охолодження молока в ізольованому тонкошаровому безперервному потоці. Застосовуються на підприємствах молочної промисловості, а також на фермах (рис. 8.35). Технічні характеристики наведено в табл. 8.3.

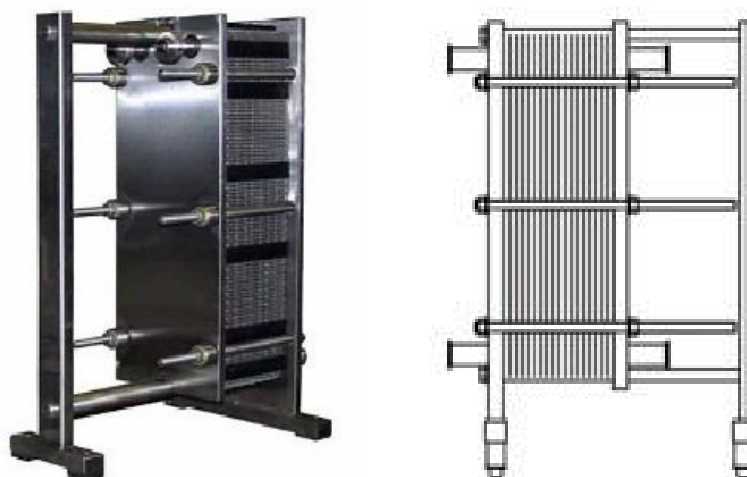


Рисунок 8.35 – Загальний вигляд пластинчастих охолоджувачів для молока ООЛ-3 та ООЛ-5

8.5.2. Пластинчастий охолоджувач для молока 001-В10 (ООЛ-10)

Складається з 2-х секцій пластин – одна для роботи на розсолі/крижаній

воді, а інша на холодній воді. Призначені для охолодження молока в ізольованому тонкошаровому безперервному потоці. Застосовуються на підприємствах молочної промисловості, а також на фермах (рис. 8.36). Технічні характеристики наведено в табл. 8.3



Рисунок 8.36 – Загальний вигляд пластинчастого охолоджувача молока 001-В10 (ООЛ-10)

Таблиця 8.3 – Технічні характеристики пластинчастих охолоджувачів для молока ООЛ-3, ООЛ-5 та 001-В10

Параметр	ООЛ-3	ООЛ-5	001-В10
Продукт	Молоко	Молоко	Молоко
Температура продукту на вході, градусів	30...35	30...35	30...35
Температура продукту на виході з установки, градусів	2...6	2...6	2...6
Температура холодоносія	0...1	0...1	0...1
Кратність витрати холодоносія	2...2,5	2...2,5	2...2,5
Продуктивність за продуктом, літрів на годину	3 000	5 000	10 000
Холодоносій	крижана вода	крижана вода	холодна вода, крижана вода
Габаритні розміри обладнання, мм	900×400×900	970×400×900	1600×700×1400
Маса обладнання, кг	190	230	520

8.5.3. 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 (рис. 8.37). Технічні характеристики наведено в табл. 8.4.



Рисунок 8.37– Загальний вигляд пластинчастого охолоджувача молока ООЛ-25

Таблиця 8.4 – Технічні характеристики пластинчастого охолоджувача молока ООЛ-25

Параметр	Значення
Продуктивність, л/год	25000
Кількість секцій охолодження	1
Температура, °С	
молока на вході в апарат	20
охолодженого молока	2...6
крижаної води	0...1
Холодоносій	крижана вода
Споживання холоду, кВт· год	446
Пластини теплообмінні:	П-2, АГ-2
тип	сітчасто-потоківі
поверхня теплообміну 1 пластини, м ²	0,2
Число теплообмінних пластин, шт.	128
Робочий тиск в апараті, МПа	0,3
Займана площа, м ²	1,33
Габаритні розміри апарата, мм	1900×700×1450
Маса, кг	840

Запитання до розділу

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? Охарактеризуйте принцип роботи та схему руху повітря в камерах.

5. Які конструкції повітроохолоджувачів використовують у камерах охолодження м'яса? Наведіть переваги й недоліки існуючих повітроохолоджувачів.

6. В яких камерах охолодження м'яса використовують радіаційний тепловий потік? Наведіть класифікацію обладнання цих камер, переваги й недоліки.

7. В яких камерах охолодження м'яса повітря охолоджують у детандерах? Наведіть принцип дії, переваги й недоліки.

8. Наведіть алгоритм розрахунку камер охолодження м'яса.

9. Охарактеризуйте обладнання для охолодження риби.

10. Які основні системи попереднього охолодження риби Вам відомі? Наведіть приклади їх практичного застосування.

11. Наведіть порядок розрахунку обладнання для охолодження риби льодом, водою або льодо-водяною сумішшю.

12. Які способи та обладнання використовують для охолодження плодів та овочів? Будова, принцип дії, недоліки й переваги.

13. Який порядок розрахунку обладнання для охолодження плодів та овочів?

14. Які апарати використовують для охолодження тушок птиці? Наведіть короткий опис і приклади їх практичного застосування.

15. Які основні формули використовують під час розрахунку апаратів для охолодження тушок птиці зрошуванням?

16. Яке обладнання використовують для охолодження молока? Наведіть конструкцію та принцип дії.

РОЗДІЛ 9

ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

9.1. Холодильне технологічне обладнання камер заморожування м'яса

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

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

Як правило, у камерах заморожують м'ясо, що розташовують на підвісних шляхах чи в піддонах, які розміщують на стійках. У камерах заморожування повітря охолоджують за допомогою парових і повітряних холодильних машин.

Холодильне обладнання, що знаходиться в камерах заморожування м'ясокомбінатів, складається з камерних охолоджуючих приладів, виконаних у вигляді батарей і повітроохолоджувачів.

Залежно від виду руху повітря й типу обладнання камери заморожування 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 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 безупинно чи періодично. У камерах тунельного типу, що працюють безупинно, 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 вивантаженням проводиться через спеціальні дверні прорізи, розташовані звичайно в торцевих стінах, а в тупикових – через загальний дверний проріз.

9.1.1. Обладнання камер із примусовим рухом повітря

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

Камера однофазного заморожування м'яса тунельного типу з подовжнім рухом повітря представлена на рисунку 9.1а. Прохідна камера обладнана шістьма сухими стельовими повітроохолоджувачами,

розташованими під балками підвісних шляхів. Кожен повітроохолоджувач обслуговується осьовим багатолопатеvim вентилятором.

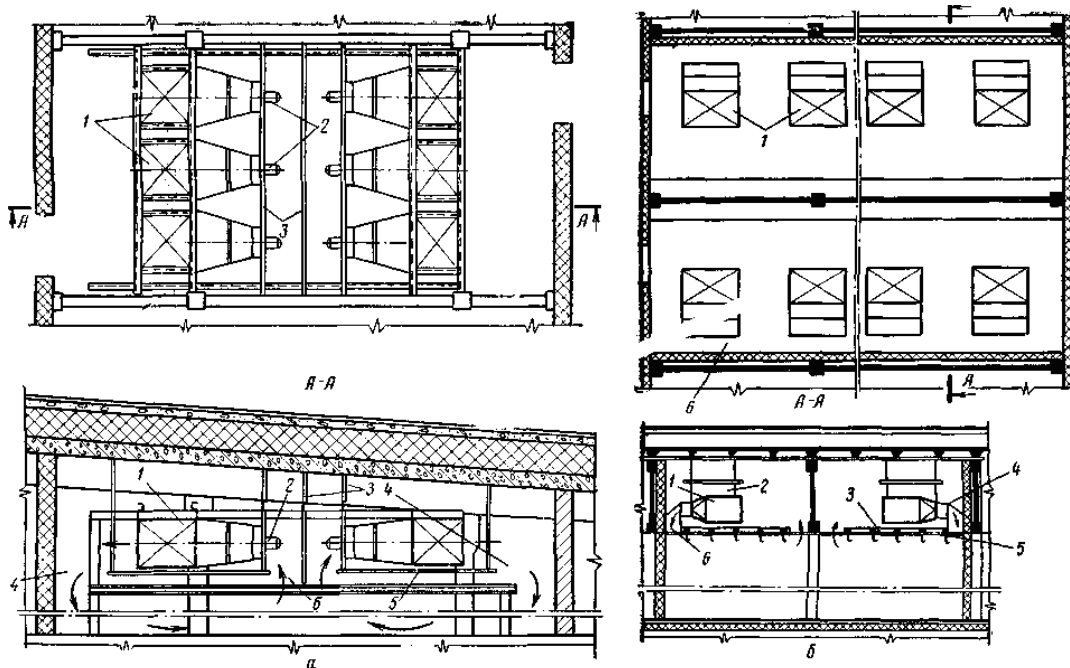


Рисунок 9.1 – Камера однофазного заморожування м'яса тунельного типу:
а – з подовжнім рухом повітря: 1 – стельові повітроохолоджувачі; 2 – осьові багатолопатеvim вентилятори; 3 – вертикальні перегородки; 4 – нагнітальне вікно; 5 – удавана стеля; 6 – всмоктувальне вікно; **б – з поперечним рухом повітря:** 1 стельовий повітроохолоджувач; 2 – підвіска; 3 – удавана стеля; 4 – нагнітальне вікно; 5 – підвісний шлях; 6 – напрямний апарат

Повітря, що виходить із повітроохолоджувачів, ударяється об торцеву стінку камери, утрачаючи частину швидкісного (динамічного) напору.

Для створення спрямованого руху повітря в камері є удавана стеля й вертикальні перегородки, що утворюють нагнітальні та усмоктувальні вікна. Нагнітальні вікна знаходяться в торцевих стінах камери, а усмоктувальні – 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 усмоктувальні вікна надходить до вентиляторів і знову направляється для охолодження. Таким чином, повітря в камері рухається по двох вертикальних циркуляційних кільцях.

Камери також обладнані спеціальними автоматичними конвеєрами, що забезпечують механізоване завантаження, вивантаження й безупинне 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 установлюють 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 скоротилася на 20...25% за рахунок збільшення швидкості руху повітря й раціонального обдування напівтуш.

Переваги: компактність холодильного обладнання, раціональне використання будівельної площі, високий ступінь автоматизації та механізації.

Недоліки: значна нерівномірність швидкості руху повітря за довжиною камери, а також погана організація його циркуляції.

Нерівномірність руху повітря за довжиною камери зменшується, якщо повітря циркулює не в подовжньому, а в поперечному напрямку камери.

Обладнання камери з поперечним рухом повітря (рис. 9.1б) складається з дванадцяти стельових повітроохолоджувачів. У камеру холодне повітря попадає через нагнітальні вікна, розташовані вздовж її довгої сторони, а тепле видаляється через усмоктувальні вікна.

Переваги: удавана стеля, усмоктувальні й нагнітальні вікна, а також напрямні апарати забезпечують рівномірний рух повітря в поперечному напрямку камери.

Недоліки: необхідність розміщення значної кількості повітроохолоджувачів, що приводить до зростання вартості обладнання камери й підвищеної витрати електроенергії.

Камери заморожування м'яса із системою безпосереднього повітряного душування аналогічні камерам охолодження м'яса.

Камера заморожування м'яса із системою душування через міжшляхові повітроохолоджувачі показана на рис. 9.2. 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). 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 тепло передавальної поверхні знімають за допомогою гарячих парів аміаку.

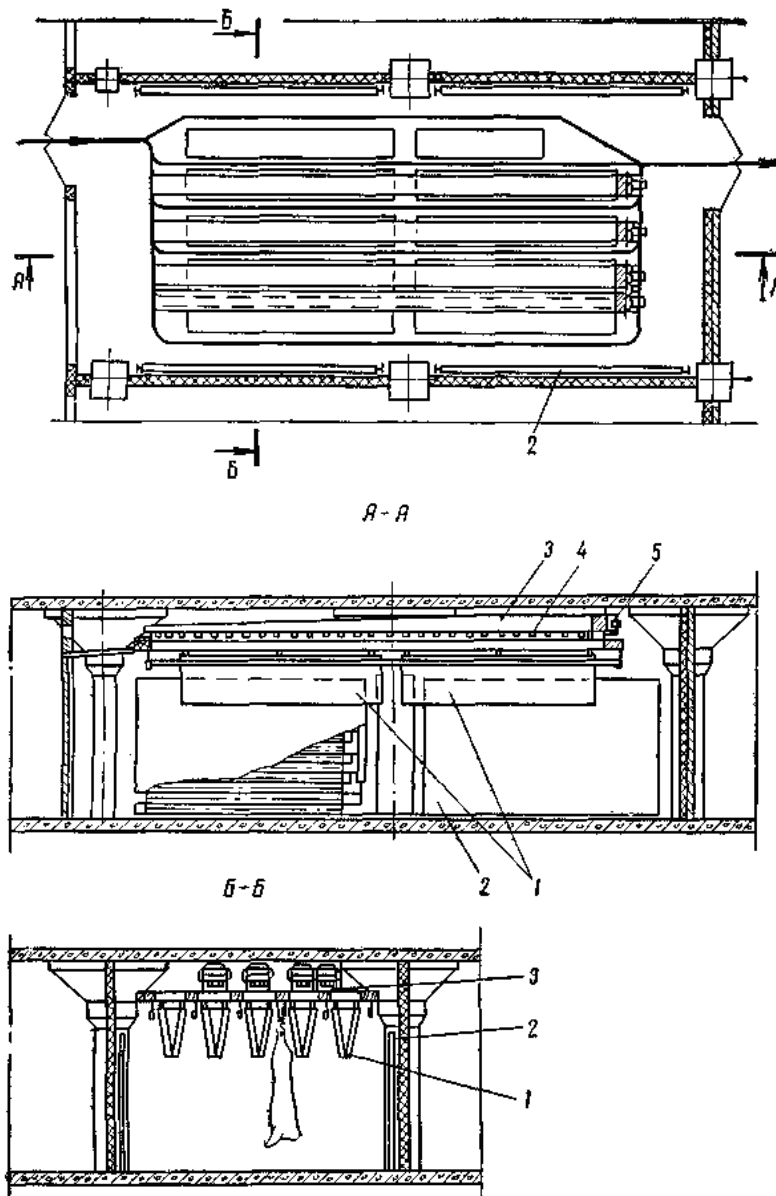


Рисунок 9.2 – Камера однофазного заморожування м'яса із системою повітряного душування через міжшляхові повітроохолоджувачі: 1 – міжшляховий повітроохолоджувач; 2 – пристінна батарея; 3 – повітровід; 4 – циліндричне сопло; 5 – осьвий вентилятор

У виробничих і розподільних холодильниках застосовують камери заморожування м'яса з міжрядними батареями й вимушеним рухом повітря. До складу обладнання камери (рис. 9.3) 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 тунелі на підвісних шляхах знаходяться напівтуші, що заморожуються.

Повітря, що нагнітається осьовими вентиляторами, каналом, утвореним удаваною стелею і перекриттям камери, через нагнітальне вікно направляється в перший тунель, у якому, рухаючись зверху донизу 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 нагору.

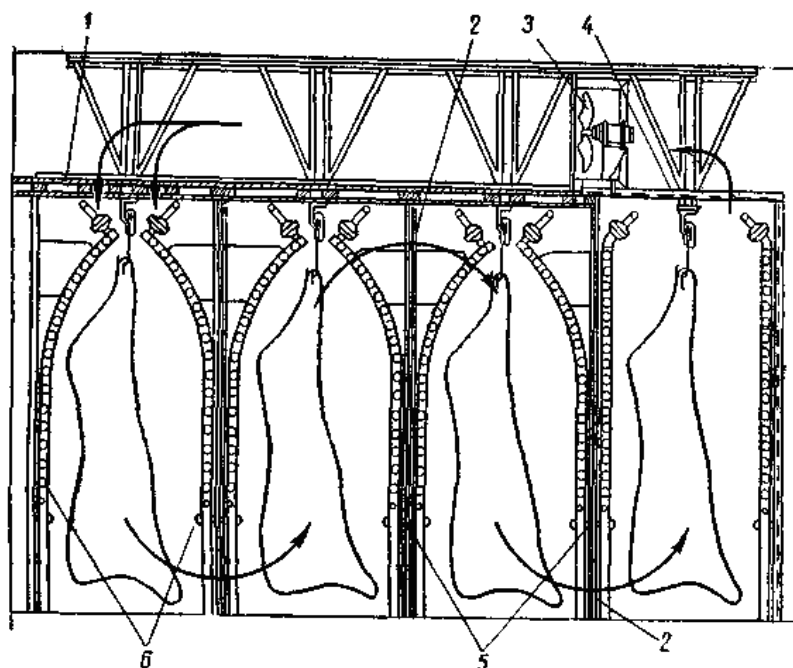


Рисунок 9.3 – Камера заморожування м'яса з міжрядними батареями та вимушеним рухом повітря: 1 – нагнїтальне вікно; 2 – вікно перегородки; 3 – осьовий вентилятор; 4 – всмоктувальне вікно; 5 – перегородки; 6 – міжрядні батареї. Стрілки показують напрямок руху повітря

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

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.

Недоліки: складність конструкції й значна металоємність міжрядних батарей; труднощі їхньої експлуатації, що насамперед, відноситься до відводу поталої води; неможливість використання вантажного обсягу камери для збереження мороженого м'яса в міжсезонний період.

У розподільних холодильниках передбачаються **камери заморожування з постаментними повітроохолоджувачами й повітроводами**. Обладнання таких камер (рис. 9.4) 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 за гарячого відтавання інею з тепло передавальної поверхні оребрених труб.

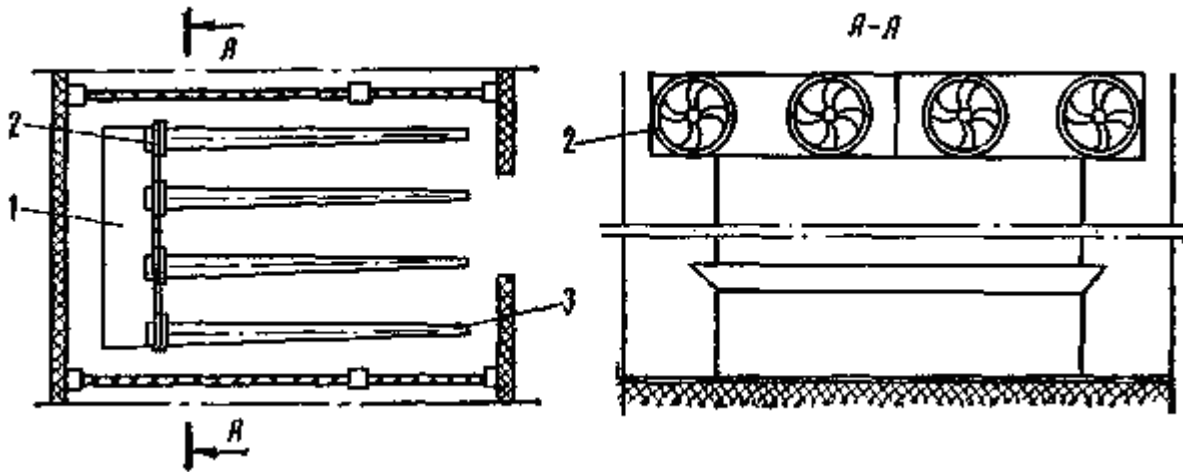


Рисунок 9.4 – Камера заморожування м'яса з постаментним повітроохолоджувачем та повітроводами: 1 – постаментний повітроохолоджувач; 2 – осьовий вентилятор; 3 – повітровід із подовжніми соплами

Охолоджене у повітроохолоджувачі повітря осьовими вентиляторами направляєтся в круглі повітроводи.

Холодне повітря, виходячи із сопел зі швидкістю 7...8 м/с, обдуває стегові частини напівтуш. Швидкість руху повітря біля стегових 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.

Переваги: швидке й повноцінне заморожування м'яса.

Недоліки: підвищена металоємність і енергоємність обладнання через наявність повітроводів у камері.

У розподільних холодильниках експлуатуються і камери заморожування м'яса **тунельного типу з вимушеним рухом повітря й вдаваною 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 удаваної стелі складає 7...8 м/с, а біля стегових 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.

9.1.2. 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 у стін між колонами, а стельові – над каркасом підвісних шляхів.

Відношення тепло передавальної поверхні охолоджувальних приладів до площі підлоги камери складає 3...4 м² на 1 м² площі підлоги.

Переваги: простота обладнання й відсутність енергетичних витрат на роботу вентиляторів.

Недоліки: 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.

Модернізована камера заморожування м'яса показана на рис. 9.5.

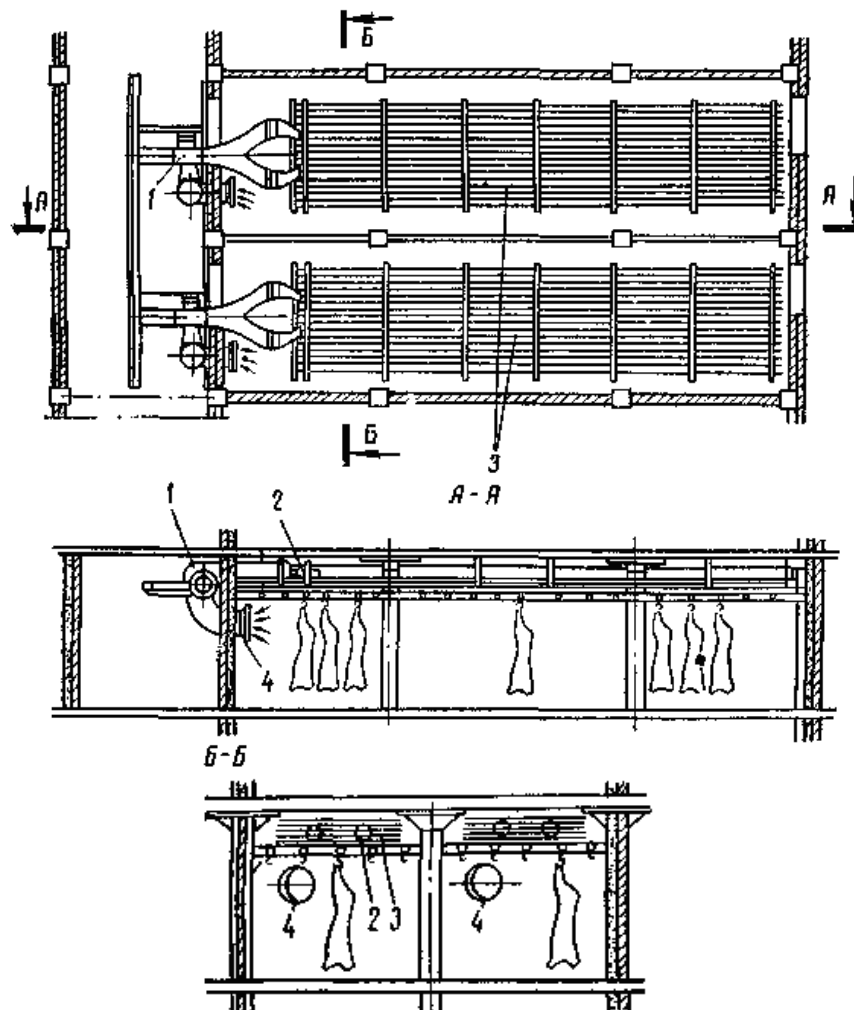


Рисунок 9.5 – Модернізована камера заморожування м'яса: 1 – вентилятор; 2 – сопло; 3 – батарея; 4 – всмоктувальний патрубок

Для збільшення швидкості руху повітря в зоні розташування стегнової частини напівтуші монтують вентилятори в сполученні з безканалною системою розподілу повітря. Середня швидкість руху повітря біля батарей повинна складати не менш 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 кожному з напівтуш, що заморожуються, діють циркуляційні повітряні потоки.

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

Переваги: тривалість заморожування скоротилася на 40...50% (із одночасним зменшенням усушки) порівняно з тривалістю заморожування в камерах, обладнаних пристінними та стельовими батареями.

Недоліки: труднощі використання приміщень для збереження вантажів і підвищена металоємність охолоджувальних приладів.

9.1.3. Порівняльні показники камер заморожування м'яса

Порівняльні показники роботи камер заморожування м'яса наводяться в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Порівняльні показники камер заморожування м'яса

Показники	Камери однофазного заморожування м'яса		
	тунельного типу з подовжнім рухом повітря	тунельного типу з поперечним рухом повітря	із системою повітряного душення через міжшляхові повітроохолоджувачі
1	2	3	4
Площа підлоги камери, м ²	65	54	72
Ємність камери, т	11,2	7,5	13
Тривалість заморожування, год	22	24	21
Площа поверхні охолоджувальних пристроїв, м ²	678	480	745

Продовження табл. 9.1

1	2	3	4
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	Міжшляхові 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 монтується 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 приводить 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 вентиляторам.

Оснащеність приладами охолодження є мінімальною в камерах тунельного типу з поперечним рухом повітря.

Очевидний дефіцит тепло передавальної поверхні в цих камерах є

причиною збільшення тривалості заморожування та зменшення знімання замороженого м'яса.

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

9.1.4. Основи розрахунку камер заморожування м'яса

Під час розрахунку камер заморожування м'яса, якщо задана тривалість циклу заморожування, продуктивність камери, температура повітря, а також початкова й кінцева температури м'яса, необхідно визначити ємність камери, її площу та розміри; необхідний коефіцієнт тепловіддачі від м'яса, що заморожується; швидкість руху повітря в зоні розташування стегнової частини напівтуші, що заморожується, а також на виході повітря із сопел; кількість повітря; теплове навантаження на холодильне обладнання камери; теплопередавальну поверхню повітроохолоджувача; аеродинамічний опір у циркуляційному кільці й потужність електродвигунів.

Ємність камери заморожування м'яса визначають за рівнянням (9.1), а площу підлоги камери – за формулою (9.3).

$$G = \frac{G' \tau_u}{24}, \quad (9.1)$$

де G – ємність камери, т;
 G' – продуктивність камери, т на добу;
 τ_u – тривалість циклу охолодження, год;

$$\tau_u = \tau + \tau_{з.в.}, \quad (9.2)$$

де $\tau_{з.в.}$ – тривалість завантаження та вивантажування камер з періодичним завантаженням та вивантажуванням, год.

$$F_c = \frac{G}{g_F}, \quad (9.3)$$

де F_c – будівельна площа камери, м²;
 g_F – норма навантаження, віднесена до 1 м² будівельної площі камер, кг/м² (225...250 кг/м²).

Якщо в камері встановлюють постаментний повітроохолоджувач, то площа камери складає

$$F'_c = n_d F_c, \quad (9.4)$$

де F'_c – будівельна площа камери, м²;

n_d – коефіцієнт, який ураховує додаткову площу для постаментного повітроохолоджувача (1,1...1,5);

F_c – будівельна площа камери без врахування установки в ній повітроохолоджувача, м².

Довжину шляху, необхідну для розміщення м'яса, розраховують за рівнянням (9.5).

$$L_n = \frac{G}{g_l}, \quad (9.5)$$

де L_n – довжина підвісних шляхів, м;

g_l – норма навантаження, віднесена до 1 м підвісного шляху, кг/м (280 кг/м).

Залежно від площі камери і з урахуванням сітки колон холодильника знаходять довжину та ширину камери, де розміщуються підвісні шляхи.

Приведений коефіцієнт тепловіддачі за двофазного заморожуванні м'яса можна знайти з формули Планка

$$\alpha_{np} = \frac{q_z \rho \delta P}{\tau (t_{кр} - t_c)} - \frac{R}{P} \cdot \frac{\lambda_{з.м}}{\delta}, \quad (9.6)$$

де q_z – кількість тепла, яка відводиться від 1 кг м'яса за його заморожування від початкової ($t_{поч} = 4^\circ\text{C}$) до кінцевої ($t_{кін} = -18...20^\circ\text{C}$) температури, Дж/кг;

τ – тривалість процесу заморожування визначається за формулою (10);

$t_{кр}$ – кріоскопічна температура (температура початку замерзання соків у м'ясі), $^\circ\text{C}$;

$\lambda_{з.м}$ – коефіцієнт теплопровідності замороженого м'яса, Вт/(м·К);

R і P – коефіцієнти, які залежать від форми та співвідношення розмірів м'яса, яке заморожується (для напівтуші м'яса $R=0,0967$, $P=0,3571$).

Тривалість завантаження й вивантаження камер заморожування м'яса така ж, як і тривалість завантаження й вивантаження камер охолодження м'яса.

Для камер однофазного заморожування м'яса необхідний коефіцієнт тепловіддачі, який можна знайти з формули, запропонованої професором І.Г. Чумаком, для визначення тривалості однофазного заморожування м'яса

$$\tau = 0,091 \frac{\delta \rho}{\alpha_{np}} \left[c_0 \left(\frac{t_{поч} - t_c}{t_{кр} - t_c} \right)^{1,5} + \frac{c_\omega^2}{c_{з.м}} \left(\frac{t_{кр} - t_c}{t_{кін} - t_c} \right)^{1,02} \right], \quad (9.7)$$

де c_ω – повна теплоємність м'яса під час заморожування, Дж/кг;

$c_{з.м}$ – питома теплоємність замороженого м'яса, Дж/(кг·К);

$t_{поч} = 37...39^\circ\text{C}$;

$t_{кін} = -18...-20^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, що залежить від швидкості руху повітря в зоні стегна, дорівнює

$$\frac{\alpha_k \delta}{\lambda_B} = 0,33 \left(\frac{\omega_{xm} \delta}{\nu} \right)^{0,58}. \quad (9.8)$$

Звідки

$$\omega_{xm} = 6,73 \frac{\alpha_k^{1,72} \delta^{0,72} \nu}{\lambda_B^{1,42}}. \quad (9.9)$$

Швидкість руху повітря в зоні стегнової частини напівтуші знаходять з рівняння подібності для теплообміну при вимушеному русі повітря. Для стегнової частини напівтуші рівняння подібності записують у вигляді

$$\alpha_k = \varepsilon_{np} - \alpha_n - \alpha_s. \quad (9.10)$$

Початкову швидкість повітря, що виходить із сопел різної форми, знаходять за рівнянням (9.11).

Для плоских сопел, наприклад,

$$\left(\frac{\omega_x}{\omega_0} \right) = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{a_T x}{b_0} + 0,41}}, \quad (9.11)$$

Сумарну кількість повітря, що подається в камеру, визначають за формулою (9.12), а сумарну площу всіх щілин (сопел) – за рівнянням (9.13).

$$V_0 = \omega_0 F_{щ}, \quad (9.12)$$

де $F_{щ}$ – сумарна площа всіх щілин (сопел).

$$F_{щ} = n f_{щ}, \quad (9.13)$$

де $f_{щ}$ – площа однієї щілини (сопла), м².

Масу повітря, яке подається, розраховують за формулою

$$G_n = V_0 \rho_n, \quad (9.14)$$

де ρ_n – густина повітря, яке подається в камеру, кг/м³.

Теплове навантаження на холодильне обладнання камери заморожування визначають за рівнянням (9.15).

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_4 \quad (9.15)$$

де Q_0 – теплове навантаження на холодильне обладнання, Вт;
 Q_2 – теплоприплив від охолоджуваного м'яса, Вт;
 Q_4 – експлуатаційний теплоприплив від роботи електродвигунів вентиляторів, який орієнтовно можна прийняти (0,1...0,2) Q_0 , Вт.

Теплопередавальну площу поверхні повітроохолоджувача знаходять за формулою (9.16).

$$F_{no} = \frac{Q_0}{k_0 \Delta t_m}, \quad (9.16)$$

де F_{no} – площа поверхні повітроохолоджувача, м²;
 k_0 – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувачів, Вт/(м²·К);
 Δt_m – середньологарифмічна різниця температур повітря та кипіння холодильного агента, °С.

Після визначення теплопередавальної площі поверхні повітроохолоджувача проводиться їхній підбір (за теплопередавальною площею поверхні та продуктивністю вентиляторів). Якщо промислові зразки не підходять, то необхідно скомпонувати нестандартний повітроохолоджувач.

Аеродинамічний опір у циркуляційному кільці камер заморожування складається з падіння тиску на подолання місцевих опорів (повітроохолоджувач, сопла, дифузори) і втрати тиску на тертя в каналах і повітроводах.

Потужність електродвигунів розраховують за рівнянням (9.17).

$$Ne = \frac{V_e \Delta P}{\eta}, \quad (9.17)$$

де Ne – потужність електродвигунів, кВт;
 ΔP – аеродинамічний опір під час руху повітря в циркуляційному кільці, Па;
 η – КПД вентилятора.

9.2. Повітряні морозильні апарати

Повітряні морозильні апарати дістали поширення для заморожування різноманітних продуктів рослинного та тваринного походження. Заморожування продуктів у повітрі дозволяє зберегти їх високі поживні та смакові властивості, а також гарний товарний вигляд.

Повітряні морозильні апарати складаються з вантажного відсіку й відсіку повітроохолоджувачів. Звичайно у вантажному відсіку повітряних морозильних апаратів застосовують тунельну систему розподілу повітря. Морозильні апарати тунельного типу (рис. 9.6) конструктивно не дуже відрізняються від низькотемпературних камер.

У вантажному відсіку знаходиться продукт, що заморожується, який переміщується різними транспортними засобами, а у відсіку повітроохолоджувачів розміщують секції, призначені для охолодження повітря, піддон, що обігрівається, для збору талої води, яка утворюється під час відтавання, а також вентиляторна установка.



Рисунок 9.6 – Загальний вигляд морозильного апарата тунельного типу

Як транспортні засоби для безупинного чи для періодичного переміщення продуктів, що заморожуються, у вантажному відсіку застосовують транспортери, конвеєри, гравітаційні пристрої. Транспортні засоби приводяться в рух електричним чи гідравлічним приводом із плавним чи східчастим регулюванням частоти обертання, що дозволяє змінювати продуктивність морозильних апаратів залежно від виду продукту, що надходить на заморожування.

За типом транспортних засобів і способу заморожування харчових продуктів у повітрі апарати можна класифікувати на візкові, конвеєрні, гравітаційні (що проштовхують) і флюїдизаційні. У візкових, конвеєрних і гравітаційних повітряних морозильних апаратах продукти можна заморожувати як у дрібній розфасовці масою до 0,5 кг, так і у вигляді блоків масою до 10...12 кг. У флюїдизаційних морозильних апаратах продукти заморожуються розсипом у повітрі чи в спеціальному середовищі.

Деякі продукти (риба, м'ясо, сир) заморожують у спеціальних формах (блок-форма) чи в листах, що доцільно виготовляти з металу з високою теплопровідністю. Товщина блоків повинна бути 40...100 мм. Форми, у яких заморожують упаковані чи неупаковані продукти, можуть бути з кришками і без них.

Відсутність кришок на блок-формах є причиною підвищеної усушки продуктів під час заморожування. Крім того, у блок-формах без кришок не

вдається одержати блоки правильної форми з гладкою поверхнею, що утрудняє заповнення тари, а також вимагає підвищеної кубатури охолоджуваних приміщень (камер, трюмів) для зберігання.

Відділ повітроохолоджувача знаходиться поруч із вантажним відсіком, над чи під ним. Секції повітроохолоджувачів виготовляють із гладких і оребрених труб. Під час використання оребрених труб слід враховувати вплив снігової шуби, що утвориться на їхній поверхні. Для зменшення утворення снігової шуби за безупинної роботи апарата (без зупинки на відтавання) доводиться удаватися до різних технічних засобів. Снігова шуба на поверхні оребрених батарей зменшує холодопродуктивність повітроохолоджувача, а також приводить до зростання його аеродинамічного опору. Щоб забезпечити безупинну роботу повітряних морозильних апаратів, батареї повітроохолоджувачів зрошують незамерзаючою рідиною, що поглинає вологу, а сама деконцентрується. Вплив снігової шуби на роботу морозильного апарата можна зменшити, якщо охолоджувальні секції повітроохолоджувача виконувати із труб з перемінним кроком оребрення. У цьому випадку перші по ходу руху повітря охолоджувальні секції монтують із труб із великим кроком оребрення (20...30 мм), а наступні секції з меншим (10...15 мм). Повітроохолоджувачі деяких апаратів виконують із декількох (4...8) охолоджувальних секцій, що знаходяться в окремих відсіках чи у відсіках, розділених ізольованими перегородками. За такого розташування будь-яку секцію за необхідності можна відключити для відтавання, а морозильний апарат буде продовжувати працювати. Послідовне відтавання секцій таких апаратів забезпечує їхню тривалу роботу. Безупинна робота апаратів досягається будовою вологофільтрів, що виконуються у вигляді охолоджувальних секцій із гладких труб. Повітря спочатку охолоджується та осушується в цій секції, а потім попадає в секції з оребрених труб.

Вологофільтри обладнуються окремими піддонами та системою дренажу поталої води.

Вентиляторна установка, що створює змушений рух повітря в апараті, складається з одного або декількох осьових чи відцентрових вентиляторів. Якщо електродвигуни вентиляторів знаходяться в охолоджуваному контурі апарата, то вони повинні бути герметичними.

9.2.1. Візкові морозильні апарати з ручним та механізованим переміщенням візків

Візкові апарати бувають із подовжнім чи поперечним рухом повітря, а також із ручним і механізованим переміщенням візків чи етажерок. Крім того, вони можуть бути періодичної й безупинної дії. **Схема будови апарата з подовжнім рухом повітря** показана на рис. 9.7а.

У вантажному відсіку знаходяться візки, на полках яких розміщені продукти, що заморожуються. Спрямований рух повітря в апараті створюється удаваною стелею, що є одночасно і піддоном повітроохолоджувача.

Будова апарата з поперечним рухом повітря показана на рис. 9.7б. Апарат складається з одного чи декількох вантажних відсіків, у яких знаходяться підвісні етажерки (чи візки) із продуктами. Повітря, що подається

вентиляторами, рухається в напрямку, перпендикулярному подовжній осі тунелю. У таких апаратах секції повітроохолоджувача утворюють вантажні відсіки.

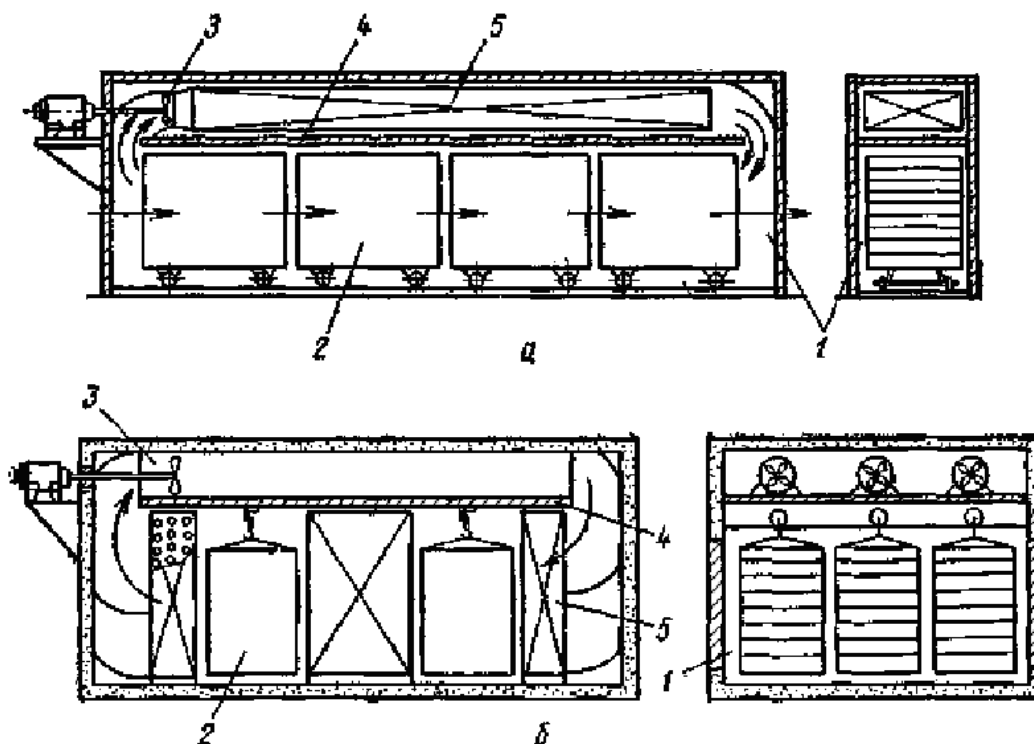


Рисунок 9.7 – Схема будови візкового морозильного апарата: а – з подовжнім рухом повітря; б – з поперечним рухом повітря: 1 – вантажний відсік; 2 – етажерки або візки; 3 – вентилятор; 4 – удавана стеля; 5 – повітроохолоджувач

У візкових апаратах швидкість руху повітря дорівнює 8...10 м/с. За однакової швидкості руху повітря в апаратах із подовжнім рухом повітря буде нагріватися більше, ніж у апаратах із поперечним рухом.

За великої довжини вантажного відсіку та малої кількості повітря, яке підводиться, нагрів його у вантажному відсіку може збільшуватися до 6...8°C, що робить заморожування продуктів в апараті нерівномірним.

Модульний візковий швидкоморозильний тунельний апарат виробництва компанії «Укragроспецхолод» (рис. 9.8) складається з декількох однакових блок-модулів (від 3-х штук). Кожний блок-модуль є автономним і може мати свої температурні режими роботи. Це дозволяє проводити трьозонне заморожування продукту:

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

Зонне заморожування дозволяє в попередньо охолодженому до криоскопічної температури продукті, 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 і 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 $+20\dots+25^{\circ}\text{C}$ на вході до $-10\dots-18^{\circ}\text{C}$ на виході.



а



б



в

Рисунок 9.8 – Модульний візковий швидкоморозильний тунельний апарат виробництва компанії «Украгроспецхолод»: а – загальний вигляд апарата, поруч розташовані візки; б – вид апарата зсередини, без візків, видно рейки; в – загальний вигляд візків

Блоковий принцип конструкції дозволяє постійно контролювати всі хіміко-фізичні процеси, що відбуваються на кожній стадії заморожування, тому що кожний блок оснащений своїми контрольними приладами. Також блоковий принцип дозволяє проводити технічне обслуговування або ремонт без повної зупинки обладнання, а в разі потреби нарощувати потужність установки шляхом додавання блоків до вже працюючої установки (номінальна продуктивність одного блока становить 50–60 кг/годину). Апарат із 3-х блоків забезпечує продуктивність 150 кг/годину, з 7-ма блоків до 350...400 кг/годину. Продуктивність апарата для різних продуктів може відрізнятись в межах 30...100 % від номінальної.

У процесі заморожування продукт рухається в тунелі у візках-шпильках від першого до останнього блока спеціальними напрямними рейками на мінімальній відстані між повітроохолоджувачем і зворотним повітроводом. При цьому повітряні потоки в кожному блоці не перетинаються, що дозволяє не порушувати температурні режими в зонах заморожування. Пересування візків здійснюється вручну.

Автономна робота кожного блока дозволяє гнучко регулювати потужність апарата шляхом відключення блоків, що простоюють (наприклад, наприкінці робочої зміни або за недостатньої кількості сировини) як вручну так і автоматично, збільшити ККД апарата та зменшити його енергоспоживання.

Габаритні розміри одного стандартного блок-модуля – 780×2000×2000 мм, холодоагент – R404A. Споживана електрична потужність одного блоку-модуля не більше 5 кВт.

Візкові морозильні апарати з ручним переміщенням візків марок СА (рис. 9.9) складаються з ізолюваного контуру, у якому секції повітроохолоджувача утворюють вантажні відсіки.

У них рухаються візки етажерочного типу, на полках яких установлюють листи з продуктом, що заморожується. В апараті встановлений реверсивний вентилятор, що створює рух повітря.

Із секцій повітроохолоджувачів снігову шубу відтають гарячими парами аміаку.

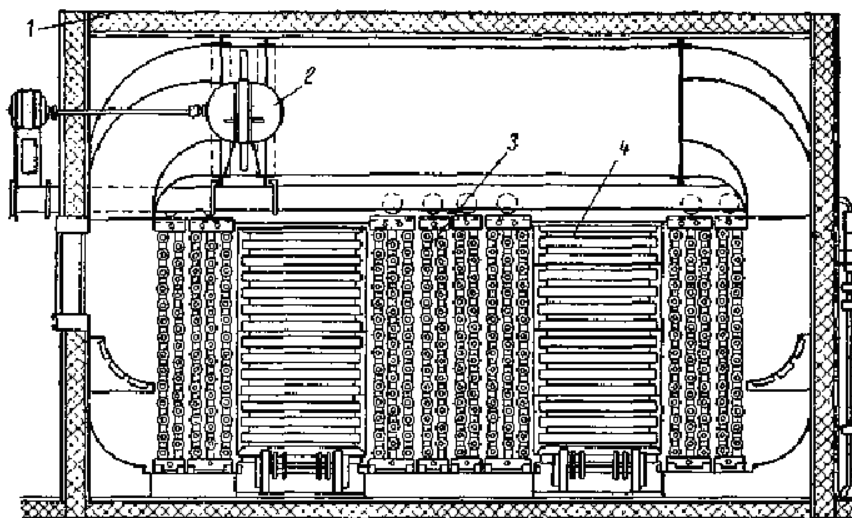


Рисунок 9.9 – Візковий морозильний апарат із ручним переміщенням візків марки СА: 1 – ізолюваний контур; 2 – реверсивний вентилятор; 3 – охолоджувальні секції повітроохолоджувача; 4 – візки з продуктом

Візкові апарати використовують для заморожування риби, субпродуктів, птиці, плодів, ягід і овочів.

Ручне переміщення візків є істотним недоліком цих апаратів. Стандартні деталі й вузли дозволяють виготовляти апарати типу СА з широким діапазоном продуктивності.

Технічна характеристика візкових морозильних апаратів із ручним переміщенням візків приведена в табл. 9.2.

Таблиця 9.2 – Технічні характеристики візкових морозильних апаратів

Показники	Апарати				
	СА-1	СА-2	СА-3	СА-4	СА-5
Продуктивність, т на добу	10	20	3,3	6,6	13,3
Товщина продукту, мм	50...70	50...70	50...70	50...70	50...70
Ємність, кг	1680	3360	560	1120	2240
Кількість, шт.					
візків	6	12	2	4	8
листів	156	312	52	104	208
Площа поверхні охолоджувальних батарей, м ²	654	1242	190	380	811
Температура повітря в апараті, °С	-30	-30	-30	-30	-30
Швидкість руху повітря, м/с	5...6	5...6	5...6	5...6	5...6
Кількість електродвигунів до вентиляторів, шт.	3	6	1	2	4
Потужність електродвигунів, кВт	8,4	16,8	2,8	5,6	11,2
Споживана потужність електродвигуна за -30°С, кВт	4,8	9,6	1,6	3,2	6,4
Тривалість заморожування, годин	3,5...4,0	3,5...4,0	3,5...4,0	3,5...4,0	3,5...4,0
Габаритні розміри, мм					
довжина	4170	4170	4170	4170	4170
ширина	3770	7150	1520	2640	4900
висота	3000	3000	3000	3000	3000
Маса, кг	6120	11980	3000	4500	8120

Візковий апарат для заморожування блоків м'яса з механізованим переміщенням візків (рис. 9.10) являє собою ізольований контур, у якому охолоджувальні секції утворюють два тунелі. У них розміщаються вісім візків. У верхній частині апарата встановлюють чотири реверсивних вентилятори, що створюють посилений рух повітря.

Візки пересуваються рейками за допомогою пристрою (короткого конвеєра), що складається з двох рівнобіжних ланцюгів, зв'язаних між собою штангою. Під час включення конвеєра штанга захоплює візок і просуває на відстань, рівну її довжині. Потім у апарат уводиться наступний візок, що після повторного включення конвеєра проштовхує перший. Таким чином, у кожен тунель завантажують чотири візки.

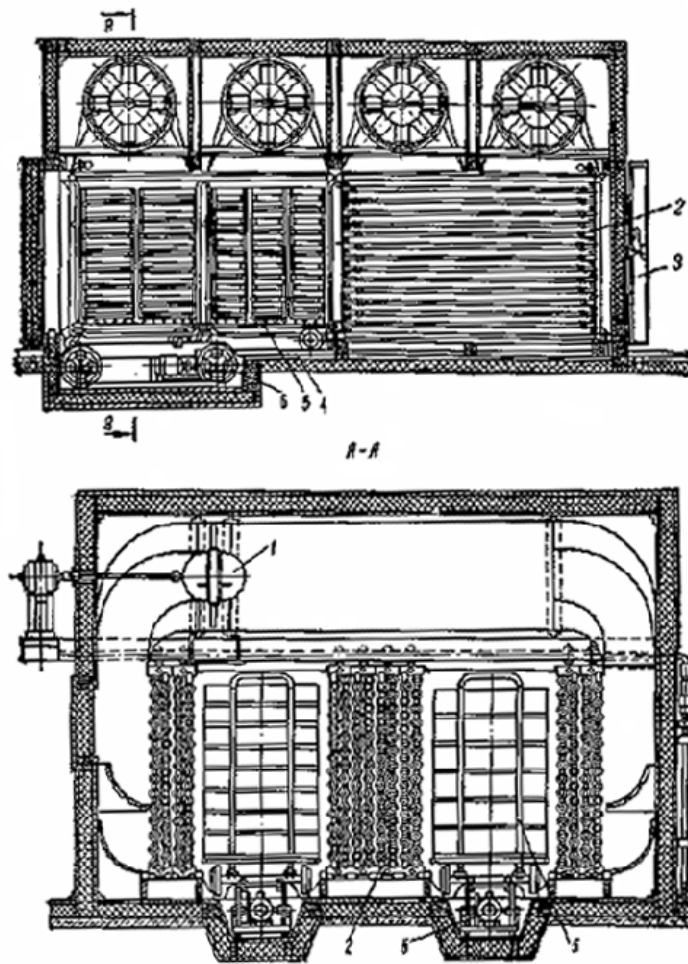


Рисунок 9.10 – Візковий морозильний апарат із механізованим переміщенням візків: 1 – вентиляторна установка; 2 – охолоджувальні секції; 3 – ізольовані двері; 4 – рейковий шлях; 5 – пристрій для переміщення візків

Охолоджувальні секції виконані з оребрених труб діаметром 32×2,25 мм із крученими ребрами висотою 30 мм і кроком навивки ребер 20 і 13,3 мм. Після видалення рідини з охолоджувальних секцій у дренажний ресивер снігову шубу відтають гарячими парами аміаку. Піддони, установлені під секціями і оснащені електронагрівниками, призначені для збирання поталої води.

Переваги: простота конструкції.

Недоліки: підвищена металоємність і необхідність застосування ручної праці.

Візкові апарати для заморожування блокових продуктів із механізованим переміщенням етажерок (рис. 9.11) складаються з ізольованого контуру, де охолоджувальними секціями утворено два вантажних відсіки. Монорельсовими шляхами рухаються підвісні етажерочні клітки, на полках яких установлені листи з рибою.

У верхній частині апарата розміщені основні повітроохолоджувачі та шість осьових вентиляторів, електродвигуни яких винесені за охолоджуваній контур. Охолоджувальні секції повітроохолоджувачів виконані з гладких труб.

Постачання до секцій рідкого аміаку здійснюють за безнасосною схемою з подачею холодильного агента спочатку у верхні секції повітроохолоджувача, а потім переливними трубами агент зливається в додаткові повітроохолоджувачі.

Для рівномірного розподілу повітря по висоті вантажного відсіку встановлені напрямні апарати.

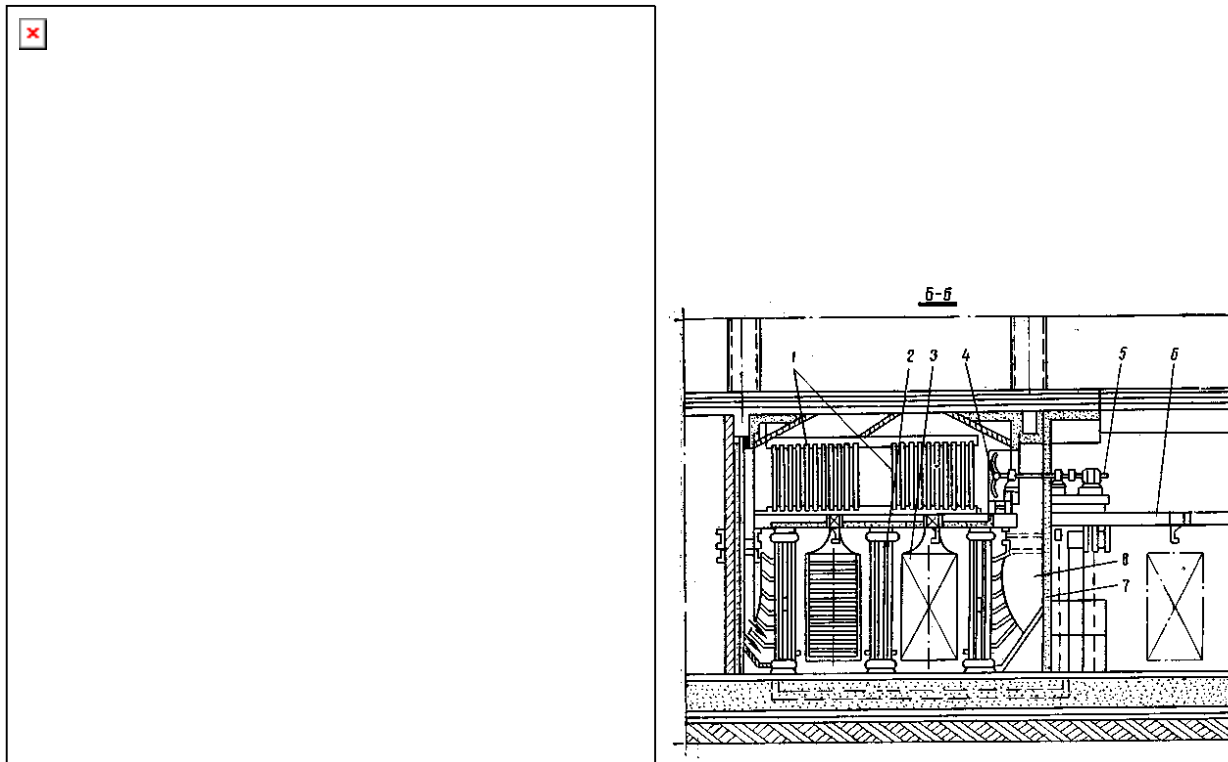


Рисунок 9.11 – Візковий морозильний апарат із механізованим переміщенням етажерок: 1 – охолоджувальні секції основних повітроохолоджувачів; 2 – охолоджувальні секції додаткових повітроохолоджувачів; 3 – підвісні етажерочні кліті; 4 – осьові вентилятори; 5 – електродвигуни; 6 – монорельсові шляхи; 7 – ізольований контур; 8 – напрямні апарати

Пересувні візкові апарати (рис. 9.12) звичайно розміщують у ізольованому залізничному вагоні, у якому біля бокових стін розташовано два вантажних відсіки. Рейковим підвісним шляхом рухаються етажерки, на полках яких установлені листи з продуктом. У нижній частині апарата розміщені секції повітроохолоджувачів і вентилятори.

Переваги: компактність і універсальність апарата.

Недоліки: підвищена металоємність і нерівномірність заморожування.

Технічна характеристика візкових морозильних апаратів із механізованим переміщенням візків чи етажерок приведена в табл. 9.3.

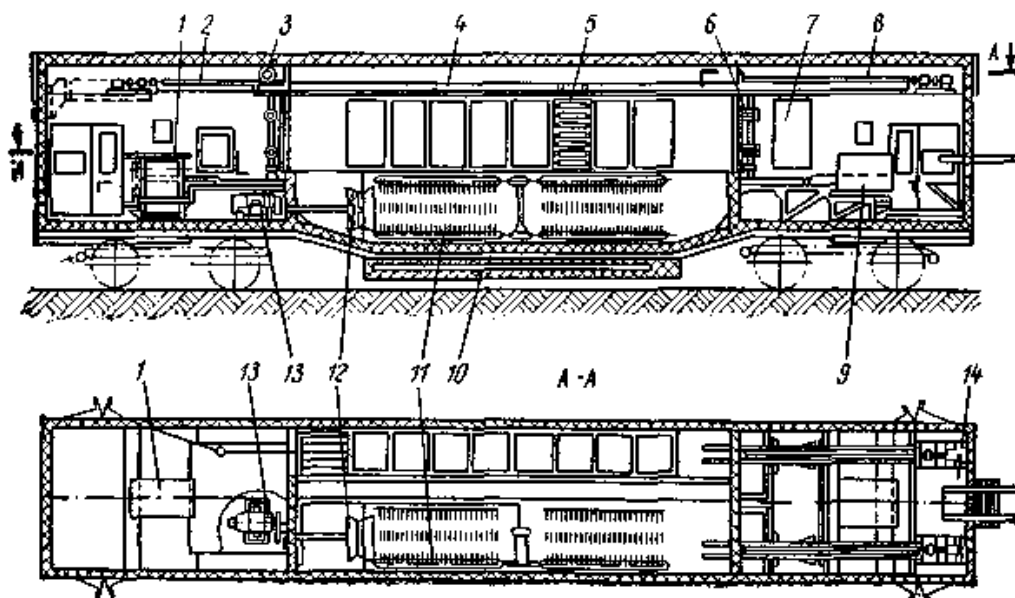


Рисунок 9.12 – Пересувний морозильний апарат із механізованим переміщенням візків: 1 – стіл для укладання продуктів; 2 – штовхач; 3 – привід ланцюгового конвеєра; 4 – рейковий підвісний шлях; 5 – етажерка; 6 – двері вантажного відсіку; 7 – пересувний візок; 8 – витягувальний механізм; 9 – глазурувальний апарат; 10 – аміачний ресивер; 11 – повітроохолоджувач; 12 – вентилятор; 13 – електродвигун вентилятора; 14 – стіл для упакування блоків

Таблиця 9.3 – Технічна характеристика візкових морозильних апаратів із механізованим переміщенням візків чи етажерок

Показники	Апарати		
	із механічним переміщенням візків для заморожування м'яса	із механічним переміщенням етажерок для заморожування блочних продуктів	пересувні
1	2	3	4
Продуктивність, кг/год	625	-	-
т на добу	-	25	16
Ємність, кг	2400	2400	3200
Кількість, шт. візків	8	12	16
листів	208	-	192
Площа поверхні охолоджувальних батарей, м ²	880	548	640
Температура повітря в апараті, °С	-32	-32	-22
Швидкість руху повітря, м/с	5	6	8
Тривалість заморожування, годин	3,2...4	3...4	5...6

1	2	3	4
Кількість електродвигунів для вентиляторів, шт.	4	6	2
Потужність електродвигунів, кВт	16	16,8	28
Габаритні розміри, мм			
довжина			
ширина	4790	9500	8920
висота	5920	4750	865
	3000	3390	1600
Маса, кг	9000	26000	7800

9.2.2. Конвеєрні морозильні апарати

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

Залежно від способу кріплення блок-форми до конвеєра, розміру продукту, що заморожується, і виду конвеєра морозильні апарати поділяють на апарати з ланцюговим конвеєром для заморожування блокових продуктів із рівнобіжною і діагональною підвіскою блок-форм, а також зачепленням блок-форм із ланцюгом конвеєра; апарати зі спіральним конвеєром для заморожування блоків і дрібноштучних продуктів будь-якої форми (напівфабрикати та готові блюда); апарати зі стрічковим горизонтальним конвеєром; для заморожування розфасованих продуктів.

Апарати з ланцюговим конвеєром

Для заморожування продуктів застосовують ланцюгові конвеєри, що для скорочення довжини апарата виконують зигзагоподібними. Схема будови апарата з таким конвеєром показана на рис. 9.13.

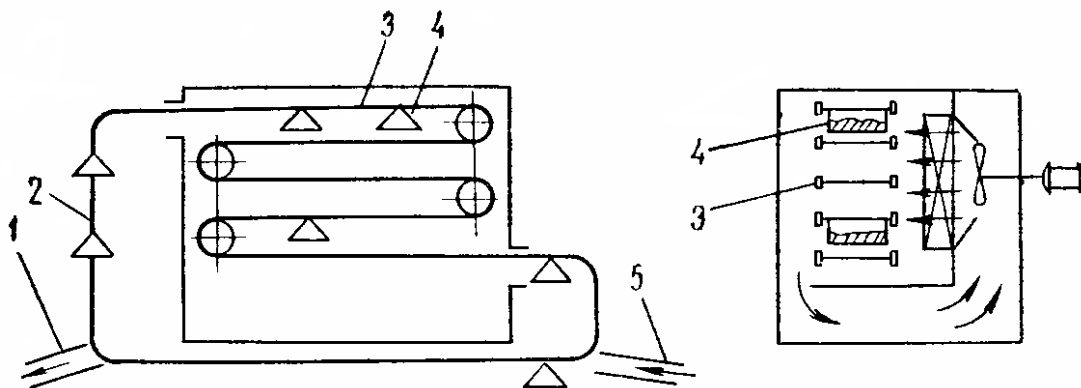


Рисунок 9.13 – Схема морозильного апарата із зигзагоподібним конвеєром: 1 – вузол розвантаження; 2 – ланцюг; 3 – зигзагоподібний конвеєр; 4 – форма з продуктом; 5 – вузол завантаження

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.

В автоматизованих судових морозильних апаратах типу АСМА також застосована рівнобіжна підвіска блок-форм. Відмінною рисою цих апаратів є заморожування продуктів у закритих блок-формах із кришками, що знижує усушку риби, що заморожуються. Блок-форми цього апарата є невід'ємною частиною конвеєра.

До складу апарата типу АСМА (рис. 9.14) входять вантажний конвеєр і секції повітроохолоджувача з вентилятором.

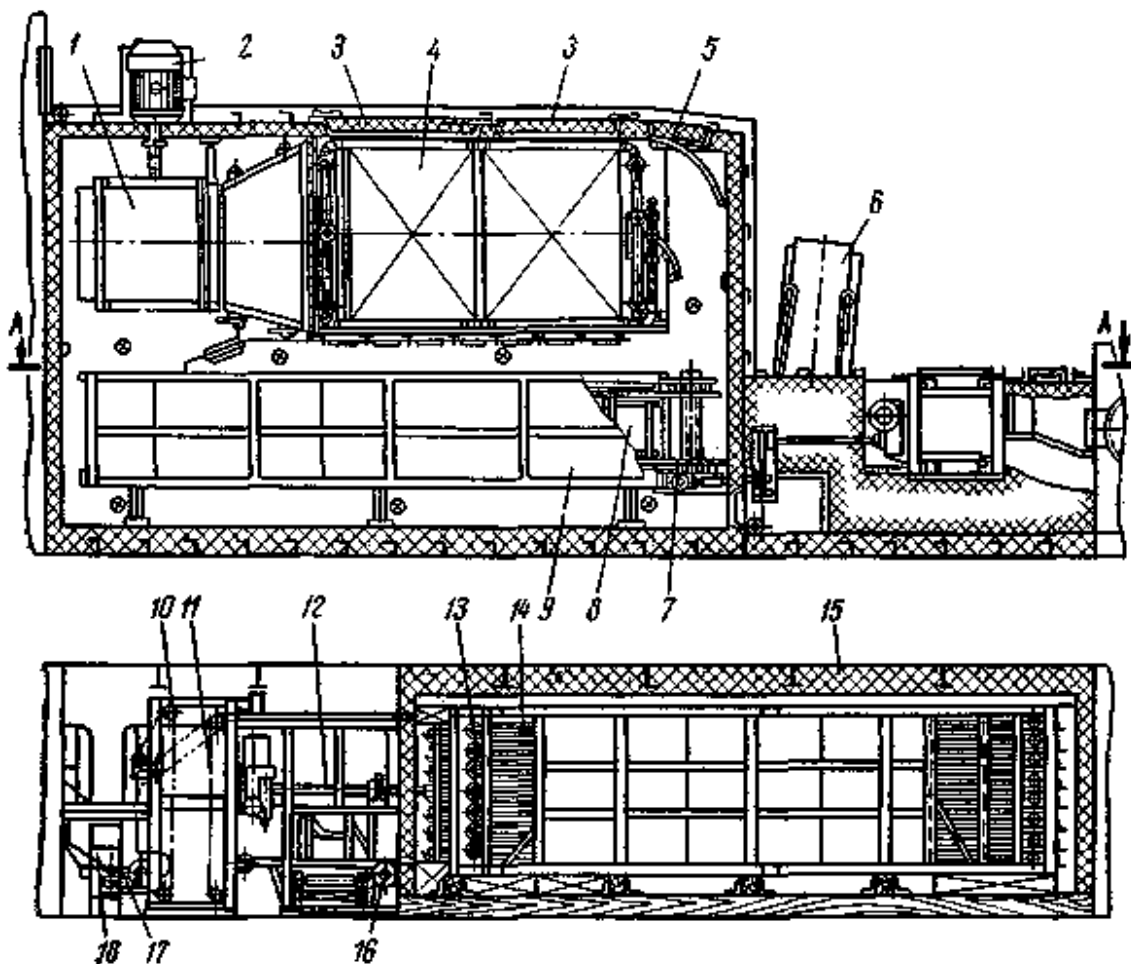


Рисунок 9.14 – Автоматизований судовий морозильний апарат типу АСМА:
 1 – вентилятор; 2 – електродвигун вентилятора; 3 – ізольовані двері;
 4 – повітроохолоджувач; 5 – двері; 6 – розвантажувальний конвеєр; 7 – перекидач;
 8 – блок-форма; 9 – вантажний конвеєр; 10 – елеватор; 11 – конвеєрні ланцюги;
 12 – привід конвеєра; 13 – зірочки; 14 – напрямні; 15 – ізольований контур;
 16 – електродвигун конвеєра; 17 – транспортер-живильник; 18 – бункер

Вантажний конвеєр складається з двох рівнобіжних конвеєрних ланцюгів, напрямок руху яких змінюються за допомогою зірочок. Конвеєр утворює 16 горизонтальних ланок. З ізольованого контуру в тепле приміщення через прорізи в передній торцевій стінці апарата виходять верхня й нижня ланки конвеєра. Вони відгороджені зверху і знизу листами. Це запобігає виходу холодного повітря з ізольованого контуру в приміщення. У цьому ж приміщенні блок-форми апарата завантажують і розвантажують.

За допомогою пальців ланцюги конвеєра шарнірно з'єднані з блок-формами. Кожна з них має чотири ролики, на яких переміщається по напрямних. Блок-форми із одного ярусу на іншій переміщуються зверху вниз. Перехід із верхніх напрямних на нижні відбувається гравітаційним способом.

Привід конвеєра здійснюється від електродвигуна через двоступінчастий черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу.

Між конвеєром і бортом судна залишений прохід для обслуговування конвеєра та спостереження за його роботою, а також прохід між конвеєром і повітроохолоджувачем – для обслуговування останнього.

Повітроохолоджувач виконаний двох'ярусним. Його труби розташовані горизонтально, а секції виготовлені з труб із насадними прямокутними ребрами й перемінним кроком оребрення. Із торцевої сторони повітроохолоджувача знаходяться розподільні стовпчики для верхнього й нижнього ярусів батарей. Подавання рідини ярусами роздільне. Регулювання подавання рідини в батареї повітроохолоджувача здійснюється за допомогою терморегулювальних вентилів. Пара холодильного агента з повітроохолоджувача виводиться з боків. Це дозволяє виключити виникнення рідинних пробок у батареях під час бортової та кільової хитавиці судна.

Рух повітря створюється відцентровим вентилятором із двостороннім усмоктуванням. Електродвигун вентилятора винесений за охолоджуваній контур апарата.

Із мийної машини риба надходить на бункерні ваги, а потім у завантажувальний бункер, з якого висипається в блок-форми вантажного конвеєра. Заповнені блок-форми надходять у вантажний відсік. Швидкість руху конвеєра можна регулювати в межах, що відповідають часу перебування блок-форми у вантажному відсіку.

Виходячи з апарата, блок-форми, шарнірно зв'язані з ланцюгами конвеєра тільки однією стороною, перевертаються за допомогою спеціального пристрою. Перевернена блок-форма підводиться під нагрівач для відтавання, після чого відтягається кришка, і підталий блок випадає на розвантажувальний транспортер. Зняті кришки переносять вручну до місця завантаження блок-форм, що знову перевертаються і повертаються до місця завантаження.

Переваги: механізація, що зменшує трудові витрати на одиницю продукції.

Недоліки: нестандартні розміри й недостатня твердість блок-форм.

У модернізованому варіанті апарата типу АСМА здійснений рух тягових ланцюгів конвеєра і привода глазуровочного пристрою за допомогою гідравлічного приводу через двоступінчастий циліндричний редуктор; розміщені вузли завантаження й розвантаження з різних сторін апарата; удосконалена конструкція пристрою для примусового переходу блок-форм із одного ярусу конвеєра на іншій; поліпшено розподіл повітряного потоку; передбачена спеціальна камера між конвеєром і бортом судна для заморожування великої риби; ущільнені (морозостійкою гумою) місця для входу і виходу блок-форм у ізольований контур; автоматизоване зняття кришок із блок-форм; застосоване відтавання кришок блок-форм за допомогою кварцових ламп.

У швидкоморозильному апараті АМА вертикальне переміщення блок-форм проводиться ланцюговими конвеєрами (ліфтами), а горизонтальне – штанговими штовхальниками. Апарат призначений для заморожування продуктів блоками масою 10...12 кг на листах.

Каркас ізольованого контуру апарата АМА (рис. 9.15) зроблений із профільної сталі. Панелі ізольованого контуру кріпляться до каркаса.

Апарат АМА розділений двома сталевими подовжніми перегородками на три відсіки: у середньому знаходиться повітроохолоджувач і вентиляторна установка, а в бічних – вантажні конвеєри.

Повітроохолоджувач виконаний із оребрених труб. Відтавання його секцій проводиться гарячими парами аміаку. Повітря, що нагнітається вентиляторами, проходячи через повітроохолоджувачі, охолоджується до мінус 30°C, а потім надходить у вантажний відсік, де нагрівається на 6...7°C.

Переміщення листів у вантажному відсіку здійснюється за допомогою двох ліфтів, що складаються з двох замкнутих пластинчастих ланцюгів, внутрішні ланки яких приводяться в рух насадженими на вали зірочками. До пари ланцюгів прикріплені горизонтальні косинці, на які спираються закраїни листів, і таким чином листи переміщуються ліфтами у висячому положенні. До ланцюгів кріпляться 16 несучих косинців, на яких розміщається по п'ять листів. Для проходження повітря відстань між листами складає 60 мм.

Горизонтальне переміщення листів під час завантаження й вивантаження апарата, а також під час передачі їх із піднімального на ліфт, що опускає, здійснюється штанговим штовхальником, що складаються з горизонтальних штанг трубчастого перетину із закріпленими на них лапами. За допомогою лап штовхальники зіштовхуються з листами.

Стрічковим транспортером рибу подають у завантажувальний бункер, а потім на листи, що рухаються напрямними. Дозують і розрівнюють рибу на листах вручну. Надходження листів із рибою в апарат здійснюється циклічно. Під час подавання листа до завантажувального вікна штовхальник уводить його в апарат. При завантаженні апарата листами лічильник імпульсів включає привід ліфтів, що переміщують листи на висоту 120 мм.

Щоб запобігти витоків повітря, бічні проміжки між косинцями закриті укріпленими на пластинах ланцюгів ширмами. Крім цього, у верхній і нижній частинах вантажного відсіку, не зайнятих листами, на деякій відстані один від одного встановлені поперечні захисні аркуші.

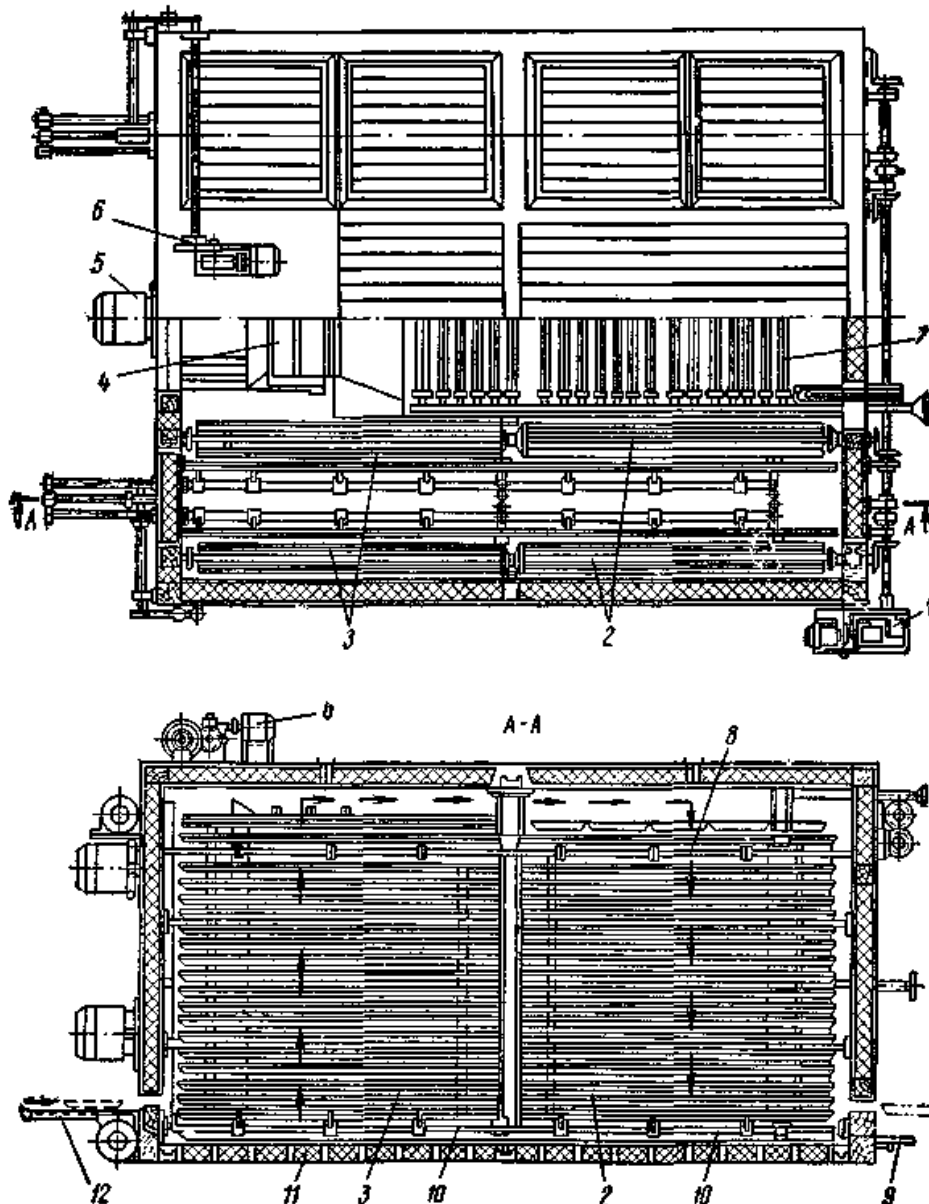


Рисунок 9.15 – Швидкоморозильний апарат АМА: 1 – привід ліфтів; 2 – ліфт, що опускає; 3 – ліфт піднімальний; 4 – вентиляторна установка; 5 – електродвигун вентилятора; 6 – привід штангових штовхачів; 7 – секція повітроохолоджувача; 8 – штанговий штовхач верхній; 9 – розвантажувальне вікно; 10 – штанговий штовхач нижній; 11 – ізолюваний контур; 12 – завантажувальне вікно

Переваги: імпульсне переміщення продукту, що заморожується, ліфтами і штовхальниками всіма зонами вантажного відсіку усуває нерівномірність заморожування, що має місце в апаратах інших конструкцій. Усі електродвигуни встановлені поза охолоджуванім контуром, що спрощує обслуговування апарата.

Недоліки: розміри листів, на яких проводиться заморожування продуктів, не відповідають розмірам стандартної пакувальної тари. Листи не мають кришок, а блоки заморожуються без їхнього підпресування. Транспортування листів за допомогою ліфтів і штовхальників вимагає фіксації їх на несучих косинцях ліфтів. Для запобігання заклинюванню листів їх треба калібрувати. Оскільки під час експлуатації відбуваються деформація та зношення листів, їх слід періодично замінювати.

До складу морозильного апарата ЛВН (рис. 9.16) входять повітроохолоджувачі, осьові вентилятори, вантажний конвеєр, що несе литі алюмінієві блок-форми, вузол завантаження й вивантаження та основний привід.

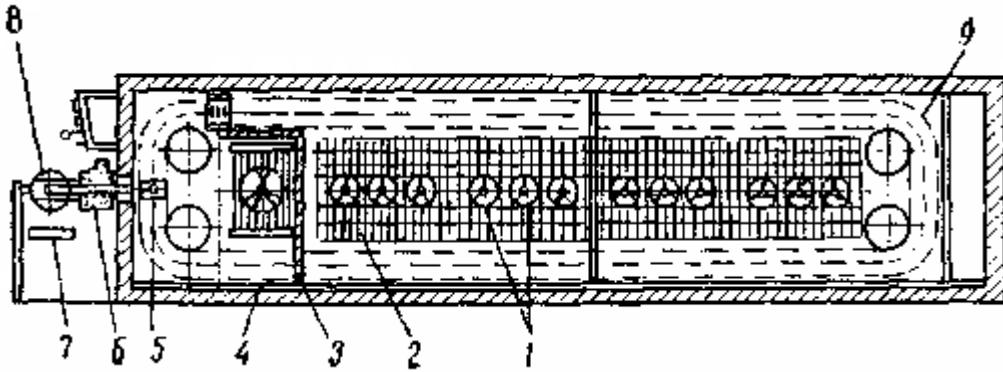


Рисунок 9.16 – Конвеєрний морозильний апарат ЛВН: 1 – осьові вентилятори; 2 – оребрена секція повітроохолоджувача; 3 – лабіринтне ущільнення; 4 – піддон для обігріву; 5 – блок-форма; 6 – паровий ящик; 7 – розвантажувальний конвеєр; 8 – вузол завантаження та вивантаження; 9 – ланцюг вантажного конвеєра

Повітроохолоджувач складається з чотирьох секцій: у першій секції (у камері відділення вологи) установлені гладкі труби та два вентилятори, а в інших – оребрені труби та три вентилятори.

Відсік, де розміщена перша секція повітроохолоджувача, призначений для осушення блок-форм до їхнього попадання у вантажний відсік, що відділений від інших відсіків апарата металевією перегородкою з лабіринтовим ущільненням з морозостійкої гуми.

Вентилятори першої та четвертої секцій розташовані з однієї сторони вантажного конвеєра, а вентилятори другої і третьої секцій – із протилежної, внаслідок чого забезпечується зміна напрямку обдування блок-форм повітрям.

Пересування вантажного конвеєра здійснюється гідравлічним приводом, у систему якого шестерними насосами подають мастило.

Поза ізольованим контуром знаходиться пристрій для завантаження і вивантаження блок-форм рибою.

Блок-форми не зв'язані жорстко з ланцюгами вантажного конвеєра, а вставлені в спеціальні кріплення, що просувають їх напрямними. У процесі заморожування риби блок-форми весь час знаходяться в площині, перпендикулярній напрямку руху вантажного конвеєра.

Риба, призначена для заморожування, транспортером подається до вагового бункера. Якщо порція риби має необхідну масу, то транспортер автоматично зупиняється. Точне дозування порцій проводиться вручну. Із бункера зважена порція риби висипається в блок-форму і вручну розрівнюється. Блок-форма автоматично закривається кришкою з поворотними пружинами, що дозволяють блоку розширюватися під час його заморожування. Потім блок-форма приймає вертикальне положення і вводиться в зачеплення з ланцюгами конвеєра.

Спочатку блок-форми попадають у камеру відділення вологи. Волога, що

залишається на блок-формі після їхнього ополіскування водою, стікає в піддон камери відділення вологи. Оскільки піддон обігрівается, вода не замерзає. У камері відділення вологи блоки-форми обдуваються холодним повітрям. Частина води, що випаровується з поверхні блок-форми, у вигляді снігової шуби осідає на поверхню гладкотрубної секції повітроохолоджувача. Гаряче відтавання гладкотрубної секції дозволяє видалити снігову шубу.

Після заморожування риби блок-форма попадає у вузол завантаження й вивантаження, автоматично виводиться із зачеплення з ланцюгами вантажного конвеєра, перевертається й передається в парову шухляду. Після відтавання й автоматичного зняття кришок блок випадає з блок-форми на розвантажувальний конвеєр і видалається з апарата.

Апарат виконаний так, що його повітроохолоджувачі можуть охолоджуватися як аміаком, так і фреоном. У тому випадку, якщо холодильним агентом є аміак, то апарат працює за насосно-циркуляційною схемою, а якщо фреон – за безнасосною.

Технічна характеристика конвеєрних морозильних апаратів з ланцюговим конвеєром приведена в табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Технічна характеристика конвеєрних морозильних апаратів з ланцюговим конвеєром

Показники	Значення		
	Апарат із паралельною підвіскою блок-форм		Апарат із діагональною підвіскою блок-форм
	типу АСМА	АМА	ЛВН
1	2	3	4
Продуктивність, т на добу	25	25	22,5
Ємність, кг	2100	1600	1980
Кількість, шт. блок-форм листів	180 -	- 160	198 -
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	1950	1460	1900
Температура повітря в апараті, °С	-37	-30	-35
Швидкість руху повітря, м/с	5...6	7	7
Кількість електродвигунів для вентиляторів, шт.	1	2	11
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	12,5	8,3	24

1	2	3	4
Потужність електродвигунів вентиляторів, кВт	30	20	35
Тривалість заморожування, годин	2,5...3	3...3,5	3,8
Габаритні розміри, мм			
довжина	8900	6100	13100
ширина	5150	4800	4000
висота	2800	3200	2600
Маса, кг	25000	26000	16500

Апарати зі спіральним конвеєром

Особливістю морозильних апаратів зі спіральним конвеєром (рис. 9.17) є те, що для зменшення габаритних розмірів апарата конвеєр у вантажному відсіку апарата 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 інший.

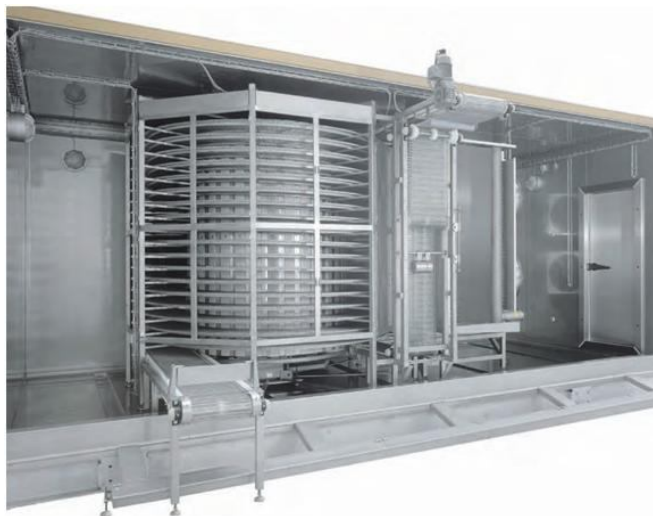


Рисунок 9.17 – Загальний вигляд спірального морозильного апарата

Процес заморожування в спіральному морозильному апараті здійснюється в такий спосіб: продукція в один шар укладається на конвеєр апарата, який доставляє продукт усередину теплоізолюваної камери. Заморожування продуктів відбувається в теплоізолюваній камері на сітчастій транспортерній стрічці транспортної системи апарата (рис. 9.18) у потоці холодного повітря за швидкості повітряного потоку до 3 м/сек. У процесі заморожування продукт рухається за всіма рівнями конвеєра, на виході з камери отримуємо готовий заморожений продукт. Рух стрічки та поступове її закручування в спіраль відбувається плавно без ривків, із постійною швидкістю, що гарантує збереженість продукту під час його проходження через

апарат. Довжина спірального конвеєра, швидкість руху та потужність холодильного агрегату залежать від виду продукту та необхідної продуктивності.



Рисунок 9.18 – Заморожування продукту в спіральному морозильному апараті

До складу спірального морозильного апарата входять:

- теплоізольована камера, виконана з пінополіуретанових «сендвич-панелей» ППУ із замковим з'єднанням, клапаном вирівнювання тиску та електричним обігрівом дверної коробки;
- спіральний багатоярусний конвеєр: рама з нержавіючої сталі, модульна поворотна стрічка, система регулювання швидкості руху конвеєрної стрічки;
- низькотемпературна холодильна установка з повітряним конденсатором, повітроохолоджувач із напрямними повітряного потоку;
- багатофункціональний щит керування.

Спіральні морозильні апарати працюють в автоматичному режимі, включаючи спіральний транспортер і холодильну установку, що забезпечує підтримання необхідних температурних режимів і заданої швидкості руху транспортера. Присутність людини потрібна тільки для укладання продукції на конвеєр на вході в апарат і для зняття готової замороженої продукції на виході.

Апарати зі спіральним конвеєром ефективні, універсальні та застосовують для заморожування продуктів у блоках і дрібноштучних продуктів будь-якої форми.

Апарат зі стрічковим спіральним конвеєром (рис. 9.19). Сітчаста стрічка із продуктом рухається за напрямними, підіймається по спіралі уздовж обертового барабана, що приводить її в дію за рахунок сили тертя.

У верхній частині апарата стрічка виходить за межі охолодженого контуру для вивантаження замороженого продукту та знову вертається до завантажувальної сторони, пройшовши попередньо санітарну обробку. Повітря в апараті рухається зверху донизу через усі яруси сітчастої стрічки конвеєра, поступово нагріваючись і насичуючись вологою, тому втрата маси продуктів нижча, ніж у апаратах із горизонтальним потоком повітря.

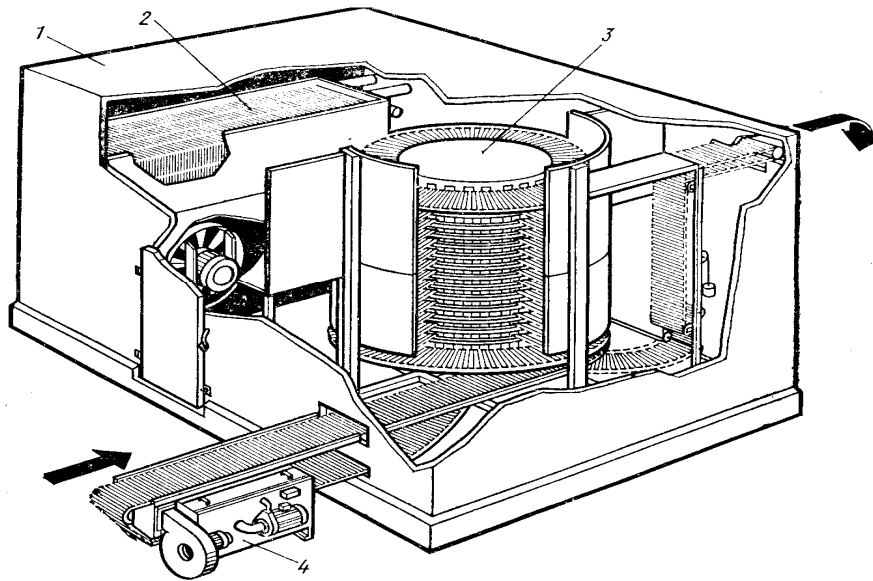


Рисунок 9.19 – Апарат зі стрічковим спіральним конвеєром: 1 – теплоізоляційне огородження; 2 – повітроохолоджувач; 3 – барабан; 4 – пристрій для санітарної обробки стрічки конвеєра

Компактний спіральний морозильний апарат продуктивністю до 250 кг/годину (рис. 9.20) складається зі спірального багатоярусного конвеєра, яким рухається продукція, що заморожується, та холодильної установки, яка забезпечує інтенсивне відбирання тепла від продукту.

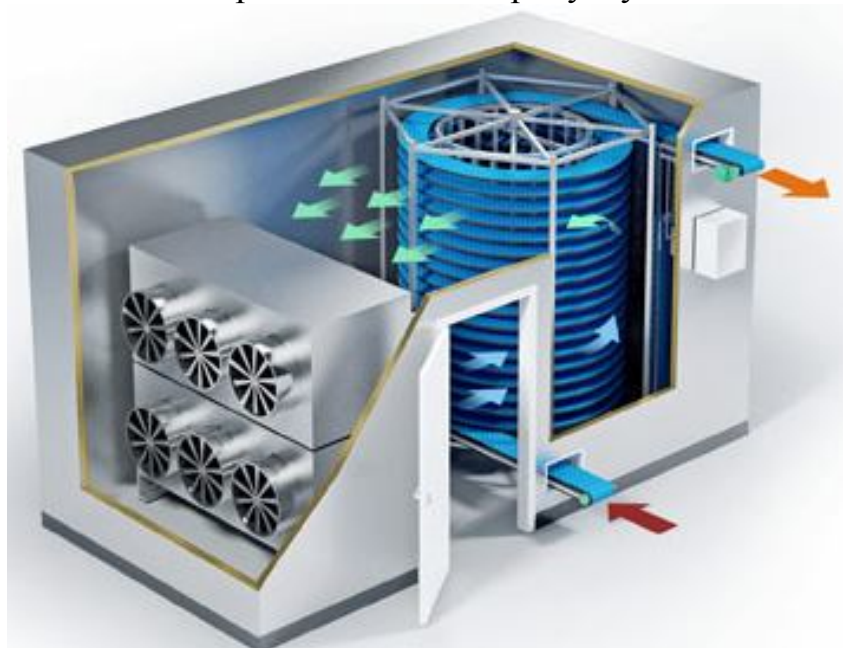


Рисунок 9.20 – Загальний вигляд компактного спірального морозильного апарата продуктивністю до 250 кг/годину

Спіральний конвеєр складається з обертового барабана, встановленого усередині рами, і модульної поворотної стрічки, що обертається довкола нього. Стрічка виготовлена з поліетилену харчового застосування, її легко чистити, розбирати та замінити. В апараті можливо регулювати швидкість руху стрічки

залежно від типу продукції та вимог технологічного процесу. Матеріал всіх металоконструкцій – іржостійка сталь.

Низькотемпературна холодильна установка складається з компресорно-ресиверного агрегату на базі гвинтового напівгерметичного компресора Bitzer; повітроохолоджувача; мастилоохолоджувача; повітряного конденсатора; шафи керування.

Морозильні апарати «Гірофриз» призначені для заморожування дрібноштучних продуктів (котлети, шніцелі, біфштекси, кускове м'ясо, рибні палички). Апарат (рис. 9.21) складається з ізованого контуру, повітроохолоджувача, вентиляторів, пристрою для миття та сушіння стрічки, натяжного пристрою й вузла розвантаження.

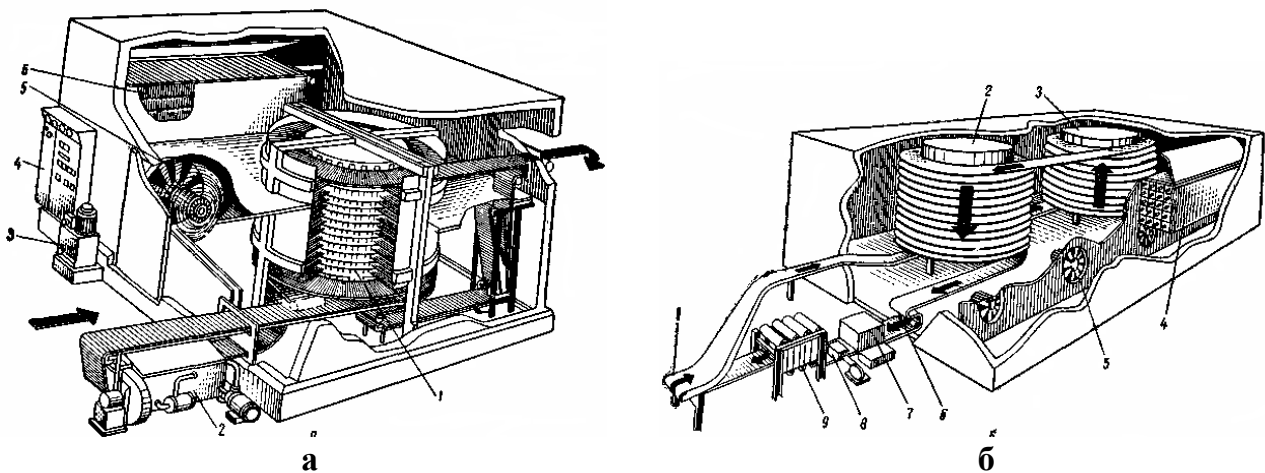


Рисунок 9.21 – Морозильні апарати «Гірофриз»: а – з одним барабаном: 1 – барабан; 2 – пристрій для миття стрічки; 3 – перетворювач частоти; 4 – розподільний щит; 5 – вентилятор; б – з двома барабанами: 1 – пристрій для перевертання стрічки; 2 – другий барабан; 3 – перший барабан; 4 – повітроохолоджувач; 5 – вентилятор; 6 – вузол розвантаження; 7 – пристрій для миття; 8 – вентилятор сушіння стрічки; 9 – натяжний пристрій

Спіральний стрічковий конвеєр може переміщатися навколо одного чи двох барабанів. Стрічка конвеєра по краях має спеціальні ланки, що з'єднані між собою хрестоподібно круглими стрижнями. Отвори в ланках виконані так, що стрічка може стискатися і розтягуватися. Стрічку можна навивати на барабан діаметром близько 2 м. Характерною рисою такої стрічки є і те, що продукт залишається зафіксованим на ній під час руху в апараті. Це дозволяє на одній стрічці одночасно заморожувати різні продукти, тривалість холодильної обробки яких однакова.

Барабан приводиться в рух електричним чи гідравлічним приводом. Такий привід виключає необхідність застосування проміжних валів, підшипників і передач. Обертання барабана регулюють, змінюючи кількість подаваної рідини в гідравлічний привід чи перетворюючи частоту струму.

Швидкість руху стрічкового конвеєра задається такою, щоб продукт за час переміщення його в апараті був заморожений.

Відсік із оребреними повітроохолоджувачами й осьовими вентиляторами знаходиться поруч із вантажним відсіком. Охолодження повітроохолоджувачів може проводитися аміаком (із застосуванням насосно-циркуляційної схеми) чи фреоном.

Холодне повітря в апараті обдуває продукти, що заморожуються, зверху вниз чи знизу нагору. Оскільки повітря в апараті послідовно проходить через яруси й поступово насичується вологою, це сприяє зменшенню усушки продуктів, що заморожуються. В апаратах «Гірофриз» усушка на 40...50% менша, ніж у повітряних морозильних апаратах.

Апарат обладнується автоматичним пристроєм для миття та сушіння стрічки. Стрічка спочатку зрошується теплою водою й дезинфікуючим розчином, а потім обполіскується теплою водою. Вентилятор, установлений по ходу руху стрічки за мийним пристроєм, підсушує стрічку.

Після миття та сушіння стрічка проходить натяжний пристрій, що компенсує зміну довжини. Стрічка змінює лінійні розміри за зміни температури та внаслідок зносу. Для зменшення зносу стрічки в апараті передбачений спеціальний пристрій, що її перевертає. Вузол розвантаження, обладнаний нейлоновим ножем, знімає продукт зі стрічки.

Переваги: простота експлуатації, максимальна гігієнічність, інтенсивність холодильної обробки, мала усушка.

Апарати для заморожування розфасованих продуктів

Широке поширення одержують конвеєрні морозильні апарати для заморожування в повітрі готових блюд чи напівфабрикатів, розфасованих на порції чи упакованих у тару. У вантажному відсіку продукт переміщується стрічковими конвеєрами на спеціальних лотках, умонтованих у ланцюговий конвеєр, чи на стелажах.

Апарат для заморожування готових блюд в упаковці, хлібобулочних виробів і морозива (рис. 9.22) складається з транспортерів завантаження й вивантаження, стелажів для заморожування продуктів, гідравлічного циліндра, повітроохолоджувача з осьовими вентиляторами, пульта автоматичного контролю й управління.

Транспортером завантаження продукти, які необхідно заморожувати, направляються в апарат і надходять на стелажі. За допомогою гідравлічного циліндра стелажі приводяться в безупинний рух. Тривалість переміщення стелажа з продуктом від завантаження до вивантаження складає один повний цикл заморожування. З апарата заморожений продукт видаляється транспортером вивантаження. Завантаження стелажів продуктами, а також їх розвантаження проводяться одночасно, але на різних рівнях апарата.

Двосекційний повітроохолоджувач виготовлений із оребрених труб і обслуговується осьовими вентиляторами, що розміщують у верхній частині вантажного відсіку. Повітря всмоктується вентиляторами й направляються через

повітроохолоджувач у нижню частину вантажного відсіку. Рухаючись у вантажному відсіку знизу нагору, холодне повітря омиває продукт і заморожує його. Повітроохолоджувач відтають не частіше одного разу на тиждень, тому що надходження вологи від упакованих продуктів і через вікна завантаження й вивантаження мінімальні.

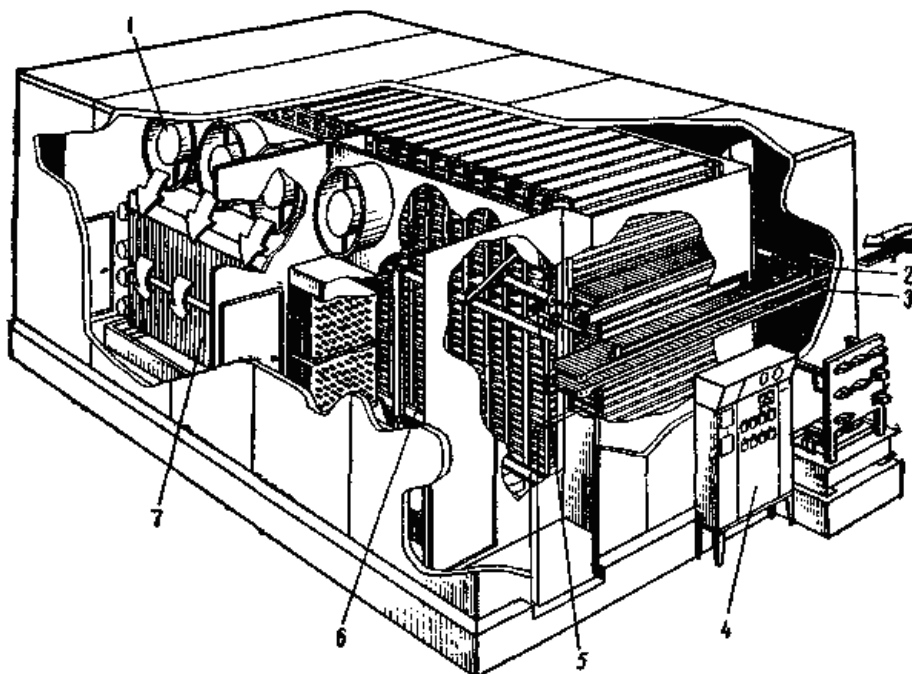


Рисунок 9.22 – Конвеєрний морозильний апарат для заморожування готових блюд в упаковці, хлібобулочних виробів та морозива: 1 – осьові вентилятори; 2 – транспортер завантаження; 3 – транспортер вивантаження; 4 – пульт автоматичного контролю та управління; 5 – гідравлічний циліндр; 6 – стелажі; 7 – повітроохолоджувач

Технологічні процеси в апараті автоматизовані. Керування роботою окремих вузлів морозильного апарата проводиться електричними блоками й електромагнітними гідравлічними клапанами.

Переваги: висока продуктивність, можливість заморожування упакованих продуктів, компактність, механізація та автоматизація технологічних процесів.

Недоліки: складна за конструкцією та керуванням кінематична схема переміщення стелажів.

Простим і надійним в роботі є апарат, у якому заморожування готових блюд (рибні палички, вироби з картоплі, кускова риба чи м'ясо) проводиться на стрічці конвеєра. Конвеєр апарата є продовженням технологічного конвеєра, що виключає проміжне перевантаження продукту.

Апарат (рис. 9.23) 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.

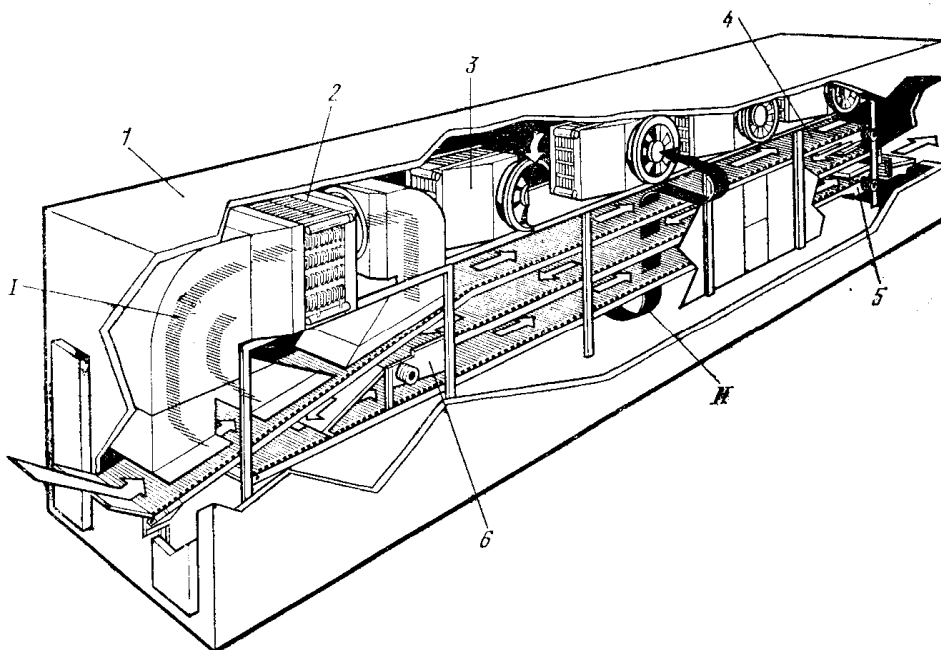


Рисунок 9.23 – Морозильний апарат для заморожування готових блюд на стрічці конвеєра: 1 – теплоізоляційне огородження; 2 – повітроохолоджувач поздовжнього циркуляційного контуру I; 3 – повітроохолоджувач поперечного циркуляційного контуру II; 4 – верхній конвеєр; 5 – нижній конвеєр; 6 – середній конвеєр

Повітроохолоджувачі, розташовані уздовж конвеєрів, забезпечують поперечний рух повітря. Причому більш холодне повітря направляється на нижній конвеєр, де розташовується продукт із самою низькою 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.

Переваги: компактність, гігієнічність, надійність у роботі, зручність і простота експлуатації.

Недоліки: надходження тепла й вологи через вікна завантаження та вивантаження.

Стрічковий морозильний апарат, що має три конвеєри: два для транспортування продукту у вертикальній площині та горизонтальний для завантаження та вивантаження, показаний на рис. 9.24. Продукт переміщується на листах із іржостійкої сталі, які захоплюються затискачами горизонтального конвеєра та подаються в апарат. Конвеєр апарата, що рухається безупинно, підхоплює листи за бічні кромки та транспортує їх нагору. У крайньому верхньому положенні листи переводяться автоматично на конвеєр, що опускає листи. Досягши нижнього положення, листи із замороженим продуктом захоплюються затискачами горизонтального конвеєра та видаляються з апарата. Повітроохолоджувачі, розташовані уздовж апарата, максимально наближені до продукту, а листи із продуктом організують рух потоку повітря. Апарат компактний, наприклад, за однакової продуктивності він займає у виробничому приміщенні площу на 20% і обсяг на 40% менші, ніж апарат зі спіральним стрічковим конвеєром.

Конвеєрні апарати для заморожування продуктів (птиця, олія, хлібобулочні вироби, покладені в картонні перфоровані ящики), упакованих у великогабаритну тару, можуть виконуватися із сітчастим або зі стрічковим конвеєром, з поперечним або з подовжнім рухом повітря.

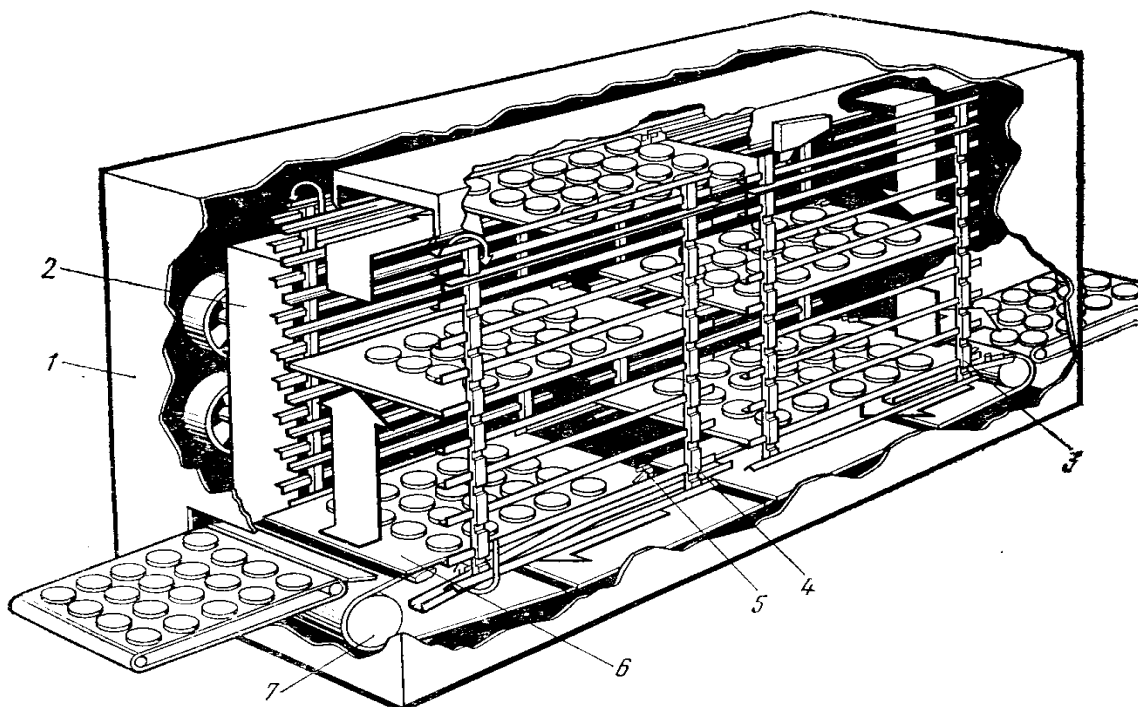


Рисунок 9.24 – Апарат із вертикальними та горизонтальними конвеєрами:
1 – теплоізоляційне огородження; 2 – повітроохолоджувач; 3 – вертикальний конвеєр, що опускає продукт; 4 – вертикальний конвеєр, що піднімає продукт; 5 – швидкодіючий затискач; 6 – лист із продуктом; 7 – горизонтальний конвеєр

Технічна характеристика апаратів для заморожування готових блюд приведена в табл. 9.6.

Таблиця 9.6 – Технічна характеристика апаратів для заморожування готових блюд

Показники	Значення	
	апарат для заморожування готових блюд в упаковці	апарат для заморожування готових блюд
Продуктивність, т на добу	0,6	0,6...1
Ємність, кг	300...500	300...500
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	400	450
Температура повітря в апараті, °С	-35	-35
Швидкість руху повітря, м/с	5...6	4...5
Кількість вентиляторів, шт.	8	4
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	8	10
Потужність електродвигунів, кВт	7,2	5,6
Тривалість заморожування, годин	30...40	20...30
Габаритні розміри, мм		
довжина	7600	8100
ширина	2600	3800
висота	3500	2700
Маса, кг	8500	9200

Апарат із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря (рис. 9.25а) складається з конвеєра, двосекційного повітроохолоджувача, вентиляторної установки, скомпонованої на базі відцентрових вентиляторів, приводів конвеєра й вентиляторів.

Продукт, що знаходиться в тарі, із завантажувального столу через вікно спеціальними штовхальниками передається на стрічку сітчастого конвеєра, рух якого у вантажному відсіку апарата кроковий (переривчастий). Керування рухом конвеєра, завантажувального столу і штовхальників здійснює реле часу, настроювання якого залежить від виду продукту, що заморожується. Послідовно 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 повинен бути евакуйований через знімну торцеву стінку. У цьому випадку переміщення конвеєра разом із приводом здійснюється на спеціальних роликах. Зважаючи на те, що продукт заморожується затареним, усушка невелика. Для відтаювання апарат зупиняють не частіше одного разу на тиждень.

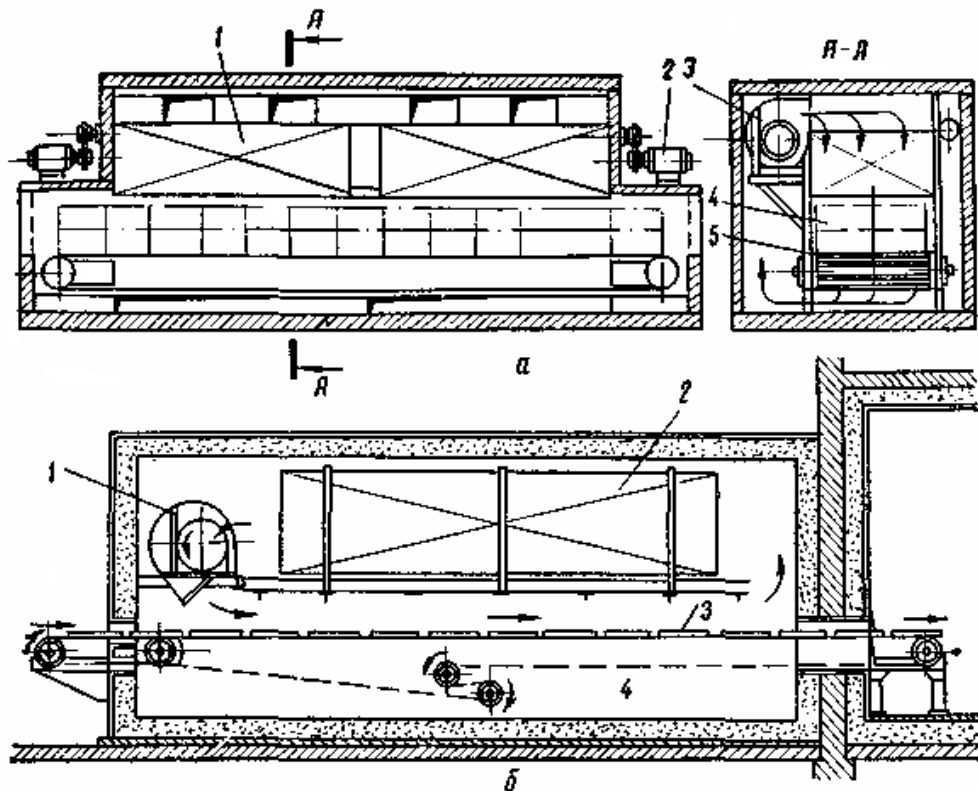


Рисунок 9.25 – Конвеєрні морозильні апарати для заморожування упакованих продуктів: а – із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря; 1 – повітроохолоджувач; 2 – привід вентиляторів; 3 – відцентровий вентилятор; 4 – упакований продукт; 5 – сітчастий конвеєр; б – зі стрічковим конвеєром та подовжнім рухом повітря; 1 – відцентровий вентилятор; 2 – повітроохолоджувач; 3 – упакований продукт; 4 – стрічковий конвеєр

Переваги: простота апарата, в якому механізовані й автоматизовані технологічні процеси.

Недоліки: складність відтаювання, а також значний аеродинамічний опір циркуляційного кільця, що вимагає застосування відцентрових вентиляторів і підвищених енергетичних витрат на їхній привід, знижують ефективність і економічність його роботи.

Апарат зі стрічковим конвеєром і подовжнім рухом повітря (рис. 9.25б) складається з конвеєра, повітроохолоджувача, відцентрового вентилятора, приводів конвеєра й вентилятора.

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. Потала вода, що утворюється під час відтаювання секцій, збирається в

піддон, що обігривається, який розташований безпосередньо під повітроохолоджувачем.

Переваги: конструкція апарата проста, він зручний у експлуатації.

Недоліки: подовжній рух повітря та застосування ручної праці знижують ефективність його роботи.

Технічна характеристика конвеєрних апаратів для заморожування упакованих продуктів приведена в табл. 9.7.

Таблиця 9.7 – Технічна характеристика конвеєрних апаратів для заморожування упакованих продуктів

Показники	Значення	
	Конвеєрні апарати	
	із сітчастим конвеєром та поперечним рухом повітря	зі стрічковим конвеєром та подовжнім рухом повітря
Продуктивність, т на добу	0,6...0,8	0,3...0,5
Ємність, кг	160	120
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	520	350
Температура повітря в апараті, °С	-30	-30
Швидкість руху повітря, м/с	3...4	3...3,5
Кількість вентиляторів, шт.	4	2
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	6,2	4,8
Потужність електродвигунів, кВт	9,6	5,8
Тривалість заморожування, год	30...50	20...30
Габаритні розміри, мм		
довжина	8400	6200
ширина	2800	2100
висота	2600	2600
Маса, кг	9300	5200

9.2.3. Основи розрахунку конвеєрних апаратів

Якщо задані продуктивність апарата, вид продукту й розміри блока, що заморожується, середня температура повітря, початкова і кінцева температури продукту, напрямок і швидкість руху повітря в апаратах то під час розрахунку конвеєрних морозильних апаратів необхідно визначити обсяг і масу блока, що заморожується; тривалість заморожування; ємність апарата та кількість блоків у ньому; довжину ланцюга і швидкість руху вантажного конвеєра апарата; число галузей конвеєра апарата; кількість повітря, що рухається; теплове навантаження; зміну температури повітря в апараті і середню логарифмічну різницю температур; необхідну площу поверхні повітроохолоджувача та його конструктивні розміри; аеродинамічний опір циркуляційного кільця апарата; потужність електродвигунів вентиляторів.

Оскільки в конвеєрних морозильних апаратах продукти зазвичай заморожують у блок-формах, об'єм блока, який заморожується, складе

$$V_{\text{бл}} = l_{\text{бл}} b_{\text{бл}} \delta_{\text{бл}}, \quad (9.18)$$

де $V_{\text{бл}}$ – об'єм блока, який заморожується, м³;
 $l_{\text{бл}}, b_{\text{бл}}, \delta_{\text{бл}}$ – довжина, ширина, товщина блока, м.
 Масу блоку, який заморожується, визначають за формулою

$$g_l = V_{\text{бл}} \rho. \quad (9.19)$$

Тривалість заморожування знаходять за формулою Планка

$$\tau = \frac{q_3 \rho}{t_{\text{кр}} - t_c} \left[R \frac{\delta_{\text{бл}}}{\lambda} + P \left(\frac{l}{\dot{r}i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right], \quad (9.20)$$

де $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сума теплових опорів стінок блок-форми та шарів упаковки, м²·К/Вт.

Коефіцієнт тепловіддачі від блок-форми при вимушеному русі повітря можна підрахувати за формулою

$$\alpha = 0,032 \frac{\omega^{0,8} \lambda_n}{l_x^{0,2} \nu^{0,8}}, \quad (9.21)$$

де ω – швидкість руху повітря біля блок-форм, м/с;
 l_x – лінійний розмір блок-форми в напрямку руху повітря, м.
 Ємність апарата, тобто масу продукту, яка знаходиться на конвеєрі апарата, визначають за формулою

$$G = G' \tau. \quad (9.22)$$

Кількість блоків в апараті розраховують за рівнянням

$$z_{\text{бл}} = \frac{G}{g_l}, \quad (9.23)$$

де $z_{\text{бл}}$ – кількість блоків в апараті, шт.
 Довжину ланцюга вантажного конвеєра апарата знаходять за формулою

$$L_{\text{л}} = b_{\text{ф}} z_{\text{бл}}, \quad (9.24)$$

де $L_{\text{л}}$ – довжина ланцюга вантажного конвеєра в апараті, м;
 $b_{\text{ф}}$ – відстань між осями блок-форм, м.

Швидкість руху вантажного конвеєра визначають за рівнянням

$$\omega_k = \frac{L_n}{\tau}, \quad (9.25)$$

де швидкість руху вантажного конвеєра, м/с.
Число гілок конвеєра розраховують за формулою

$$z_c = \frac{L_n}{L_k}, \quad (9.26)$$

де z_c – число гілок конвеєра, шт.;
 L_k – довжина гілок конвеєра, м.

Із конструктивних міркувань довжину гілки конвеєра L_k приймають рівною 5...8 м, для того щоб морозильні апарати могли розміщуватися в холодильниках із сіткою колон 6×6 та 6×12 м.

Якщо передбачено завантаження апарата продуктом та вивантаження заморожених блоків із апарата з торцевої стіни, то число гілок повинне бути парним.

Кількість повітря, яке рухається, визначають за рівнянням

$$V'_n = F_{жс} \omega, \quad (9.27)$$

де V'_n – кількість повітря, яке рухається, м³/с;
 $F_{жс}$ – площа живого перерізу для проходу повітря, м².

Площа живого перерізу дорівнює:
за поперечного руху повітря

$$F_{жс} = [(L_k + 2b_1)l_1(z_n + 1)], \quad (9.28)$$

де b_1 – зазор між зірочкою вантажного конвеєра та ізолюваною торцевою стінкою апарата, м;

l_1 – зазор між блок-формами по висоті, який передбачений для проходу повітря, м;

за подовжнього руху повітря

$$F_{жс} = [(l + 2b_2)l_1(z_n + 1)], \quad (9.29)$$

де b_2 – зазор між блок-формою та боковими ізолюваними стінками апарата, м.

Теплове навантаження на обладнання визначають за формулою

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_{см} + Q_\phi + Q_4, \quad (9.30)$$

де $Q_{см}$ – теплове навантаження від сталених деталей конвеєра, Вт;

$$Q_{cm} = m_{cm} c_{cm} \omega_k (t_1 - t_2), \quad (9.31)$$

де m_{cm} – маса 1 м вантажного конвеєра, кг;
 c_{cm} – питома теплоємність сталі, Дж/(кг·К);
 t_1 – температура сталених елементів вантажного конвеєра, нагрітих поза вантажним відсіком, °С;
 t_2 – температура сталених елементів вантажного конвеєра після їх охолодження у вантажному відсіку апарата, °С;
 Q_ϕ – теплове навантаження від блок-форм, Вт;

$$Q_\phi = m_\phi c_\phi \omega_k (t_1 - t_2), \quad (9.32)$$

де m_ϕ – маса блок-форм, яка припадає на 1 м вантажного конвеєра, кг;
 c_ϕ – питома теплоємність матеріалу блок-форм, Дж/(кг·К).
 Теплоприплив від роботи вентиляторів під час визначення теплового навантаження апарата орієнтовно приймається (0,15...0,2) Q_2 .
 Зміну температури повітря в апараті розраховують за рівнянням

$$\Theta = \frac{Q_0}{V_n \rho_n c_n}. \quad (9.33)$$

Середню логарифмічну різницю температур між повітрям та киплячим холодильним агентом визначають за формулою

$$\Delta t_m = \frac{\Theta}{2,3 \lg \frac{t'_c - t_0}{t''_c - t_0}}, \quad (9.34)$$

де t'_c – температура повітря перед повітроохолоджувачем, °С;

$$t'_c = t_c + \frac{\Theta}{2}, \quad (9.35)$$

t''_c – температура повітря після повітроохолоджувача, °С;

$$t''_c = t_c - \frac{\Theta}{2}. \quad (9.36)$$

Площу поверхні повітроохолоджувача знаходять за формулою (9.37)

$$F_{no} = \frac{Q_0}{k_0 \Delta t_m}, \quad (9.37)$$

де F_{no} – площа поверхні повітроохолоджувача, м²;
 k_0 – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувачів, Вт/(м²·К);
 Δt_m – середньологарифмічна різниця температур повітря та кипіння холодильного агента, °С.

Якщо не передбачено ніяких інших технічних рішень, то для зменшення шкідливого впливу інею повітроохолоджувач повинен виконуватися з декількох секцій, кількість яких звичайно не перевищує трьох.

Довжину труб у кожній секції розраховують за рівнянням

$$L_{c.x} = \frac{\Pi_x F_{no}}{f_x}, \quad (9.38)$$

де $L_{c.x}$ – довжина труб у секції повітроохолоджувача, м;

Π_x – частка загальної площі поверхні повітроохолоджувача, яка припадає на секцію;

f_x – площа поверхні 1 м оребреної труби з прийнятим кроком оребрення, характерним для даної секції, м².

Конструктивні розміри повітроохолоджувача визначаються площею живого перерізу каналу, в якому розміщуються секції.

Площа живого перерізу цього каналу складає

$$F_k = \frac{V_n}{\omega_n}, \quad (9.39)$$

де F_k – площа живого перерізу каналу, м²;

ω_n – швидкість потоку, що набігає або швидкість в каналі за відсутності секцій, м/с (2,5...3).

Секції повітроохолоджувачів komponуються з відрізків труб, які з'єднані колекторами, або калачами. Довжину відрізка труби l_{mp} задають, виходячи з конструктивних міркувань, тоді ширина каналу складе

$$B_k = l_{mp} + 2l_3, \quad (9.40)$$

де B_k – ширина каналу, м;

l_{mp} – довжина труби, м;

l_3 – зазор між трубами секцій та боковими стінками каналу, м.

Висоту каналу визначають за формулою

$$H_k = \frac{F_k}{B_k}, \quad (9.41)$$

де H_k – висота каналу, м.

На такій висоті можна розмістити

$$n_l = \frac{H_k}{s_l} - 1 \text{ рядів труб}, \quad (9.42)$$

де n_l – кількість труб по висоті каналу;

s_l – відстань між трубами по висоті, м.

Довжину труб у одному вертикальному ряду розраховують за рівнянням

$$L_{mp} = n_l l_{mp}, \quad (9.43)$$

де L_{mp} – довжина труб у вертикальному ряду, м.
Кількість вертикальних рядів труб у кожній секції знаходять із залежності

$$m_x = \frac{L_{c.x}}{L_{mp}}, \quad (9.44)$$

де m_x – кількість вертикальних рядів труб у секції.
Значення m_x в кожній секції повинно бути кратним одиниці.
Аеродинамічний опір в циркуляційному кільці апарата визначають за формулою

$$\Delta p = (\Delta p_{no} + \Delta p_{zp} + \Delta p_{nos} + \Delta p_{диф} + \Delta p_{конф} + \Delta p_{ex}) \cdot 1,1, \quad (9.45)$$

де Δp – аеродинамічний опір у циркуляційному кільці апарата, Па;
 Δp_{no} , Δp_{zp} , Δp_{nos} , $\Delta p_{диф}$, $\Delta p_{конф}$, Δp_{ex} – аеродинамічний опір секцій повітроохолоджувача, у вантажному відсіку апарата, поворотів, дифузора, конфузора при вході повітря в вентилятор, Па;
1,1 – коефіцієнт, який урахує аеродинамічний опір тертя повітря в каналах.

Аеродинамічний опір секцій повітроохолоджувача визначається з припущення, що на їх поверхні знаходиться снігова шуба. Товщину снігової шуби можна прийняти на першій секції 3 мм, на другій 2 мм, на третій 1 мм.

Аеродинамічний опір однієї секції за шахматного розташування труб із навивними ребрами знаходять за формулою

$$\Delta p_x = 1,35 m_x \left(\frac{h}{d_3} \right)^{0,46} \left(\frac{U_x}{d_3} \right)^{-0,72} Re_x^{-0,24} \frac{(\omega_x')^2}{2} \rho_n, \quad (9.46)$$

де Δp_x – аеродинамічний опір секції, Па;
 h – висота ребра, м;
 d_3 – зовнішній діаметр труби, м;
 U_x – відстань між ребрами з урахуванням снігової шуби, м;
 ω_x' – швидкість руху повітря в живому перерізі секцій, м/с;

$$Re_x = \frac{\omega_x' d_3}{\nu_6}. \quad (9.47)$$

Кінематичну в'язкість ν_g визначають за температури кипіння холодильного агента в трубах повітроохолоджувача.

Швидкість руху повітря в живому перерізі секції знаходять із залежності

$$\omega'_x = \varphi_x \omega_n, \quad (9.48)$$

де φ_x – коефіцієнт стиснення, який ураховує розташування в перерізі каналу оребрених труб;

$$\varphi_x = \frac{\frac{s_l}{d_3} \left(1 - \frac{\delta_p}{U_x}\right)}{\frac{s_l}{d_3} - 1 + \left(\frac{s_l}{d_3} - 1 - \frac{2h}{d_3}\right) \frac{\delta_p}{U_x}}, \quad (9.49)$$

δ_p – товщина ребра, м;

$$U_x = i - \delta_p - 2\delta_{c.x}, \quad (9.50)$$

i – крок між ребрами, м;

$\delta_{c.x}$ – товщина снігової шуби, яка утворилася на секції, м;

ω_n – швидкість руху потоку повітря, що набігає, м/с.

Аеродинамічний опір секцій повітроохолоджувача складе

$$\Delta p_{no} = \sum \Delta p_x. \quad (9.51)$$

Аеродинамічний опір блок-форм у вантажному відсіку апарату рівний

$$\Delta p_{ep} = \xi_\phi n_\phi \frac{\omega^2}{2} \rho_n, \quad (9.52)$$

де ξ_ϕ – коефіцієнт місцевого опору блок-форми;

n_ϕ – кількість форм, які омиваються повітрям (за поперечного руху – 1...2 форми, а за подовжнього – $n_\phi = \frac{L_\kappa}{b}$).

Аеродинамічний опір поворотів складе

$$\Delta p_{нов} = n_{нов} \xi_{нов} \frac{\omega_{нов}^2}{2} \rho_n, \quad (9.53)$$

де $n_{нов}$ – кількість поворотів, які здійснює повітря в циркуляційному кільці апарата;

$\xi_{нов}$ – коефіцієнт місцевого опору повороту;

$\omega_{нов}$ – швидкість руху повітря в перерізі повороту, м/с.

Аеродинамічний опір дифузора визначають за формулою

$$\Delta p_{\text{диф}} = \xi_{\text{диф}} \frac{\omega_{\text{диф}}^2}{2} \rho_n, \quad (9.54)$$

де $\xi_{\text{диф}}$ – коефіцієнт місцевого опору дифузора;
 $\omega_{\text{диф}}$ – швидкість руху повітря в стиснутому перерізі дифузора, м/с.

Аеродинамічний опір конфузора визначають за формулою

$$\Delta p_{\text{конф}} = \xi_{\text{конф}} \frac{\omega_{\text{конф}}^2}{2} \rho_n, \quad (9.55)$$

де $\xi_{\text{конф}}$ – коефіцієнт місцевого опору конфузора;
 $\omega_{\text{конф}}$ – швидкість руху повітря в стиснутому перерізі конфузора, м/с.

Аеродинамічний опір при вході повітря у вентилятор знаходять за формулою

$$\Delta p_{\text{вх}} = \xi_{\text{вх}} \frac{\omega_{\text{вх}}^2}{2} \rho_n, \quad (9.56)$$

де $\xi_{\text{вх}}$ – коефіцієнт місцевого опору при вході повітря у вентилятор;
 $\omega_{\text{вх}}$ – швидкість руху повітря в всмоктувальному вікні вентилятора, м/с;

$$\omega_{\text{вх}} = \frac{4V_в}{\pi d_в^2 n_в}, \quad (9.57)$$

де $d_в$ – діаметр усмоктувального вікна вентилятора, м;
 $n_в$ – кількість вентиляторів, шт.

Для обчислення швидкості руху повітря в усмоктувальному вікні треба підібрати вентилятор. Підбір вентиляторів проводиться залежно від кількості повітря, що рухається, і зразкового аеродинамічного опору в циркуляційному кільці апарата (без оурахування опору входу повітря у вентилятор).

Для підбраного вентилятора знаходиться діаметр усмоктувального вікна. Потім визначається $\Delta p_{\text{вх}}$ і уточнюється аеродинамічний опір у циркуляційному кільці апарата. Потужність електродвигунів вентиляторів знаходять за формулою (9.58)

$$Ne = \frac{V_в \Delta P}{\eta}, \quad (9.58)$$

де Ne – потужність електродвигунів, кВт;
 ΔP – аеродинамічний опір під час руху повітря в циркуляційному кільці,
Па;
 η – ККД вентилятора.

Уточнення теплового навантаження проводиться з урахуванням дійсного теплоприпливу від роботи вентиляторів.

9.3. Флюїдизаційні апарати

Флюїдизаційні морозильні апарати (рис. 9.31) призначені для заморожування дрібноштучних харчових продуктів (зелений горошок, боби, квасоля, великі овочі та фрукти, нарізані у вигляді скибочок чи кубиків, а також ягоди, риби палички та ін.), що мають однакову форму й незначно розрізняються розмірами і масою окремих частинок (шматків).

У таких апаратах продукти заморожують у потоці холодного повітря, що подається знизу через спеціальні решітки (перфорований піддон) у вантажний відсік. Повітря, що рухається, створює повітряну подушку і переміщає дрібноштучний продукт уздовж вантажного відсіку апарата.

У разі заморожування продуктів у флюїдизаційних апаратах енергетичні витрати на привід вентиляторів залежать від швидкості руху повітря, що продувається через решітки. Якщо розміри й маса одиничного продукту збільшуються, то зростають швидкість руху повітря, його обсяг і маса. Для зниження енергетичних витрат великі шматки продуктів (розміром більше 40...50 мм) заморожують у щільному шарі з механічним переміщенням продукту через вантажний відсік. Заморожування великих шматків продуктів може проводитись також і в проміжному дрібнодисперсному середовищі.

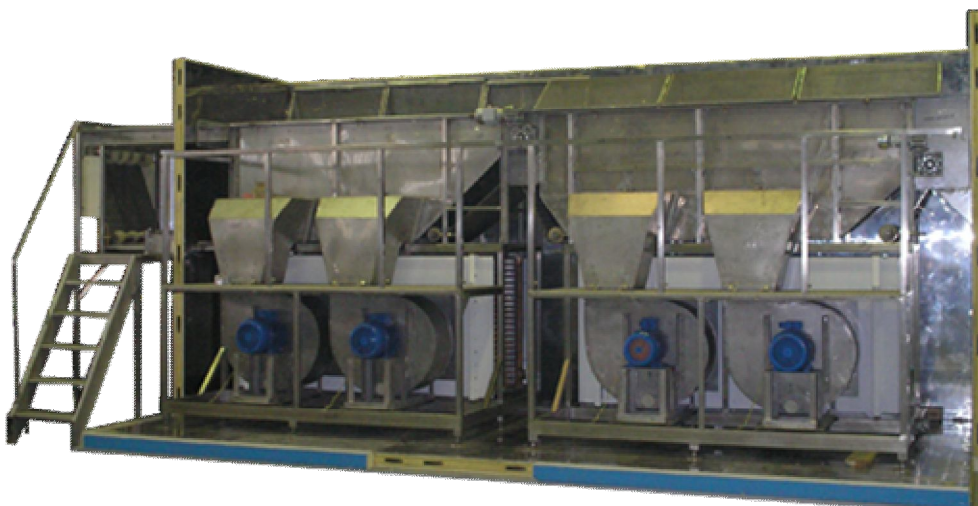


Рисунок 9.26 – Флюїдизаційний морозильний апарат (розріз)

Флюїдизаційні морозильні апарати бувають малої, середньої та великої продуктивності.

9.3.1. Апарат малої продуктивності (рис. 9.27) складається з ізольованого контуру, повітроохолоджувача, над яким розташований піддон з перфорованим дном, вібраційних решіток і відцентрових вентиляторів.

Із технологічного цеху вологий продукт транспортером через вікно подається до завантажувального пристрою апарата, що обладнано вібраційними решітками для підсушування продукту. Підсушування запобігає примерзанню вологого продукту до піддона з перфорованим дном. Потрапляючи на піддон, продукт обдувається холодним повітрям і в зваженому стані швидко заморожується. Крижана кірка, що утворилася, зменшує усушку. З апарата

заморожений продукт видаляється через розвантажувальне вікно й направляється для розфасування й упакування.

Рух повітря в апараті здійснюється відцентровими вентиляторами. Повітря нагнітається вентиляторами у вантажний відсік.

Із повітроохолоджувача повітря направляється до піддона з перфорованим дном. Повітроохолоджувач апарата відтаює гарячими парами аміаку.

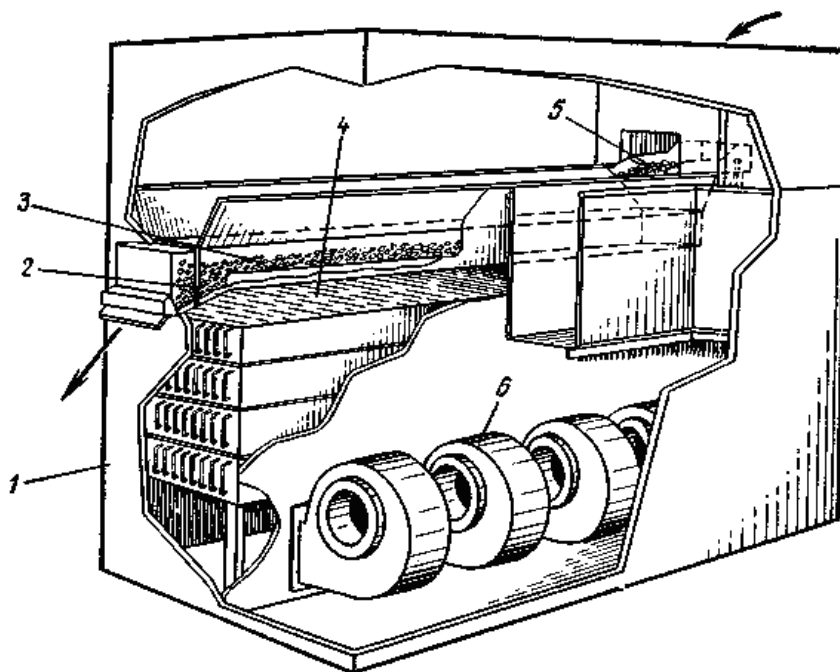


Рисунок 9.27 – Флюїдизаційний апарат малої продуктивності: 1 – ізолюваний контур; 2 – піддон із перфорованим дном; 3 – продукт; 4 – повітроохолоджувач; 5 – вібраційна решітка; 6 – відцентрові вентилятори

Переваги: швидко заморожується дрібноштучний продукт, апарат простий у експлуатації та надійний у роботі.

Недоліки: необхідність періодичних зупинок для видалення снігової шуби з поверхні повітроохолоджувача.

Технічна характеристика флюїдизаційного морозильного апарата малої продуктивності приведена в табл. 9.9.

Таблиця 9.9 – Технічна характеристика флюїдизаційного морозильного апарата малої продуктивності

Параметр	Значення
1	2
Продуктивність, т на добу	0,6...0,8
Ємність, кг	100...150
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	800
Температура повітря в апараті, °С	-25...-35
Швидкість руху повітря в апараті, м/с	4...5

1	2
Кількість вентиляторів, шт..	4
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	10,5
Потужність електродвигунів, кВт	28
Тривалість заморожування, хв	10...20
Габаритні розміри, мм	
довжина	2400
ширина	2300
висота	3400
Маса, кг	3800

9.3.2. Апарат середньої продуктивності (рис. 9.28) повітроохолоджувач складається з чотирьох секцій, відділених теплоізованими перегородками. Секції повітроохолоджувача мають незалежне живлення рідким холодильним агентом. Таке компонування повітроохолоджувача дозволяє відтавати снігову шубу гарячою парою холодильного агента з кожної секції, не зупиняючи апарат. Спеціальний командний пристрій відключає секцію для відтавання. При цьому автоматично закривається щит (шибер) і припиняється рух холодного повітря через секцію. Для прискорення відтавання секція зрошується теплою водою.

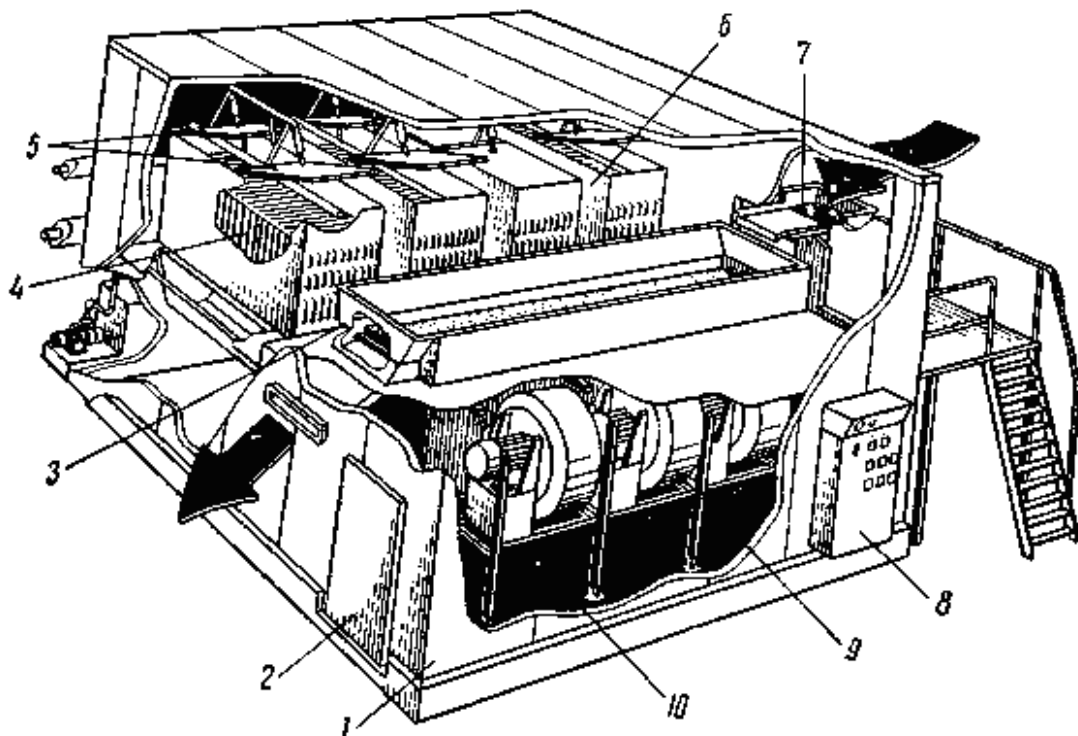


Рисунок 9.28 – Флюїдизаційний апарат середньої продуктивності: 1 – ізований контур апарата; 2 – двері; 3 – піддон із перфорованим дном; 4 – секція повітроохолоджувача; 5 – щити для закривання секції повітроохолоджувача; 6 – теплоізоляційна перегородка; 7 – вібраційна решітка; 8 – щит; 9 – вентилятор; 10 – площадка для установки вентиляторів

Технічна характеристика флюїдизаційного морозильного апарата середньої продуктивності приведена в табл. 9.10.

Таблиця 9.10 – Технічна характеристика флюїдизаційного морозильного апарата малої продуктивності

Параметр	Значення
Продуктивність (пза жареною картоплею, т на год	2,4
Ємність, кг	540
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	1200
Температура повітря в апараті, °С	-30
Швидкість руху повітря в апараті, м/с	4...5
Кількість вентиляторів, шт.	4
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	25
Потужність вентиляторів, кВт	54
Тривалість заморожування, хв	15...20
Габаритні розміри, мм	
довжина	5600
ширина	6500
висота	4800
Маса, кг	16000

9.3.3. Апарати великої продуктивності

Флюїдизаційні апарати великої продуктивності можуть бути зі зрошуваним повітроохолоджувачем, багаторушними решітками, механічним приводом решіток, а також із проміжним середовищем.

Апарат зі зрошуваним повітроохолоджувачем (рис. 9.29) являє собою ізольований контур із піддоном, повітроохолоджувачем, вентиляторами, каплевідділювачем, теплообмінником і реконцентратором етиленгліколю.

Зрошення повітроохолоджувача етиленгліколем виключає утворення снігової шуби на його теплопередавальній поверхні та створює умови для тривалої й ефективної роботи апарата.

Розчин етиленгліколю для зрошення повітроохолоджувача циркуляційним насосом забирається з піддона під перфорованим дном і направляється до зрошувальної гребінки. Поглинаючи з циркулюючого через повітроохолоджувач повітря вологу, розчин етиленгліколю деконцентрується й для відновлення концентрації частина його направляється в реконцентратор. Пройшовши через теплообмінник, концентрований розчин знову зливається в піддон. Проходячи з великою швидкістю, повітря захоплює крапельки етиленгліколю. Попаданню крапель отруйного розчину у вантажний відсік апарата запобігають каплевідділювачі, встановленими після повітроохолоджувача.

Зрошення повітроохолоджувача розчином етиленгліколю хоча і спрощує конструкцію апарата та його автоматизацію, проте пов'язано з необхідністю витрат енергії на роботу реконцентратора та циркуляційного насоса.

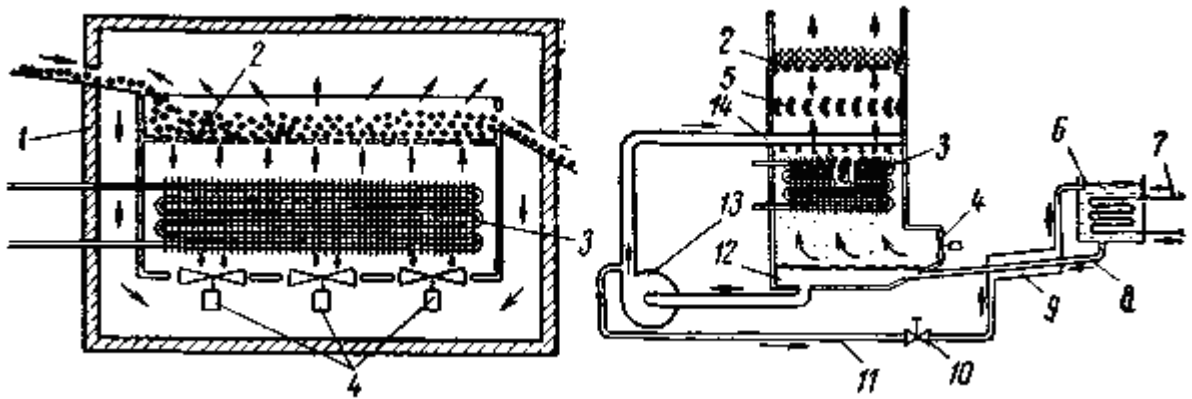


Рисунок 9.29 – Флюїдаційний апарат великої продуктивності зі зрошувальним повітроохолоджувачем: 1 – ізолюваний контур; 2 – піддон з перфорованим дном; 3 – повітроохолоджувачі; 4 – вентилятори; 5 – каплевідділювачі; 6 – реконцентратор етиленгліколю; 7 – паровий змійовик для випаровування води з етиленгліколю; 8 – трубопровід для повернення етиленгліколю в піддон; 9 – теплообмінник; 10 – вентиль; 11 – трубопровід для подачі етиленгліколю в концентратор; 12 – піддон із розчином етиленгліколю; 13 – циркуляційний насос; 14 – зрошувальна гребінка

Флюїдаційний апарат із багатоярусними решітками (рис. 9.30) включає ізолюваний контур, що складається з двох відсіків, пристрій попереднього охолодження й жалюзійні шторки, призначені для зміни кількості повітря і напрямку його руху, відцентрові вентилятори та повітроохолоджувач.

У першому відсіку ізолюваного контуру заморожуються дрібноштучні продукти, а в другому – великі куски продукту.

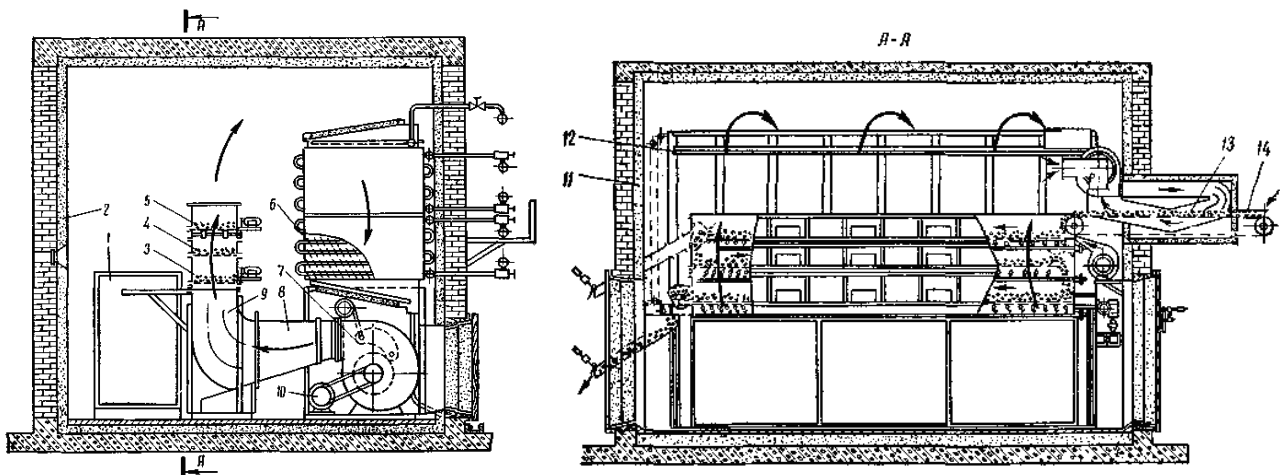


Рисунок 9.30– Флюїдаційний апарат великої продуктивності з багатоярусними решітками: 1 – тунельний відсік; 2, 11 – ізолюваний контур; 3 – нижня нерухома решітка; 4 – середня нерухома решітка; 5 – верхня нерухома решітка; 6 – повітроохолоджувач; 7 – відцентровий вентилятор із електродвигуном; 8 – дифузор; 9 – повітророзподільний канал; 10 – двошвидкісний електродвигун відцентрового вентилятора; 12 – повітроохолоджувач; 13 – пристрій попереднього охолодження та підсушування продукту; 14 – транспортер подачі продукту в апарат

Продукт, що підлягає заморожуванню, попадає в пристрій попереднього охолодження й підсушування. Цей пристрій обладнаний вібраційними решітками та індивідуальним відцентровим вентилятором, що інтенсивно обдуває вібраційні решітки. Пристрій попереднього охолодження виключає наморожування й накопичення теплого та вологого продукту в початковій частині апарата.

Якщо заморожуються продукти невеликих розмірів (горошок, малина, різана стручкова квасоля та ін.), тривалість заморожування яких коротка, то використовують тільки верхні решітки. При цьому заморожений продукт вивантажується через верхнє вікно, що випускає.

Великі куски продукту, час заморожування яких відносно довгий, заморожуються на трьох решітках, послідовно зсипаючись із решітки на решітку. У цьому випадку заморожений продукт видаляється через нижнє вікно, що випускає.

Регулювання напрямку руху потоку продукту проводиться за допомогою шиберів. Швидкість руху потоку продукту залежить від швидкості й напрямку руху повітря в решітках. Під кожними решітками розташовані жалюзійні шторки, призначені для регулювання руху повітря.

Двошвидкісні електродвигуни відцентрових вентиляторів повітроохолоджувачів дозволяють регулювати продуктивність вентилятора та швидкість руху повітряного потоку. Для точного регулювання швидкості руху повітряного потоку в апараті є засувки з дистанційним керуванням. Повітря, що нагнітається вентиляторами, проходить через дифузори в повітророзподільний канал і далі направляється до ґрат із продуктом, де він нагрівається. Тепле повітря охолоджується в повітроохолоджувачі.

Повітроохолоджувач складається з восьми секцій, розташованих у ізольованому контурі. Секції відтають водопровідною водою послідовно й незалежно одна від одної. При цьому вони автоматично ізолюються від вантажного відсіку апарата пересувними шторками, що закриваються.

Перевага: універсальність, що дозволяє заморожувати в апараті дрібноштучні та продукти великі куски продуктів, безперервність роботи, компактність.

Апарат із механічним приводом решіток (рис. 9.31) установлений на потоковій лінії заморожування гарнирної картоплі, складається з ізольованого контуру, що підсушує, вібраційних ґрат, бункера-дозатора, ґрат механізму рівномірного розподілу продукту на стрічці, варіатора швидкостей, пристосування для миття та сушіння стрічки, повітроохолоджувача, вентиляторів.

Апарат збирається з декількох стандартних модулів. Постійними є головний і хвостовий модулі, довжина яких дорівнює 3,6 м. Кількість середніх модулів (довжина модуля складає 3 м) залежить від продуктивності апарата. Модулі легко транспортуються та збираються на місці експлуатації.

У кожному модулі є свій повітроохолоджувач і два високонапірних вентилятори. Модулі апарата збираються за допомогою болтів.

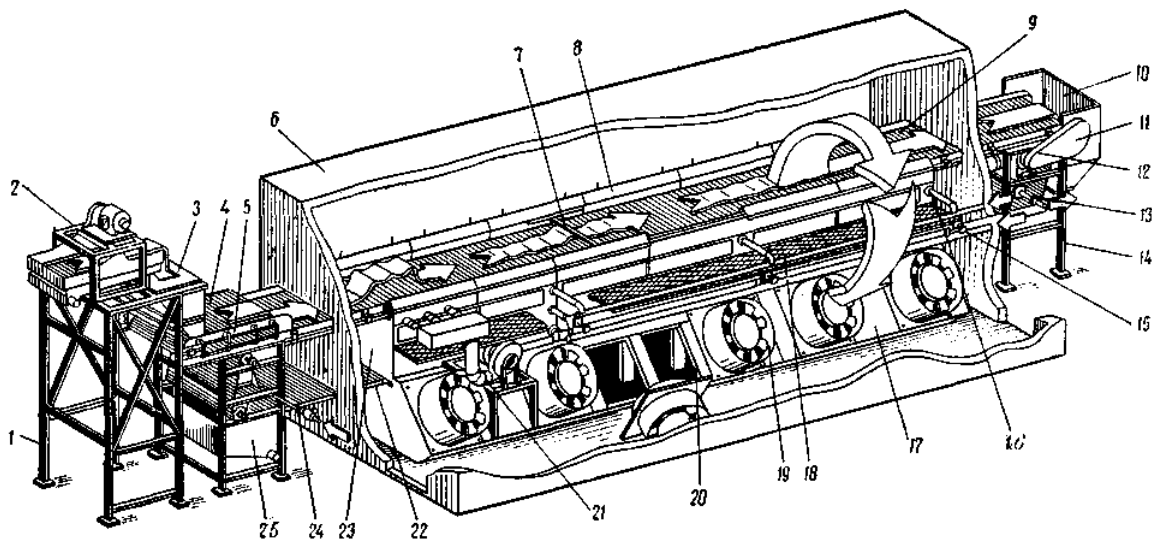


Рисунок 9.31 – Флюїдизаційний морозильний апарат із механічним приводом решіток: 1, 14 – підставка; 2 – вібраційна решітка; 3 – бункер-дозатор; 4 – решітка механізму рівномірного розподілу продукту; 5 – поворотний пристрій; 6 – ізольований контур; 7 – механізм рівномірного розподілу продукту; 8 – напрямні; 9 – металева сітка; 10 – бункер; 11 – стопор; 12 – вібратор; 13 – паровий трубопровід; 15 – аміачний трубопровід; 16 – водяний трубопровід; 17 – знімна кришка; 18 – сітка; 19 – вентилятор; 20 – двері; 21 відцентровий вентилятор; 22 – лінія повернення; 23 – повітроохолоджувач; 24 – пристосування для подачі води на стрічку; 25 – пристосування для сушіння стрічки

Із бункера-дозатора продукт попадає на ґрати. Через вікно завантаження, проходячи зону підсушування, продукт надходить у зону заморожування, де через щільний шар продукту продувається холодне повітря.

З апарата заморожений продукт направляєється до місця розвантаження. Залежно від виду продукту апарат може оснащуватися пневматичним, плитковим чи шнековим транспортером розвантаження, що направляє заморожений продукт на фасування, упакування і на збереження.

Послідовне відтавання секцій повітроохолоджувача, розташованих у ізольованому контурі, створює умови для безупинної роботи.

Апарат компактний, простий у монтажі й експлуатації, дозволяє швидко заморожувати продукти, легко вписується в технологічні лінії виробництва готових продуктів і напівфабрикатів.

В апаратах із проміжним середовищем, що складається з манної крупи, солі й цукру, можна заморожувати великі шматки м'яса, другі блюда, томати, абрикоси, дині, курчат.

Апарат (рис. 9.32) складається з ізольованого контуру, сітчастого транспортера, спеціальних вікон (шлюзів) для завантаження й розвантаження продуктів, відцентрових вентиляторів, гладкотрубної змійовикової батареї й повітроохолоджувачів.

Через вікно завантаження продукт попадає на сітчастий транспортер. Проходячи через проміжне середовище, зважене в повітрі (висота

флюїдизаційного шару 400...500 мм), продукт швидко заморожується й через вікно розвантаження видаляється з апарата. Якщо продукт не упакований, то він направляється для розфасування й упакування.

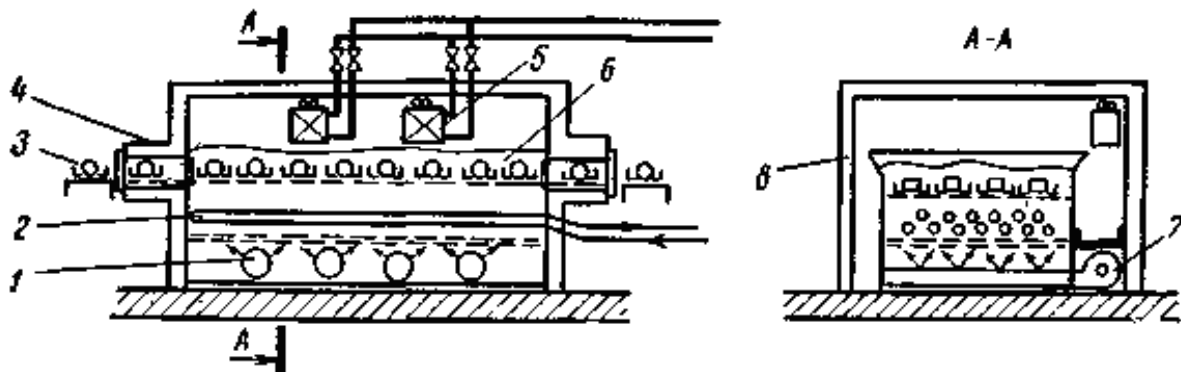


Рисунок 9.32 – Флюїдизаційний морозильний апарат із проміжним середовищем: 1 – перфорований повітровід; 2 – гладкотрубна змієвиковна батарея; 3 – транспортери; 4 – вікна; 5 – повітроохолоджувач; 6 – проміжне середовище; 7 – відцентровий вентилятор; 8 – ізований контур

Рух повітря в апараті створюється відцентровими вентиляторами, що через перфоровані повітроводи направляють його у вантажний відсік.

Охолодження проміжного середовища здійснюється гладкотрубною змієвикою батареєю, розташованою під конвеєром.

Повітроохолоджувачі, що працюють за зниженої температури кипіння холодильного агента (для цього у схемі холодильної установки можна передбачити ежектори), розташовані у верхній частині апарата. Охолодження повітря до температури нижчої, ніж температура суміші, виключає прилипання частинок до поверхні продукту та їхнє віднесення з апарата.

Апарати з проміжним середовищем універсальні, компактні, малоенергомісткі.

Технічна характеристика флюїдизаційних апаратів великої продуктивності приведена в табл. 9.11.

Таблиця 9.11 – Технічні характеристики флюїдизаційних апаратів великої продуктивності

Параметр	Флюїдизаційні морозильні апарати			
	із зрошувальним повітроохолоджувачем	із багатоярусними решітками	із механічним приводом решітки	із проміжним середовищем
1	2	3	4	5
Продуктивність, т на год	3*	1	2...8	1
Ємність, кг	600...700	240	240	200
Площа поверхні повітроохолоджувача, м ²	1800	1200	1800	800

1	2	3	4	5
Температура повітря в апараті, °С	-28	-30	-30	-30
Швидкість руху повітря в апараті, м/с	3...4	3...5	4...5	0,5...1
Кількість вентиляторів, шт.	4	8	6	4
Продуктивність вентиляторів, м ³ /с	40	24	24	6
Потужність електродвигунів вентиляторів, кВт	80	60	30...100	12
Тривалість заморожування, хвилин	3...5	10...20	14...30	20...30
Габаритні розміри, мм				
довжина				
ширина	5600	8450	10200	6400
висота	6500	5650	6500	4200
	4800	5600	5200	3400
Маса, кг	24000	16000	18000	8000

*продуктивність апарата вказана за зеленим горошком

9.3.4. Основи розрахунку флюїдизаційних апаратів

Розраховуючи флюїдизаційний морозильний апарат, якщо задани його продуктивність, температура повітря, а також початкова й кінцева температури продукту, необхідно визначити оптимальну швидкість повітря у вантажному відсіку апарата; коефіцієнт тепловіддачі від поверхні продукту; теплоприплив від продукту; площа ґрат і орієнтовані розміри апарата; обсяг і масу повітря, що рухається, тривалість заморожування продукту в апараті; аеродинамічний опір флюїдизаційного шару продукту й ґрат.

Оптимальну швидкість руху повітря у вантажному відсіку флюїдизаційного апарата визначають за формулою

$$w_{opt} = 2,25 + 1,95 \lg G_{ed}, \quad (9.59)$$

де w_{opt} – оптимальна швидкість руху повітря у вантажному відсіку флюїдизаційного апарата, м/с;

G_{ed} – маса одиничного продукту, г.

Для стабільної роботи флюїдизаційного апарата повинна бути виконана умова

$$w'_{кр} < w_{opt} < w''_{кр}, \quad (9.60)$$

де $w'_{кр}$ – початкова швидкість флюїдизації, м/с;

$$w'_{кр} = \frac{v_6}{d_3} \cdot \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}, \quad (9.61)$$

де Ar – критерій Архімеда;

$$Ar = \frac{gd_3\rho_{np}}{v_6^2\rho_6}, \quad (9.62)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

ρ – густина продукту, кг/м³;

$w''_{кр}$ – критична швидкість флюїдизації, або швидкість, за якої можливе віднесення частинок продукту із шару, м/с;

$$w''_{кр} = \frac{v_6}{d_3} \cdot \frac{Ar}{18 + 0,6\sqrt{Ar}}. \quad (9.63)$$

Якщо в апараті передбачається заморожування продуктів і у щільному шарі, то швидкість руху повітря у вантажному відсіку апарата звичайно приймають рівною оптимальній швидкості флюїдизації, тобто w_{onm} .

Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні продукту знаходять за формулою

$$\alpha = 0,62 \frac{\lambda}{d_3^{0,5}} \cdot \frac{w_{onm}^{0,5}}{v_6^{0,5}}. \quad (9.64)$$

Теплоприплив від продукту складе

$$Q_2 = G'q_3. \quad (9.65)$$

Площу ґрат можна знайти за формулою

$$F_p = \frac{Q_2}{w_{onm}\rho_6 c_6 \Delta t_6}, \quad (9.66)$$

де F_p – площа ґрат, м²;

Δt_6 – температура нагрівання повітря у флюїдизаційному шарі (1...3°C).

За конструктивними та компоновочними міркуваннями апарат бажано проектувати для заморожування як у флюїдизаційному, так і у щільному шарах.

З цією метою ґрати можна виконати в вигляді стрічки транспортера

$$F_p = L_p B_p, \quad (9.67)$$

де L_p, B_p – довжина та ширина ґрат, м.

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

Кількість продукту, завантаженого на ґрати апарата, визначають за формулою

$$G_{np} = F_p H_0 \rho_{np}, \quad (9.68)$$

де G_{np} – кількість продукту, завантаженого на ґрати апарата, кг.
Обсяг повітря, що рухається, складе

$$V_{\epsilon} = F_p w_{opt}. \quad (9.69)$$

Масу повітря, що рухається, розраховують за рівнянням

$$G_{\epsilon} = V_{\epsilon} \rho_{\epsilon}. \quad (9.70)$$

Тепло, що відводиться від продукту повітрям, знаходять за формулою

$$Q_{\epsilon} = G_{\epsilon} c_{\epsilon} \Delta t_{\epsilon}, \quad (9.71)$$

де Q_{ϵ} – тепло, що відводиться від продукту повітрям, Вт.

Під час розрахунку флюїдизаційного апарата повинна бути виконана рівність

$$Q_2 = Q_{\epsilon} = Q_{np}, \quad (9.72)$$

де Q_{np} – тепло, що відводиться повітрям від площі поверхні продукту, що перебуває на ґратах, Вт;

$$Q_{np} = \alpha F_{np} \Delta t_m, \quad (9.73)$$

де F_{np} – площа поверхні сферичних частинок, що перебувають у флюїдизаційному шарі, м²;

$$F_{np} = \frac{6G_{np}}{\rho d_s}. \quad (9.74)$$

Якщо $Q_2 \neq Q_{\epsilon}$, то варто змінити Δt_m так, щоб розбіжність не перевищувала $\pm 10\%$.

Якщо ж тепло, що відводиться повітрям від площі поверхні продукту, що перебуває на ґратах, значно менше, ніж це потрібно за тепловим балансом, то необхідно збільшити Q_{np} .

Оскільки коефіцієнт тепловіддачі від частки продукту, що заморожується, до повітря визначається оптимальною швидкістю флюїдизації, а температурний перепад – оптимальним нагріванням повітря в шарі Δt_{ϵ} , тепло, що відводиться

від площі поверхні продукту, можна збільшити за рахунок збільшення площі поверхні продукту, а отже, і маси продукту, що перебуває на ґратах.

Тоді

$$F'_{np} = \frac{Q_2}{\alpha \cdot \Delta t_m}, \quad (9.75)$$

де F'_{np} – площа поверхні продукту, що перебуває на ґратах, м²;
Кількість продукту, що перебуває на ґратах, кг

$$G'_{np} = \frac{F'_{np} \rho d_3}{6}. \quad (9.76)$$

Висоту шару продукту визначають за формулою

$$H'_0 = \frac{G'_{np}}{\rho_{np} F_p}, \quad (9.77)$$

де H'_0 – висота шару продукту, м.

Дійсну температуру повітря на виході із шару продукту, що заморожується, знаходять зі співвідношення

$$t'_{e_2} = t_k + (t_{e_1} - t_k) e^{-n}, \quad (9.78)$$

де t'_{e_2} – дійсна температура повітря на виході із шару продукту, що заморожується, °С;

t_{e_1} – температура повітря, що входить у флюїдизаційний шар, °С;

$$n = \frac{\alpha_{np} F'_{np}}{G'_{np} c_{np}}, \quad (9.79)$$

де c_{np} – питома теплоємність продукту, Дж/(кг·К).

Тривалість заморожування продуктів сферичної форми визначають із виразу

$$\tau = \frac{q_3 \rho_{np} d_3}{6(t_{kp} - t_c)} \left(\frac{d_3}{4\lambda_m} + \frac{1}{\alpha} \right), \quad (9.80)$$

де λ_m – теплопровідність замороженого продукту, Вт/(м·К).
Ємність апарата знаходиться за формулою (9.81)

$$G = G' \tau. \quad (9.81)$$

Якщо маса продукту, знайдена з умов теплового балансу, $G' > G$, то очевидно, що саме ця маса й буде визначати ємність флюїдизаційного апарата.

За необхідності уточнюються параметри роботи флюїдизаційного апарата, якщо t'_{e2} значно відрізняється від t_{e2} .

Дійсну швидкість у вантажному відсіку апарата, що повинна бути менше $w''_{кр}$, визначають за формулою

$$w_{onm.o} = \frac{Q_2}{F_e \rho_e c_e (t'_{e2} - t_{e1})}, \text{ м/с.} \quad (9.82)$$

Дійсний критерій Рейнольдса розраховують за рівнянням

$$Re = \frac{w_{onm.o} d_s}{\nu}. \quad (9.83)$$

Пористість флюїдизаційного шару знаходять із залежності

$$\varepsilon = \left(\frac{18 Re_d + 0,36 Re_d^2}{Ar} \right)^{0,21}. \quad (9.84)$$

Для характеристики флюїдизаційного шару необхідно знати його висоту

$$H_\phi = H_0 \frac{1 - \varepsilon_0}{1 - \varepsilon}, \quad (9.85)$$

де H_ϕ – висота флюїдизаційного шару, м;

$\varepsilon_0 = 1 - (\rho_n / \rho_{np})$ – пористість нерухливого шару;

ρ_n – насипна щільність продукту, що заморожується, кг/м³.

Аеродинамічний опір флюїдизаційного шару знаходиться із залежності

$$\Delta p_{ca} = 1,67 \left(Re \frac{H}{d_s} \right)^{0,2} \frac{G'_{np}}{F_p}, \quad (9.86)$$

де Δp_{ca} – аеродинамічний опір флюїдизаційного шару, Па.

Надалі проводиться тепловий розрахунок апарата, знаходиться площа теплопередавальної поверхні повітроохолоджувача, визначається сумарний аеродинамічний опір циркуляційного кільця, проводиться підбір вентиляторів із уточненням теплового навантаження на повітроохолоджувач і за необхідності коректується площа його теплопередавальної поверхні.

9.4. Апарати безконтактного заморожування харчових продуктів

Апарати безконтактного заморожування призначені для заморожування блокових і дрібноштучних продуктів як упакованих у тару, так і неупакованих.

Такі апарати компактні, мають кращі показники порівняно з повітряними морозильними апаратами.

До апаратів із безконтактним заморожуванням відносять плиткові та апарати для заморожування упакованих продуктів рідкими холодоносіями.

9.4.1. *Плиткові апарати* (рис. 9.33) призначені для заморожування різних харчових продуктів у блоках: м'яса, субпродуктів, промислових риб, рибного філе і фаршу, сиру в блоках і брикетах дрібного розфасування, овочевих і фруктових пюре.



Рисунок 9.33 – Загальний вигляд плиткового морозильного апарата

Продукти, заморожені в плиткових морозильних апаратах, мають правильну форму і легко упаковуються. Під час їх транспортування і зберігання ефективно використовується вантажний обсяг транспортних засобів і камер схову стаціонарних холодильників.

У плиткових морозильних апаратах упакований або неупакований продукт заморожується, знаходячись у контакті з рухливими морозильними плитами чи плитами з обертовими барабанами. Морозильні плити, які переміщуються за допомогою гідравлічного чи електричного приводу, а також енергії рідини, щільно (з тиском 10...100 кПа) притискаються до продукту, що забезпечує формування й підпресування продукту, його гарний контакт із поверхнею морозильних плит. Плити й барабани апарата охолоджуються киплячим холодильним агентом (випарна система) чи холодоносієм, охолодженим у випарнику. У випарну систему плиткового морозильного апарата холодильний агент може подаватися під різницею тисків конденсації і кипіння чи циркуляційними насосами.

Апарати можуть обслуговуватися індивідуальними чи центральними холодильними установками. Відсутність проміжного повітряного середовища в плиткових морозильних апаратах дозволяє зменшити перепад температур і інтенсифікувати теплообмін між продуктом, що заморожується, і холодильним агентом (холодоносієм), а також відмовитися від громіздких і металомістких повітроохолоджувачів і енергоємних вентиляторів. Тому плиткові морозильні апарати інтенсивні, компактні й економічні. Порівняно з повітряними морозильними апаратами знімання замороженого продукту з 1 м² площі підлоги,

займаної плитковими морозильними апаратами, приблизно в 1,5...2 рази більше, а енергетичні витрати й маса цих апаратів на 30...40% менші.

Залежно від розташування морозильних плит і їхньої конструкції апарати бувають **горизонтально-плиткові** (з горизонтальним розташуванням плит), **вертикально-плиткові** (з вертикальним розташуванням плит), **роторні** (з радіальним розташуванням плит), а також **барабанного типу**.

Горизонтально-плиткові апарати

Ці апарати застосовують для заморожування філе. Продукт, що знаходиться між плитами, заморожується в листах (рис. 9.34). Більшість горизонтально-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. Горизонтально-плиткові морозильні апарати випускаються з кількістю плит від 6 до 21 шт.

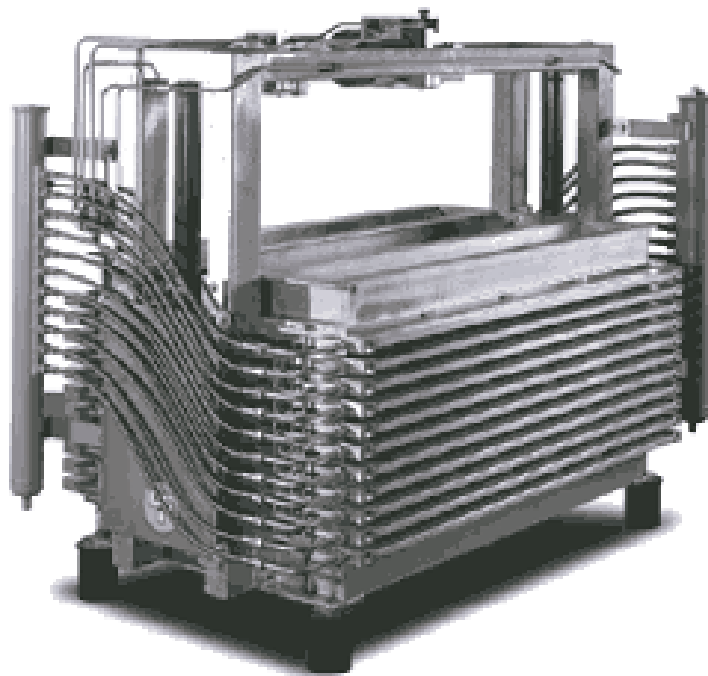


Рисунок 9.34 – Вигляд горизонтально-плиткового апарата без теплоізованого контуру

Горизонтально-плиткові морозильні апарати складаються з ізованого контуру (шафи), дверей, рами, (каркаса), морозильних плит, гідравлічного чи механічного приводу, призначеного для переміщення морозильних плит. Привід може розміщатися у верхній чи в нижній частині апарата. У деяких випадках гідравлічний привід (гідравлічні циліндри) розміщають збоку (поруч із морозильними плитами), що дозволяє виконувати апарат компактним. Тиск підпресування на продукт підтримується постійним за допомогою спеціального клапана, що автоматично пропускає мастило з гідравлічних циліндрів у ємність. Такий клапан не допускає збільшення тиску на продукт при зростанні його обсягу в процесі заморожування.

Горизонтально-плитковий апарат із ручним завантаженням і вивантаженням продукту (рис. 9.35) 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.

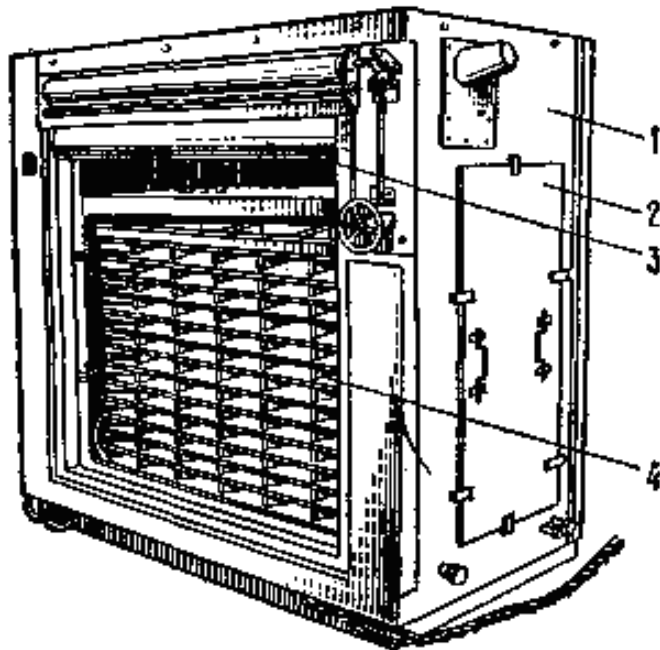


Рисунок 9.35 – Горизонтально-плитковий апарат із ручним завантаженням та вивантаженням продукту: 1 – ізолюваний контур; 2 – щити, які знімаються; 3 – двошарова штора; 4 – морозильна плита

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 сифонних металорукавів. До вертикального колектора апарата холодильний агент направляєється з ресивера циркуляційним насосом.

Знімні щити призначені для огляду й ремонту окремих вузлів апарата (сифонних 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 покладений 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 на листи, які вручну встановлюють на морозильні плити апарата. Після заморожування продукту листи вручну витягаються з апарата, щоб видалити заморожені блоки.

Переваги: компактність, інтенсивність процесу заморожування, гарне

рівномірне підпресування блоків із продуктом.

Недоліки: необхідність застосування ручної праці під час завантаження й вивантаження листів із продуктом.

Горизонтально-плитковий морозильний апарат із рухливими морозильними плитами показаний на рисунку 9.36.

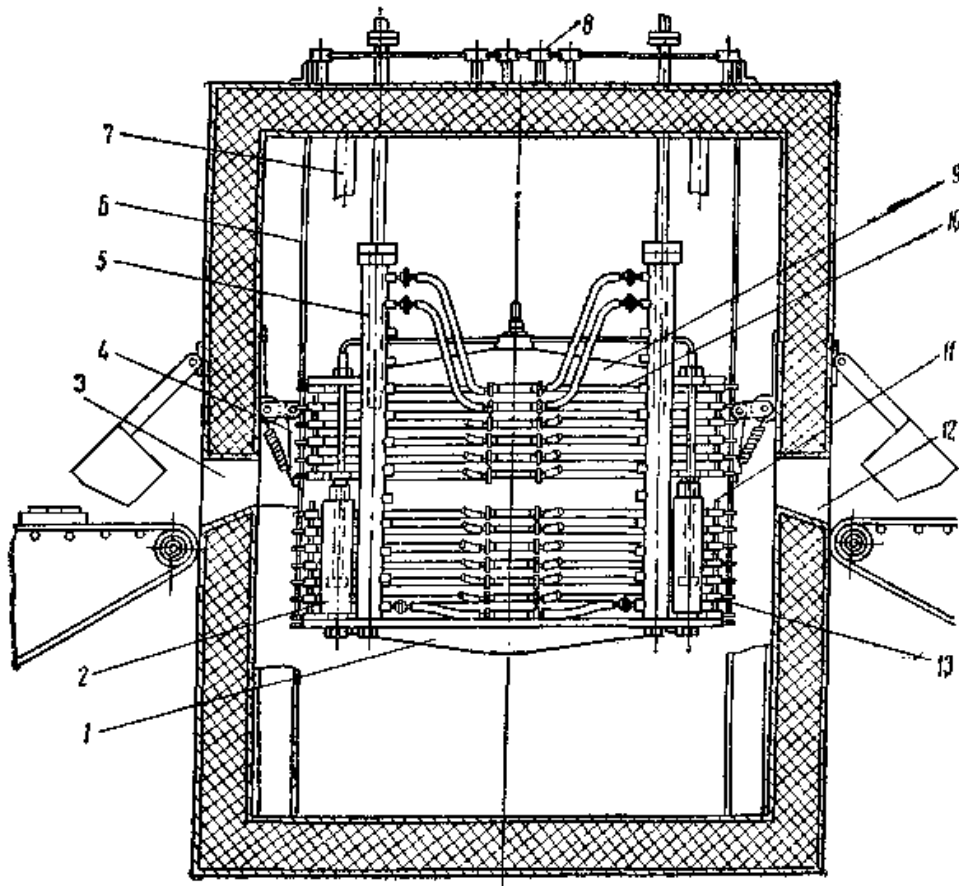


Рисунок 9.36 – Горизонтально-плитковий апарат із рухомими морозильними плитами: 1 – нижня площадка; 2 – гідравлічний циліндр; 3 – розвантажувальна щілина; 4 – гачок; 5 – рідинний манометр; 6 – трос; 7 – упор; 8 – пристрій для піднімання та опускання плит; 9 – верхня площадка; 10 – морозильна плита; 11 – змінний обмежувальний штифт; 12 – завантажувальна щілина; 13 – змінні обмежувальні штифти

Відмінною рисою апарата є те, що його завантаження а коробками з продуктом і розвантаження плит проводиться постійно, що робить можливим поєднання вантажно-розвантажувальних операцій за часом і їх виконання за допомогою транспортерів. Крім того, в апараті відсутні двері ізольованого контуру, що відкриваються на всю висоту морозильних плит. Коробки з продуктом надходять і видаляються через вузькі щілини, що значно скорочує надходження тепла й вологи у вантажний відсік. Апарат складається з декількох морозильних плит і чотирьох гідравлічних циліндрів, розташованих між верхньою та нижньою площадками.

Для переміщення морозильних плит нагору чи униз використовують троси, які закріплені по кутах площадок болтами. Гідравлічні циліндри

закріплені на нижній площадці, а їхні штоки – на верхній. Штоки для подачі мастила в гідравлічний циліндр виконані порожніми.

На нижній площадці встановлені рідинний і паровий колектори, з'єднані гнучкими шлангами з морозильними плитами. До холодильної установки колектор приєднується за допомогою труби, що проходить через кришку ізолюваного контуру апарата.

Для завантаження апарата продуктом на рівні однієї з щілин в ізолюваному контурі змонтований завантажувальний транспортер. В іншій щілині знаходиться розвантажувальний транспортер.

Залежно від висоти коробок із продуктом, що заморожується, відстань між морозильними плитами може регулюватися за допомогою змінних обмежувальних штифтів.

У гідравлічний циліндр під тиском подається мастило. За допомогою штоків і тросів морозильні плити піднімаються нагору, доти верхня площадка не торкнеться упорів. При цьому нижня площадка розташовується трохи вище щілин. Валики повертають важелі, і гачки захоплюють першу (нижню) морозильну плиту.

Тиск мастила в гідравлічних циліндрах зменшується, і під дією ваги плит конструкція опускається вниз, повисаючи на гачках. Коли перша морозильна плита буде на рівні нижньої крайки щілин, завантажувальний транспортер подає коробки, що заповнюють першу морозильну плиту. Після закінчення завантаження валик повертається, збільшуючи кут між важелями й гачками, і друга морозильна плита опускається на коробки з продуктом. У цей момент пружина відводить гачок від морозильної плити, а нижня й верхня площадки зближуються, підпресовуючи продукт, що знаходиться в коробках.

Тиск мастила в гідравлічних циліндрах знову зменшується, і плити опускаються так, що при повороті валика вже третя морозильна плита повисає на гачках, а друга опускається до рівня завантаження. У такий спосіб завантажуються всі морозильні плити апарата. Коли апарат завантажений коробками з продуктом, морозильні плити знову за допомогою штоків і тросів піднімаються нагору до упору. За зворотного руху плит коробки із замороженим продуктом видаляють і завантажують їх новою партією.

Переваги: заморожування продукту починається відразу ж після його надходження на морозильну плиту, а розташування розвантажувальної й завантажувальної щілин на одному рівні дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні операції; відсутність дверей, скорочує тепло- і вологоприпливи у вантажний відсік апарата.

Горизонтально-плитковий апарат із періодичним переміщенням блок-форм із продуктом (рис. 9.37) складається з ізолюваного контуру, гідравлічних циліндрів, транспортера завантаження, автоматичних дозуючих ваг, піднімального ліфта, автоматичного штовхальника.

Стінки ізолюваного контуру обшиті листами з нержавіючої сталі. В ізолюваному контурі для зручності обслуговування є двері з ущільненими прокладками.

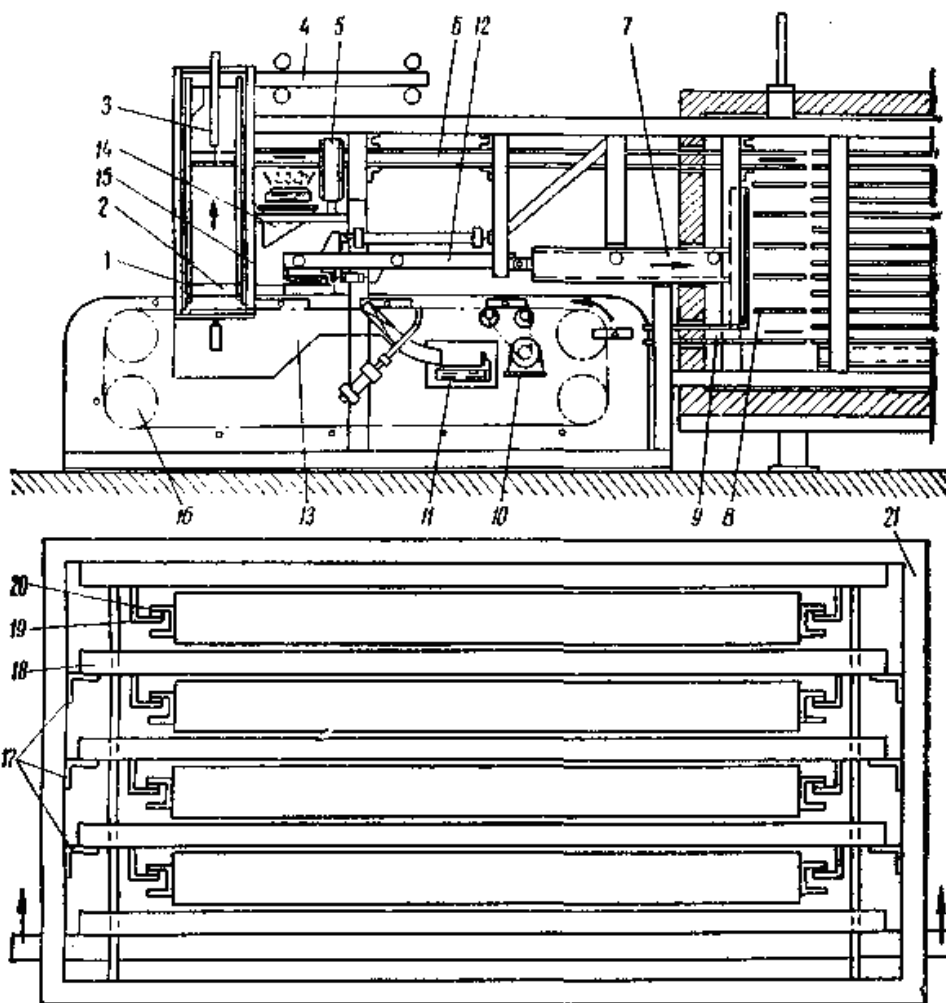


Рисунок 9.37 – Горизонтально-плитковий апарат із періодичним переміщенням блок-форм з продуктом: 1 – транспортер завантаження; 2 – блок-форма; 3 – підйомний ліфт; 4, 15 – автоматичні штовхачі; 5 – автоматичні ваги для дозування; 6 – осушувальні плити; 7 – штовхаючі пристрої; 8 – гідравлічні ліфти; 9 – плити для відтаювання; 10 – вібропристрій; 11 – приймальний транспортер; 12 – автоматичний пристрій для упакованого продукту в блок-форму; 13 – пристрій для миття; 14 – жолоб; 16 – пристрій для переміщення блок-форми до місця розвантаження; 17 – опори для морозильних плит; 18 – морозильні плити; 19 – рейки; 20 – ролики блок-форми; 21 – ізолюваний контур

Апарат має три гідравлічних циліндри подвійної дії. Два з них призначені для автоматичного підйому й опускання морозильних плит, а третій служить приводом завантажувального механізму. Послідовність роботи гідравлічних циліндрів здійснюється за допомогою соленоїдних клапанів. Імпульс на їх спрацьовування подається кінцевими мікрореле.

Продукт за допомогою транспортера подається на автоматичні дозуючі ваги, а потім у блок-форми, що можуть бути з кришками і без них. Якщо продукт упакований, то він, минаючи автоматичні дозуючі ваги, за допомогою автоматичного пристрою й механізму, який призначений для проштовхування, відразу ж укладається в блок-форми. Заповнена блок-форма за допомогою ліфта

піднімається на рівень верхніх напрямних. На шляху руху блок-форми з продуктом знаходяться плити для осушування. Коли блок-форми зафіксовані в положенні завантаження, чутливий елемент подає сигнал, і автоматичний штовхальник пересуває блок-форму в проріз між верхніми морозильними плитами. Завантаження апарата блок-формами продовжується, поки проріз не буде цілком заповнений.

Після кожного циклу переміщення блок-форм морозильні плити опускаються за допомогою піднімальних траверс. Морозильні плити встановлюються на опори таким чином, щоб положення кожної було точно зафіксовано. До нижніх стінок морозильних плит приварені рейки, якими на роликах переміщається блок-форма.

Під час переміщення блок-форми не стикаються з морозильними плитами. Після кожного циклу переміщення піднімальна траверса рухається нагору, поки морозильні плити щільно не притиснуться до блок-форм. Контакт між морозильними плитами і блок-формами зберігається до наступного циклу.

Переміщення блок-форми з одного ряду морозильних плит на іншій здійснюється за допомогою гідравлічних ліфтів, що опускаються, а подовжній рух блок-форм із продуктом рейками – за допомогою пристроїв, що штовхають. Таким чином, блок-форма з продуктом робить зигзагоподібний шлях зверху вниз.

Після заморожування продукту блок-форми направляються до плит для відтавання, натягу за допомогою спеціального пристрою блок-форма подається до місця розвантаження. При цьому вона повертається на 180°, і блок замороженого продукту випадає з неї на прийомний транспортер. Потім порожня блок-форма надходить до мийного пристрою й повертається до місця завантаження.

Морозильний апарат має електронний регулюючий пристрій, що керує всією роботою.

Переваги: повна механізація й автоматизація апарата.

Недоліки: чітка робота усіх вузлів вимагає застосування великої кількості автоматичних засобів, що ускладнює експлуатацію й знижує надійність роботи.

Горизонтально-плитковий апарат стаціонарного типу з механізованим завантаженням і вивантаженням продукту, призначений для заморожування продуктів у дрібній розфасовці (у коробках, пакетах) чи блокових продуктів (рис. 9.38), складається з ізольованого контуру, морозильних плит, гідравлічних приводів, шлангів для подачі холодильного агента, мікровимикачів, автоматичних штовхальників, захвату й соленоїдних вентилів. Стінки ізольованого контуру морозильного апарата обшиті листами з нержавіючої сталі. В ізольованому контурі є дев'ять дверей із прокладками.

Упакований продукт транспортером переміщається до місця завантаження. Коли в місці завантаження нагромадиться кілька пакетів, чутливий елемент подає сигнал. При цьому автоматичний штовхальник пересуває ці пакети в проріз між верхніми морозильними плитами апарата. Морозильні плити завантажують, поки проріз між ними не буде цілком заповнений пакетами. Потім морозильні плити апарата автоматично піднімаються,

відкриваючи проріз між наступними морозильними плитами для їхнього завантаження продуктом.

Коли весь апарат заповниться продуктом, морозильні плити стискаються і знаходяться в такому стані, поки не закінчиться процес заморожування продукту. Потім знову апарат завантажують, а заморожені пакети виштовхуються з протилежної сторони.

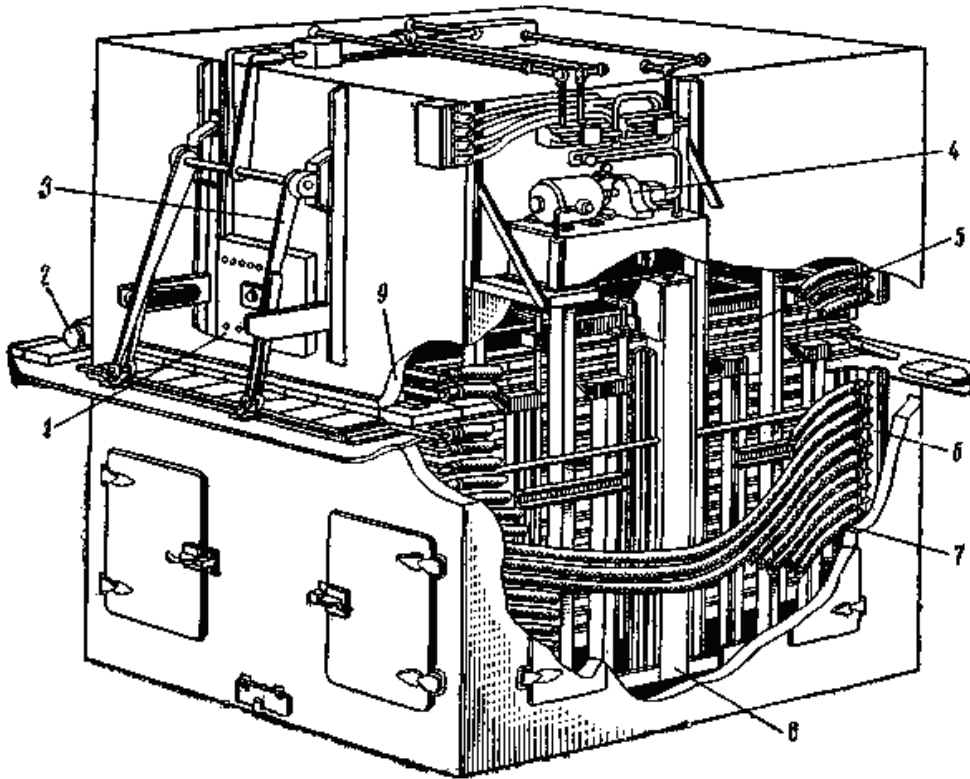


Рисунок 9.38 – Горизонтально-плитковий апарат стаціонарного типу з механізованим завантаженням та вивантаженням продукту: 1 – електронний регулювальний щит; 2 – чутливий елемент; 3 – автоматичний штовхач; 4 – гідравлічний насос; 5 – морозильні плити; 6 – колектор; 7 – шланги для подачі холодильного агента; 8 – гідравлічний підйомний циліндр; 9 – ізований контур

Апарат обладнаний електронним регулюючим щитом, що керує всією роботою.

Переваги: компактність, універсальність, гігієнічність, надійність у роботі, зручність обслуговування та простота експлуатації.

Недоліки: великі надходження тепла й вологи через вікна завантаження й вивантаження, періодичні зупинки для зняття з поверхні морозильних плит снігової шуби.

Горизонтально-плитковий апарат із бічним розташуванням гідравлічних циліндрів показаний на рисунку 9.39.

Морозильні плити апарата, виконані зі стійкого до корозії алюмінієвого сплаву, змонтовані на спеціальній рамі. Рівномірний розподіл холодильного

агента по морозильних плитах здійснюється за допомогою живильних гнучких шлангів і спеціальних розподільників. Під час зупинки компресора, що обслуговує апарат, спрацьовує заблокований із магнітним пускачем соленоїдний вентиль, установлений перед терморегулювальним вентилем, і подача холодильного агента в апарат автоматично припиняється.

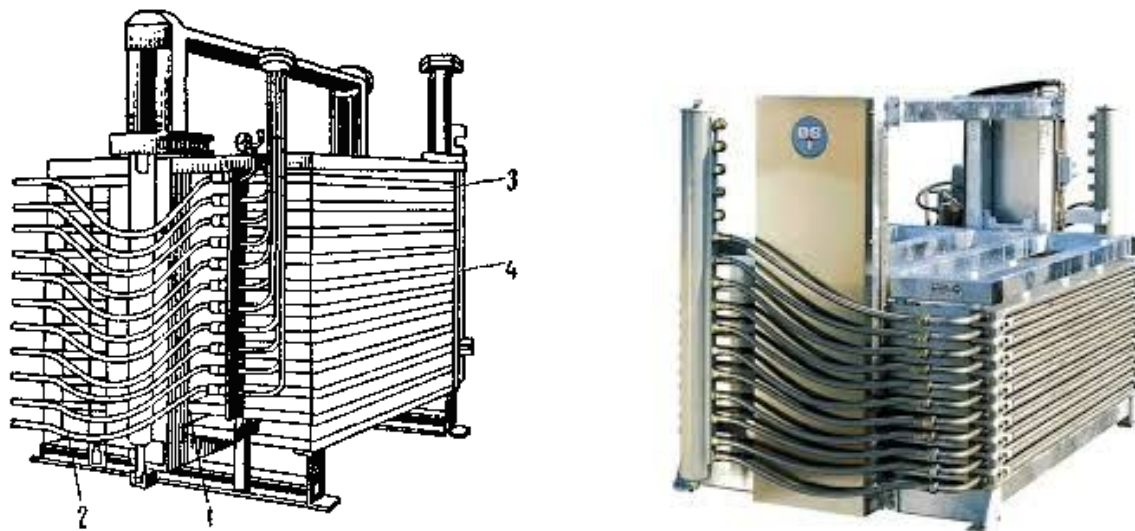


Рисунок 9.39 – Горизонтально-плитковий апарат із боковим розташуванням гідравлічних циліндрів: 1 – гідравлічний циліндр; 2 – гнучкий шланг для живлення; 3 – морозильна плита; 4 – рама

Переміщення морозильних плит по вертикалі здійснюється бічними гідравлічними циліндрами, мастило в які подається за допомогою насоса, розташованого в нижній частині апарата. Необхідний для заморожування морозильних плит тиск на продукт здійснюється автоматично пневмопристроєм, що включає чи виключає насос.

В апаратах продукти заморожуються у вигляді блоків, упакованих у поліетиленову плівку.

Рідкий холодильний агент у морозильні плити апарата може подаватися як насосом, так і під різницею тисків конденсації та кипіння. Якщо рідкий холодильний агент подається під різницею тисків, то над апаратом монтується віддільник рідини.

Переваги: компактність.

Недоліки: відсутність механізованого завантаження й вивантаження вантажного відсіку.

Технічна характеристика горизонтально-плиткових апаратів приведена в табл. 9.12.

Таблиця 9.12 – Технічні характеристики горизонтально-плиткових апаратів

Показники	Горизонтально-плиткові апарати				
	із ручним завантаженням та вивантаженням продукту	із рухомими морозильними плитами	із періодичним переміщенням морозильних плит	стаціонарного типу з механізованим завантаженням та вивантаженням	із боковим розташуванням гідравлічних циліндрів
Продуктивність, т на добу	6	6	50	40	5...7
Ємність, кг	780	600	2500	600	400
Кількість морозильних плит, шт.	14	13	5	10	11
Робочий тиск в гідросистемі, МПа	5...9	-	5...6	5	5
Температура кипіння холодильного агента, °С	-40	-40	-40	-40	-30...-40
Кінцева температура в центрі блока, °С	-23	-20	-23	-20	-18...-23
Тривалість заморожування, хвилин	150	150	100...120	-	100...120
Тиск підпресування, кПа	1...3	1...3	-	-	1...3
Габаритні розміри, мм					
довжина	1390	1400	18400	3500	1400
ширина	2545	2100	3760	2800	2200
висота	2204	2800	1800	3600	1930
Маса, кг	4673	3400	28000	5800	3800

Вертикально-плиткові апарати

Продукти, що заморожуються у вертикально-плиткових апаратах, завантажуються спеціальним дозуючим транспортером у простір між плитами. Окремі шматки продуктів займають довільне положення, а тому заморожені блоки мають погіршений товарний вигляд і повітряні прошарки. Погане укладання продуктів приводить до зменшення їх контакту з морозильними плитами, що подовжує тривалість заморожування блока.

Вертикально-плитковий апарат (рис. 9.40) складається з рами, вертикальних морозильних плит, їхнього привода, а також вузла розвантаження. Звичайно у вертикально-плиткових апаратів відсутній ізолюваний контур, що збільшує теплове навантаження на холодильне обладнання, що обслуговує такі апарати.



Рисунок 9.40 – Вертикально-плитковий апарат (загальний вигляд)

Вертикально-плиткові апарати бувають із нижнім, верхнім чи бічним вивантаженням. За нижнього вивантаження апарат обладнується платформою, що відсувається, чи стулчастим дном, що розкривається, за верхнього – пластинами, що піднімаються, а за бічного – стінкою, що відкривається. На рис. 9.41 зображено вертикальний-плитковий апарат (з бічним вивантаженням) в положенні для вивантаження.



Рисунок 9.41 – Вертикально-плитковий апарат у положенні для вивантаження

У вертикально-плиткових апаратах морозильні плити можуть переміщатися гідравлічним приводом. Конструктивно вертикально-плиткові апарати можуть виконуватися з усіма рухливими чи з нерухомими і рухливими морозильними плитами.

Вертикально-плитковий апарат із рухливими плитами представлений на рис. 9.42. На рамі апарата монтуються вертикальні морозильні плити, охолоджувані холодильним агентом, що подається до морозильних плит і відводиться від них за допомогою гнучких шлангів. Після завантаження продукту в апарат морозильні плити зрушуються на визначену відстань, що фіксується касетами, заздалегідь установленими між плитами. Ця відстань і визначає товщину блока. Тиск продукту, що заморожується, на морозильні плити компенсується гідравлічним пристроєм.

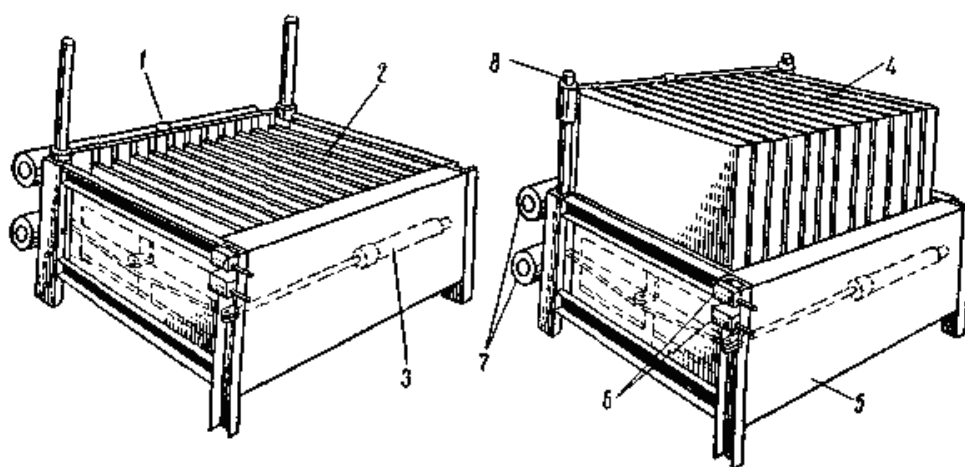


Рисунок 9.42 – Вертикально-плитковий апарат із рухомими плитами:
1 – стальна рама; 2 – вертикальні морозильні плити; 3 – гідравлічні циліндри;
4 – блоки, які заморожуються; 5 – бокові стінки; 6 – прибори управління гідравлічним приводом; 7 – колектори холодильного агента; 8 – вертикальні напрямні

Кілька таких апаратів обслуговується спеціальними розвантажувальними візками, що мають перегородки за кількістю заморожених блоків в апараті. Після відтавання заморожених блоків морозильні плити розсовуються, і підталі блоки випадають на розвантажувальний візок, на якому вони і транспортуються в камеру зберігання.

9.4.2. Роторні апарати

Морозильні апарати з радіальним розташуванням плит одержали назву роторних. У них удало сполучаються переваги повітряних і плиткових морозильних апаратів: процес заморожування безупинний, завантаження й вивантаження механізовані, заморожування інтенсивне, блоки добре підпресовані.

Роторні морозильні апарати призначені для заморожування харчових продуктів, упакованих у тару (жилового м'яса, субпродуктів, промислових риб, рибного філе і фаршу, сиру в блоках і брикетах у дрібній розфасовці, а

також овочів, фруктів та інших продуктів у виді блока). Під час заморожування продукт знаходиться в безпосередньому контакті з морозильними плитами, що з'єднані в секції, укріплені на валу ротора. Таке розташування секцій дозволяє встановлювати їх у будь-якій позиції, а також механізувати й автоматизувати завантаження й вивантаження продуктів за безперервності заморожування.

У роторних морозильних апаратах продукт заморожується в касетах, розрахованих на кілька блоків. Упаковані продукти не примерзають до касет і плит, що виключає відтавання блоків під час їхнього вивантаження з апарата.

Залежно від продуктивності апарата ротор збирають із самостійних секцій, що дозволяє завантажувати й розвантажувати одну із секцій, у той час як у інших процес заморожування продовжується. Вал ротора призначений для кріплення секцій, приведення їх у рух і є одним з основних вузлів апарата. Вал ротора виконаний пустотілим і використовується для подачі й відведення холодильного агента чи холодоносія в морозильні плити. Внутрішня порожнина вала розділена заглушкою на праву і ліву частини. У праву частину подається холодильний агент, а з лівої він відводиться. У торцях вала встановлені сальники для ущільнення системи.

Роторні морозильні апарати (МАР), що складаються з 23 автономних двоплиточних секцій, призначені для заморожування риби. Морозильні секції перших роторних апаратів типу МАР були виготовлені з нержавіючої сталі і охолоджувалися холодоносієм. У новіших конструкціях цих апаратів морозильні секції були переведені на безпосереднє охолодження киплячим аміаком, що дозволило інтенсифікувати процес заморожування блоків і скоротити тривалість їхньої холодильної обробки порівняно з апаратами, плити яких охолоджувалися холодоносієм, на 20...25%.

У морозильні секції роторних апаратів холодильний агент звичайно подається циркуляційним насосом. Застосування насосно-циркуляційного способу подачі дозволяє підвищити коефіцієнт тепловіддачі киплячого рідкого аміаку до морозильних секцій і скоротити тривалість заморожування продуктів.

Морозильні апарати типу МАР можуть випускатися як в одинарному, так і в спареному варіанті. В одинарному варіанті кожен апарат має індивідуальну насосну станцію, транспортер вивантаження і площадку обслуговування. У спареному варіанті апарати мають одну насосну станцію, загальні транспортер вивантаження заморожених блоків і площадку обслуговування.

На базі апаратів типу МАР для заморожування м'ясних продуктів був розроблений автоматизований роторний апарат типу АРСА-10, а для заморожування риби – АРСА-3-15Р. Апарат АРСА-10 складається з 27 автономних двоплиточних секцій, які охолоджуються рідким аміаком. В апараті АРСА-3-15Р блоки риби заморожуються в автономних триплиточних секціях, застосування яких дозволило раціонально використовувати їхню охолоджувальну поверхню, тому що кількість плит у секції зросло на одну, а маса продукту, що завантажується в секцію, збільшилася в 2 рази. Продуктивність апарата зросла на 30% за незначної зміни габаритних розмірів. Морозильні секції апарата АРСА-3-15Р можуть охолоджуватися киплячим

аміаком чи фреоном.

Усі роторні морозильні апарати є пристроями пульсуючої дії.

Автоматизований роторний апарат типу АРСА-3-15Р показаний на рисунку 9.43. Основними робочими елементами є радіально розташовані відносно вала триплиточні секції, у яких заморозується продукт, механізми відкривання секцій і повороту ротора, завантажувальний пристрій, механізми відтавання і зриву блоків, транспортер вивантаження блоків, кантувач і насосна станція.

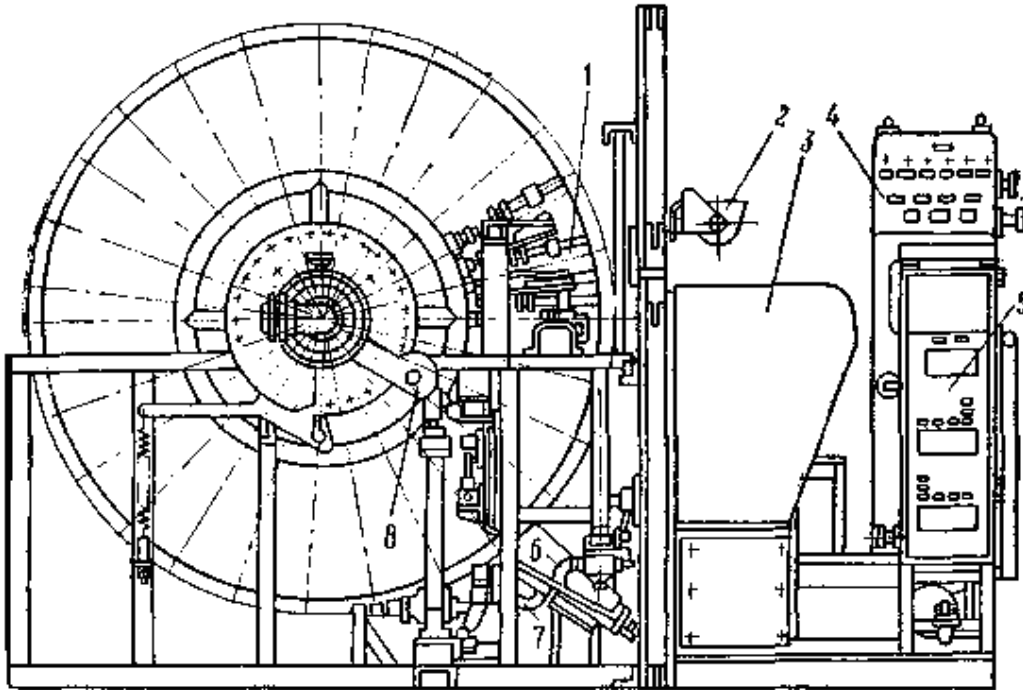


Рисунок 9.43 – Автоматизований роторний морозильний апарат типу АРСА-3-15Р: 1 – механізм відкривання морозильної секції; 2 – дозуючий пристрій; 3 – завантажувальний пристрій; 4 – прилади управління електричної системи (шафа); 5 – прилади управління гідравлічною системою (шафа); 6 – транспортер вивантаження блоків; 7 – механізм зривання блоків; 8 – механізм повороту блоків

Кожна секція апарата складається із середньої, верхньої та нижньої морозильних плит. Вони виготовляються зі спеціального алюмінієвого профілю. Каналами морозильних плит циркулює холодильний агент, подача якого в кожну морозильну плиту і відведення з неї проводиться через спеціальні штуцери, приварені до морозильних плит. Для рівномірної подачі холодильного агента встановлена дросельна шайба з каліброваним отвором діаметром 4 мм.

Середня морозильна плита є нерухомою відносно вала ротора і жорстко кріпиться на кронштейнах, що знаходяться на дисках вала ротора. Верхня й нижня морозильні плити притягаються до середньої пружинами, установленими з двох сторін секції. Фіксування верхньої та нижньої морозильних плит відносно середньої морозильної плити проводиться за допомогою штирів, що входять у валики, які закріплені на середній морозильній плиті. Під час роботи

апарата продукт, який підлягає заморожуванню, завантажується в простір між плитами.

Механізм відкриття складається з валиків з кулачками. Поворот валиків здійснюється під дією штока гідравлічних циліндрів, призначених для відкриття секцій. Кулачки, закріплені на кільцях валика, передають зусилля на верхню (чи нижню) морозильну плиту через спеціальні пальці, приварені до плити і, піднімаючи (чи опускаючи) морозильну плиту, збільшують відстань між ними. Умовний прохід у момент розкриття секцій складає 100 мм. Робочі пружини секції розтягуються, що дозволяє при обтисненні блоків створити необхідний тиск на продукт для підпресовки.

Механізм повороту ротора складається з водила й диска, гідравлічного циліндра і фіксатора.

Водило за допомогою втулки насаджено на обичайку лівого колектора вала ротора. Два півкільця, вставлених у кільцевий паз склянки колектора вала і з'єднаних між собою гвинтами запобігають осьовим переміщенням поводка. До фланця лівого колектора болтовими з'єднаннями прикріплений диск, у якому є отвори (за кількістю секцій).

Рушійним елементом механізму повороту ротора є гідравлічний циліндр, хвостовик якого за допомогою пальця шарнірно закріплений між двома кронштейнами, привареними до рами апарата. На шток гідравлічного циліндра наверхнена вилка, зафіксована штифтом. За допомогою пальця вилка з'єднана з важелем водила. На ньому шарнірно сидить собачка, зафіксована у визначеному положенні пружиною. Під час руху штока гідравлічного циліндра нагору водило, обертаючись разом із обичайкою, повертається на валу ротора таким чином, що собачка упирається в палець, повертає ротор апарата, устанавлюючи наступні секції в позицію завантаження. Під час зворотного руху штока циліндра собачка виходить із зачеплення з пальцем диска і ковзає по пальцях, які розташовані нижче, повертаючи пружиною в первісне положення. Оскільки собачка не зчіплюється з пальцем диска, ротор не обертається, залишаючись у тому положенні, у якому він виявився після повороту.

Фіксатор являє собою важіль, що сидить за допомогою втулки на пальці, який прикріплений до рами апарата. Один кінець важеля утримується пружиною, з'єднаної гвинтом і гайкою з рамою.

Завантажувальний пристрій являє собою рухомий стіл, що може переміщатися по вертикалі, забезпечуючи завантаження верхніх і нижніх секцій. Горизонтальне переміщення рухливого столу здійснюється гідравлічним приводом через рейкове зачеплення. Механізми автоматики (кінцеві вимикачі) забезпечують періодичний рух столу вперед для завантаження й назад у вихідне положення.

Механізм відсікачів утримує блоки в секції при завантаженні рухливого столу і його поверненні у вихідне положення. Механізм складається з валиків із прапорцями і гідравлічними циліндрами. Після закінчення завантаження секції гідравлічний циліндр повертає валик так, що прапорці упираються в касету й утримують блок у секції. Потім механізм відсікачів повертається у вихідне

положення.

Механізм зриву блоків, розташований у нижній частині апарата, складається з вала з важелями, що під час повороту вала зрушують заморожені блоки до центра ротора й утримують їх від випадання. Коли секція знаходиться на позиції вивантаження, важелі механізму зриву блоків швидко повертаються у вихідне положення. Заморожені блоки зісковзують на лотік транспортера вивантаження блоків. Блоки, що випали, зрушуються в кантувач. Унизу лотока встановлені контрольні пристрої, що фіксують випадання блоків.

Транспортер вивантаження блоків складається з гвинта, ходової гайки та шкребка. Обертання гвинта здійснюється гідравлічним приводом.

Із транспортера вивантаження блоки попадають у кантувач, що, повертаючись навколо осі, подає блоки на пакувальний стіл. Кантувач приводиться в рух гідравлічним циліндром.

Насосна станція апарата є автономною. Продуктивність насоса 18 л/хв за робочого тиску 400...500 кПа.

На базі апарата АРСА-3-15Р розроблений уніфікований роторний **морозильний апарат марки УРМА**, призначений для блокового заморожування різноманітних харчових продуктів. У цьому апараті продукт заморожується за заздалегідь заданою програмою (циклограмою), яку можна змінити залежно від виду замороженого продукту, температури й виду середовища, яке відводить тепло (фреону чи аміаку), а також від товщини блоків, що заморожуються. З метою підвищення надійності роботи всі елементи керування розташовані за межами охолоджуваного контуру. Процеси розвантаження й виведення заморожених блоків за його межі в апараті типу УРМА цілком механізовані.

Переваги: тривалість доморожування знижена в 1,5...2 рази порівняно з повітряними морозильними апаратами; безперервність процесу заморожування створює рівномірне навантаження на холодильну установку й полегшує регулювання режиму її роботи; механізація й автоматизація роботи апаратів значно полегшує працю обслуговуючого персоналу, створює високу культуру виробництва й гарні санітарно-гігієнічні умови; добре підпресування блоків забезпечує рівні площі поверхні, точні геометричні форми та щільність блока, що підвищує ємність охолоджуваних приміщень на 10–15%; попереднє упакування продукту перед його заморожуванням виключає відтавання блоків під час розвантаження, що зменшує теплоприпливи і поліпшує якість продукту; унаслідок відсутності глазурування блоків поліпшується якість продукту та знижується теплове навантаження на холодильне устаткування, габаритні розміри, маса й енергетичні витрати роторних морозильних апаратів приблизно на 30–40% менші, ніж повітряних морозильних апаратів такої ж продуктивності; роторні морозильні апарати випускаються в зібраному вигляді, що скорочує час і здешевлює вартість монтажних робіт.

Апарат «Кюльавтомат» (ГДР) призначений для заморожування риби, рибного філе, фаршу. Охолодження морозильних плит апарата холодильним агентом, що кипить за низьких температур (-62...-65°C), дозволило значно

інтенсифікувати процес заморожування блоків риби.

Морозильний апарат (рис. 9.44) складається з ізолюваного контуру, морозильних плит, завантажувального пристрою (ваги, пристрій, що дозує, штовхальник, заслінка, затвор і поліетиленові листи), механізму розвантаження, вала ротора з дисками для кріплення 60 морозильних плит, транспортера розвантаження, гідравлічного приводу апарата.

Апарат монтується на рамі з піддоном для збирання талої води, що утворюється під час відтавання морозильних плит. Через конденсацію вологи, що знаходиться в повітрі, яке попадає в ізолюваний контур апарата, морозильні плити покриваються сніговою шубою. Плити можуть переміщатися в радіальному напрямку від центра ротора, що дозволяє компенсувати збільшення обсягу продукту під час заморожування.

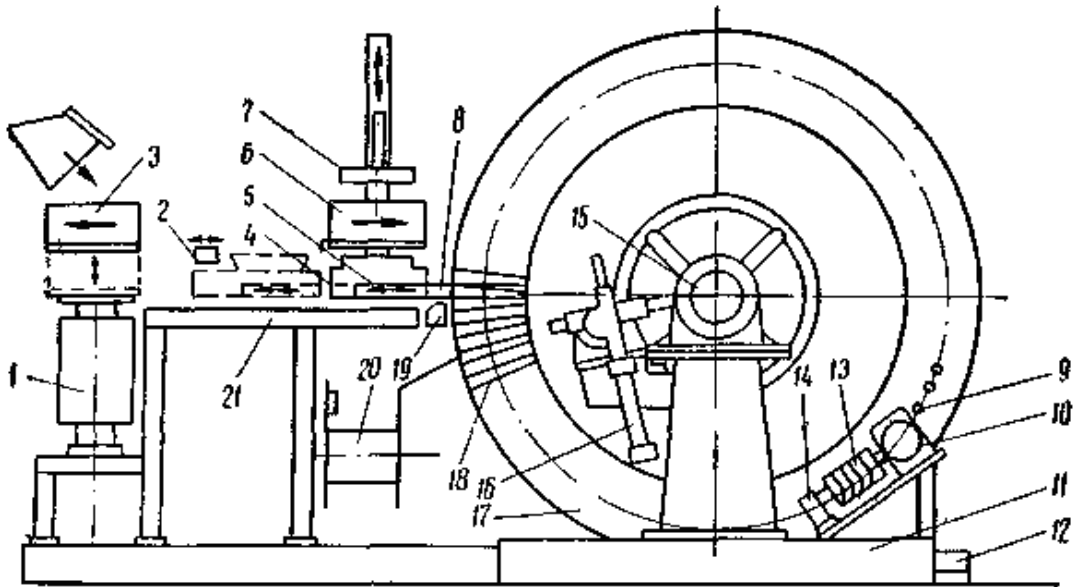


Рисунок 9.44 – Роторний морозильний апарат «Кюльавтомат» (Германія):
1 – ваги; 2 – пристрій витягування; 3 – дозуючий пристрій; 4 – касети;
5 – штовхач; 6 – заслінка; 7 – затвор; 8 – поліетиленові листи; 9 – штифти;
10 – редуктор; 11 – рама; 12 – піддон; 13 – текстолітовий кулачок;
14 – гідравлічний привід ротора; 15 – пустотілий вал ротора; 16 – механізм розвантаження; 17 – кожух; 18 – морозильні плити; 19 – лотоки;
20 – транспортер розвантаження; 21 – розвантажувальний пристрій

Блоки заморожуються в чарунках розміром 800×250×60 мм.

Каналами морозильних плит циркулює рідкий холодильний агент, що подається в плити через пустотілий вал ротора насосом. Із морозильних плит парорідинна суміш видаляється також через пустотілий вал, розділений на камери. У морозильні плити рідкий холодильний агент направляється через трубки з діафрагмами, які необхідні для рівномірного розподілу агента. Парорідинна суміш подається через парові патрубки й кільцевий колектор.

Ротор приводиться до руху гідравлічним приводом через редуктор і текстолітовий кулачок, профіль якого обраний так, що при зачепленні його зі штифтом ротор обертається переривчасто і фіксується в положеннях завантаження й вивантаження апарата.

Морозильний апарат працює автоматично за заданою програмою. Порція риби надходить у два дозуючих пристрої, установлені на вагах. Після зважування порції гідравлічний привід переміщає дозуючий пристрій для розвантаження. Спеціальний пристрій витягає заслінки, і риба надходить у касети. Дозуючий пристрій, переходячи в позицію завантаження, захоплює заслінки. За допомогою затвора касети закриваються частково. У касеті розташовані штовхальники. Із боку ротора до касет прикріплені лотки з нержавіючої сталі та поліетиленові листи, (їх розміри дорівнюють розмірам морозильної чарунки). Перед завантаженням риби в апарат касети, висуваючи убік ротор, переміщують лотки й листи в простір між плитами. Штовхальники, що рухаються усередині касет, завантажують рибу в чарунки. Касети разом із лотком і поліетиленовим листом протягом 20 с залишаються в положенні завантаження, не допускаючи випадання риби з чарунок. Перед поворотом ротора штовхальник зупиняється перед касетами. Ротор повертається на 6°, і наступні чарунки переходять у положення завантаження, а штовхальники повертаються у вихідне положення. Механізм розвантаження за допомогою металевих стрижнів через отвір у корпусі ротора вивантажує заморожені блоки на транспортер розвантаження.

Незважаючи на безпосередній контакт продукту з морозильними плитами, що мають низьку температуру, заморожені блоки легко, без попереднього відтавання, видаляються механізмом розвантаження з апарата. Це пояснюється тим, що сили зчеплення переохолодженого льоду з гладкою поверхнею морозильних плит незначні. Морозильний апарат зручний і простий у обслуговуванні.

Технічна характеристика роторних апаратів приведена в табл. 9.14.

Таблиця 9.14 – Технічна характеристика роторних морозильних апаратів

Показники	Значення				
	МАР	АРСА-10	АРСА-3-15Р	УРМА	Кюль-автомат
1	2	3	4	5	6
Продуктивність, т на добу	8	10...11	15	15...22	30
Ємність, кг	1012	1080	1320	1320	600
Число морозильних секцій, шт.	23	27	15	15	-
Кількість, шт. плит у кожній секції, блоків	2 –	2 –	3 –	3 –	60* 120
Температура середовища, яке відводить тепло, °С	-28	-40	-40	-40	-65

1	2	3	4	5	6
Кінцева температура блока, який заморожується, °С	-18	-18	-23	-22	-25
Тривалість заморожування, хвилин	120	60...90	60...80	60...80	50...55
Габаритні розміри, мм					
довжина	4345	4300	4900	5000	4500
ширина	4000	4000	4200	5200	3500
висота	2360	2360	2500	2620	2600
Маса, кг	7500	8000	8500	8000	5000

*кількість плит у апараті.

9.4.3. Морозильні апарати барабанного типу

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

До складу морозильного апарата барабанного типу для заморожування дрібноштучних неупакованих продуктів (рис. 9.45) входять циліндричний барабан, що охолоджує, змійовик, завантажувальний транспортер, розвантажувальний пристрій. Барабан розташований у ізолюваному контурі.

Зазор між барабаном і ізолюваним контуром дорівнює 50 мм. Приводом барабана служить електродвигун потужністю 0,5 кВт, з'єднаний із варіатором швидкостей. У середині ізолюваного контуру проходить змійовик, що охолоджує зазор.

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

Продукт, що підлягає заморожуванню, знаходиться на завантажувальному транспортері. Продукт подається на барабан і протягом деякого часу рухається, знаходячись між стрічкою завантажувального транспортера і поверхнею барабана. Транспортер злегка притискає продукт до поверхні барабана, і він примерзає до неї. Із барабана заморожений продукт видаляється ножем, а лопатеве колесо направляє його на розвантажувальний

конвеєр, що транспортує цей продукт для наступного глазурування й упакування в тару.

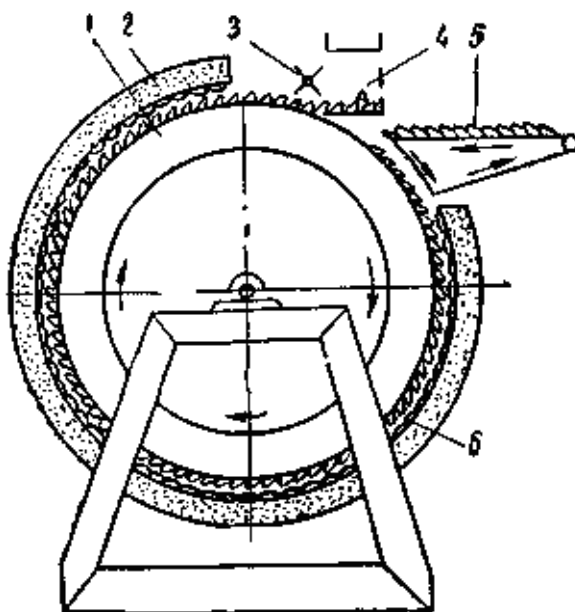


Рисунок 9.45 – Морозильний апарат барабанного типу для заморожування дрібноштучних неупакованих продуктів: 1 – циліндричний барабан; 2 – ізолюваний контур; 3 – лопатеве колесо; 4 – розвантажувальний конвеєр; 5 – завантажувальний транспортер; 6 – охолоджувальний змійовик

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

Морозильний апарат барабанного типу для заморожування вологих продуктів неправильної форми (шматки м'яса, пиріжки, креветки) складається із заморожувального барабана, закріпленого на валу й обертового в підшипниках, вібротока, вхідного конвеєра для живлення і притискання барабанів, кожуха й повітроохолоджувача (рис. 9.46).

Для зменшення обсягу, у якому кипить холодильний агент, барабан має кільцевий простір. 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 його привода обертання. Щоб апарат міг працювати ефективно без ізоляції, навколо заморожувального барабана передбачений кожух, куди за допомогою відцентрового вентилятора направляється потік холодного повітря. Охолодження повітря здійснюється змійовиковою батареєю. Холодне повітря обдуває продукт, що заморожується, який знаходиться на поверхні заморожувального барабана.

Подача продукту здійснюється за допомогою вхідного конвеєра, вібротока й живильного барабана, що виконаний багат шаровим і складається зі сталеві обичайки і пружного матеріалу. Привід барабанів здійснюється від загального електродвигуна, і швидкості обертання їх приблизно однакові. Розвантаження продукту з апарата відбувається за допомогою похилого вібротока, на якому закріплений ніж.

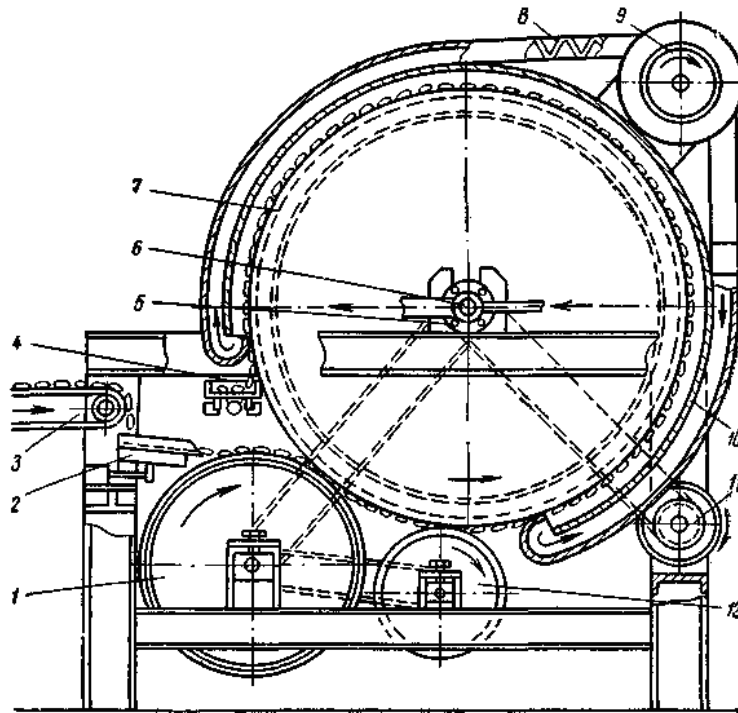


Рисунок 9.46 – Морозильний апарат барабанного типу для заморожування вологих продуктів неправильної форми: 1 – живильний барабан; 2, 4 – вібрототики; 3 – вхідний конвеєр; 5 – підшипники; 6 – вал; 7 – заморожувальний барабан; 8 – повітроохолоджувач; 9 – вентилятор; 10 – кожух; 11 – електродвигун; 12 – прижимний барабан

Вхідним конвеєром продукт надходить на вібрототик, де рівномірно розподіляється і за рахунок його нахилу 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 прижимний 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 зіткнення з його поверхнею вологий 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 $-40...-45^{\circ}\text{C}$.

Переваги: Апарат компактний, інтенсивної дії, процес заморожування продуктів у ньому механізований і автоматизований.

Недоліки: обмеженість продуктів, що можуть заморожуватися в ньому, а також підвищена усушка.

Технічна характеристика морозильних апаратів барабанного типу приведена в табл. 9.15.

Таблиця 9.15 – Технічна характеристика морозильних апаратів барабанного типу

Показники	Значення	
	Апарати для заморожування продуктів	
	дрібноштучних неупакованих	неправильної форми
Продуктивність, кг/год	200...250	200...250
Ємність, кг	50...60	50...60
Температура середовища, яке відводить теплоту, °С	-35	-55...-65
Кінцева температура продукту, який заморожується, °С	-18	-18
Тривалість заморожування, хвилин	5...20	5...15
Габаритні розміри, мм		
довжина	1800	2100
ширина	2000	3200
висота	2600	3000
Маса, кг	1100	1800

9.4.4. Основи розрахунку плиткових апаратів

Під час розрахунку плиткових морозильних апаратів періодичної дії повинні бути задані продуктивність апарата, розташування плит, розміри блока, що заморожується, вид і температура середовища, яке відводить теплоти, вид продукту, що заморожується, а також його початкова й кінцева температури.

Основи розрахунку плиткових морозильних апаратів приведені для випадку охолодження горизонтальних плит киплячим холодильним агентом і холодоносієм.

У разі охолодження морозильних плит горизонтально-плиткового апарата киплячим холодильним агентом, який подається в апарат насосом, необхідно визначити обсяг і масу блока, що заморожується; тривалість заморожування і кількість циклів роботи апарата протягом доби; ємність апарата і кількість блоків, що знаходяться в ньому; кількість морозильних плит; теплове навантаження; ємність випарної системи апарата; кількість холодильного агента, що циркулює в морозильних плитах апарата; гідравлічний опір випарної системи морозильного апарата; діаметр дросельної шайби, установлені на вході холодильного агента в морозильну плиту; продуктивність циркуляційного насоса; падіння тиску у випарній системі.

Об'єм блока, що заморожується, знаходять за формулою (9.87)

$$V_{\text{бл}} = l_{\text{бл}} d_{\text{бл}} \delta_{\text{бл}} \quad (9.87)$$

де $V_{\text{бл}}$ – об'єм блока, що заморожується, м³;

$l_{\text{бл}} d_{\text{бл}} \delta_{\text{бл}}$ – відповідно довжина, ширина, товщина блока, м.

Масу блока, що заморожується, визначають за формулою (9.88)

$$g_l = V_{\text{бл}} \rho. \quad (9.88)$$

Тривалість заморожування блока розраховують за формулою Планка

$$\tau_l = \frac{q'_3 \rho}{(t_{\text{кр}} - t_c)} \cdot \delta_{\text{бл}} \left[R \cdot \frac{\delta_{\text{бл}}}{\lambda} + P \left(\frac{l}{\alpha} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right], \quad (9.89)$$

де $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сума теплових опорів стінок блок-форми та шарів упаковки, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

Значення коефіцієнта тепловіддачі киплячого холодильного агента до морозильної плити, що входить у формулу (9.89), залежно від його виду можна знайти з рівняння виду

$$\alpha = f(q_{\text{ср}}), \quad (9.90)$$

де $q_{\text{ср}}$ – середній тепловий потік від блока, який заморожується до площі поверхні морозильної плити, $\text{Вт} / \text{м}^2$;

$$q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{бл}}}{2F_{\text{бл}} \tau}, \quad (9.91)$$

де $Q_{\text{бл}} = q_3 g_l$ – кількість тепла, яке відводиться від блока за його заморожування в апараті, Дж;

$F_{\text{бл}} = l \cdot B$ – площа стикання блока з морозильною плитою апарата, м^2 .

У рівняння (9.89) входить невідоме значення тривалості заморожування блока, що залежить від коефіцієнта тепловіддачі. Задаючи тривалість заморожування блока, обчислюють за рівнянням (9.91) середній тепловий потік від блока, що заморожується, до площі поверхні морозильної плити, а потім і коефіцієнт тепловіддачі від киплячого холодильного агента до морозильної плити.

Підставляючи знайдене значення коефіцієнта тепловіддачі від киплячого холодильного агента до морозильної плити у формулу (9.89), визначають тривалість заморожування блока.

Якщо обчислена за формулою Планка тривалість заморожування блока відповідає прийнятій ($\pm 5\%$), то завдання виконане. Якщо ж розбіжність більше 5%, то необхідно прийняти нове значення тривалості заморожування, повторюючи рішення, поки не буде досягнутий збіг прийнятої й обчисленої величин.

А.В. Степанова і В.Б. Ржевська (ЛТІХП) показали, що формула Планка не дозволяє точно обчислити тривалість заморожування блоків у плиткових морозильних апаратах. Тривалість процесу холодильної обробки блоків у плиткових морозильних апаратах вони запропонували знаходити як суму тривалості заморожування блока до криоскопічної температури в центрі і доморожування блока до кінцевої температури в центрі

$$\tau = \tau_1 + \tau_2$$

$$\tau_1 = \frac{(\delta/2)^2 q'_3 \rho}{2\lambda_o(t_{кр} - t_n)} \left[1 - \frac{\lambda_3(t_n - t_c)}{2\lambda_o(t_{кр} - t_n)} \ln \left(1 + \frac{2\lambda_o(t_{кр} - t_n)}{\lambda_3(t_{кр} - t_c)} \right) \right], \quad (9.92)$$

де q'_3 – кількість тепла, що відводиться від продукту під час його заморожування від початкової температури (t_n) до криоскопічної ($t_{кр}$), Дж/кг;

λ_o, λ_3 – теплопровідність відповідно охолодженого й замороженого продукту, Вт/(м·К);

δ – товщина блока продукту, м;

ρ – густина продукту, кг/м³;

t_c – температура морозильної плити.

Тривалість доморожування блоку до кінцевої температури в його центрі (t_k), °С

$$\tau_2 = \frac{F_o(\delta/2)^2}{a_m}, \quad (9.93)$$

де $a_m = \lambda/(c\rho)$ – температуропровідність замороженого продукту, м²/с.

Величина критерію F_o залежить від безрозмірної температури Θ (рис. 9.47), значення якої визначається за формулою

$$\Theta = \frac{t_k - t_c}{t_{кр} - t_c}. \quad (9.94)$$

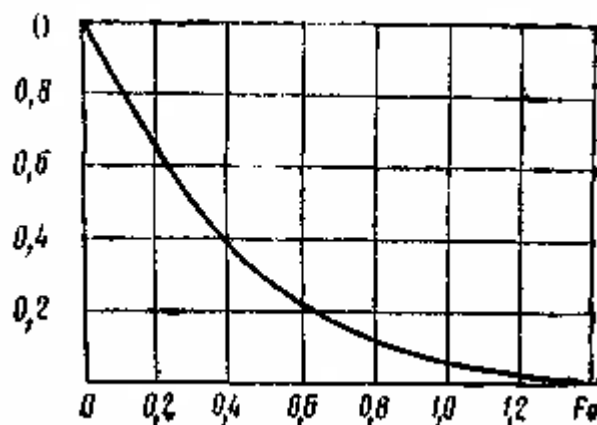


Рисунок 9.47 – Графік залежності безрозмірної температури Θ від критерію F_o

Оскільки між блоком і морозильною плитою можуть бути повітряні прошарки, які подовжують тривалість холодильної обробки продукту в апараті, дійсна тривалість заморожування складе

$$\tau_0 = \tau / \varphi_0, \quad (9.95)$$

де τ – тривалість заморожування блока, год;
 $\varphi_0 = (0,85 \dots 0,9)$ – коефіцієнт, що враховує зростання тривалості заморожування блока, внаслідок нещільного контакту продукту й морозильної плити.

Кількість циклів роботи апарата протягом доби визначають за формулою

$$n_c = \tau_3 / \tau_{\text{ц}}, \quad (9.96)$$

де τ_c – тривалість роботи апарата протягом доби, год ($\tau = 22$ год);
 $\tau_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи апарата з урахуванням часу завантаження й вивантаження заморожених блоків, год.

Тривалість циклу роботи апарата знаходять за формулою, приймаючи $\tau_{3.6} = 0,25 \dots 0,33$ год:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau + \tau_{3.6}, \quad (9.97)$$

$\tau_{3.6}$ – тривалість завантаження та вивантаження камер з періодичним завантаженням та вивантаженням, год.

Ємність апарата визначають за рівнянням

$$G = G' / n_c. \quad (9.98)$$

Кількість блоків у апараті розраховують за формулою (9.99)

$$z_0 = \frac{G}{g_l}, \quad (9.99)$$

де z_0 – кількість блоків в апараті, шт.
Тоді кількість морозильних плит в апараті

$$n_n = (z_{0n} / z_n) + 1, \quad (9.100)$$

де z_n – кількість блоків, що перебувають на одній плиті.

Теплове навантаження визначають за рівнянням

$$Q_o = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{п}}, \quad (9.101)$$

де Q_n – теплове навантаження від металу морозильних плит під час їхнього охолодження

$$Q_n = \frac{G_n c_n n_n (t_l - t_c)}{\tau_d}, \quad (9.102)$$

де G_n – маса однієї плити, кг;
 c_n – питома теплоємність матеріалу плит, Дж/(кг·К);
 t_l – температура морозильних плит, °С.

Ємність випарної системи апарата знаходиться для того, щоб можна було розрахувати й підібрати циркуляційний і дренажний ресивери, що обслуговують апарат. Ємність випарної системи апарата знаходять за формулою

$$V_{uc} = V_n + V_k + V_{ш}, \quad (9.103)$$

де V_{uc} , V_n , V_k , $V_{ш}$ – ємність випарної системи апарата, морозильних плит, колекторів, гнучких шлангів, м³.

Ємність морозильних плит визначають за рівнянням

$$V_n = k \cdot b_k \cdot h_k \cdot l_k \cdot n_n, \quad (9.104)$$

де k – кількість каналів у плиті, шт.,
 b_k , h_k , l_k – ширина, висота, довжина каналу плити, м.
Ємність колекторів розраховують за формулою

$$V_k = \frac{\pi}{4} l_{кл} (d_1^2 + d_2^2), \quad (9.105)$$

де $l_{кл}$ – довжина колектора, м;
 d_1 , d_2 – внутрішній діаметр рідинного й парового колекторів, м.
Ємність гнучких шлангів знаходять за рівнянням

$$V_{ш} = \frac{\pi}{4} (d'_{ш} + d''_{ш}) n_{ш} l_{ш}, \quad (9.106)$$

де $d'_{ш}$ – внутрішній діаметр гнучкого шланга, яким рідина надходить у морозильну плиту, м;
 $d''_{ш}$ – внутрішній діаметр гнучкого шланга, яким парорідинна суміш відводиться з морозильної плити, м;
 $l_{ш}$ – довжина гнучкого шланга, м.

Кількість рідкого холодильного агента, що циркулює в морозильних плитах апарата, визначають за формулою

$$G'_a = G_a n', \quad (9.107)$$

де G'_a , G_a – кількість рідкого холодильного агента, що циркулює й випарується в морозильних плитах апарата, кг/с

$$G_a = Q_o / r_a, \quad (9.108)$$

де r_a – теплота паротворення рідкого холодильного агента за температури кипіння, Дж/кг;

n' – кратність циркуляції.

Гідравлічний опір випарної системи морозильного апарату знаходять за рівнянням

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_7, \quad (9.109)$$

де ΔP – гідравлічний опір випарної системи морозильного апарату, Па;

$\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3, \Delta P_4, \Delta P_5, \Delta P_6, \Delta P_7$ – гідравлічний опір каналів морозильних плит, гнучкого шланга, яким парорідинна суміш відводиться від морозильної плити, парового та рідинного колекторів, гнучкого шланга, яким рідина подається до морозильної плити, дросельної шайби, встановленої на вході холодильного агента в морозильну плиту, Па.

Гідравлічний опір каналів морозильних плит визначають за рівнянням

$$\Delta P_1 = 78,5 \lambda_{mp} \frac{v'' - v'}{r_a^2} \left(\frac{L_n'}{d_s} \right)^3 q^2 n' \left(1 + \frac{v'}{v'' - v'} 2n' \right), \quad (9.110)$$

де λ_{mp} – коефіцієнт тертя рідкого холодильного агента;

v'', v' – питомий об'єм сухої насиченої пари та рідкого холодильного агента за температури кипіння, м³/кг;

L_n' – довжина шляху, який проходить аміак у плиті, м;

$$L_n' = l_k \cdot \kappa', \quad (9.111)$$

де κ' – кількість каналів в одному паралельному ряді, шт.;

$$\kappa' = \frac{\kappa}{\Pi}, \quad (9.112)$$

де Π – кількість паралельних рядів у плиті, шт.;

$$d_s = \frac{4bh}{2(b+h)}, \quad (9.113)$$

$$q = \frac{G_a \cdot r_a}{L_n \cdot B_n \cdot n_n}, \quad (9.114)$$

де L_n, B_n – довжина та ширина морозильних плит, м.

Гідравлічний опір поворотів у морозильних плитах розраховують за формулою

$$\Delta P_2 = \xi_n \cdot n \frac{\omega_n^2}{2} \cdot \frac{1}{v_{cp}}, \quad (9.115)$$

де ω_n – швидкість руху парорідинної суміші в каналах морозильних плит, м/с;

$$\omega_n = \frac{G_a' \cdot v_{cp}}{\Pi \cdot b \cdot h \cdot n_n}, \quad (9.116)$$

де v_{cp} – середній питомий об'єм холодильного агента в плиті, м³/кг;

$$v_{cp} = \left(1 + \frac{1}{n'}\right)v' + \frac{1}{n'}v''. \quad (9.117)$$

Гідравлічний опір гнучкого шланга, яким парорідинна суміш відводиться від морозильної плити, визначають за рівнянням

$$\Delta P_3 = \left(\lambda_{mp} \frac{l_{ш}}{d_{ш}} + \sum \xi_{ш}\right) \frac{(\omega_{ш}'')^2}{2v_{cp}}, \quad (9.118)$$

де $\sum \xi_{ш}$ – місцеві опори гнучкого шланга;

$$\sum \xi_{ш} = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3, \quad (9.119)$$

де ξ_1, ξ_2, ξ_3 – коефіцієнти місцевого опору входу парорідинної суміші в гнучкий шланг із морозильної плити, повороту парорідинної суміші в гнучкому шлангу, виходу парорідинної суміші з гнучкого шлангу в паровий колектор;

$\omega_{ш}''$ – швидкість руху парорідинної суміші в гнучкому шлангу, м/с;

$$\omega_{ш}'' = \frac{4G_a' \cdot v_{cp}}{\pi(d_{ш}'')^2 \cdot n_n}. \quad (9.120)$$

Гідравлічний опір парового колектора знаходять за формулою

$$\Delta P_4 = \left(\lambda_{mp} \frac{l}{d_2} + \xi_k\right) \frac{(\omega_k'')^2}{2v_{cp}}, \quad (9.121)$$

де ξ_k – коефіцієнт місцевого опору повороту холодильного агента в колекторі;

ω_k'' – середня швидкість руху парорідинної суміші в паровому колекторі, м/с;

$$\omega_{\kappa}'' = \frac{4G_a' \cdot v_{cp}}{2\pi \cdot d_2^2}. \quad (9.122)$$

Гідрравлічний опір рідинного колектора розраховують за рівнянням

$$\Delta P_5 = \left(\lambda_{mp} \frac{l}{d_1} + \xi_{\kappa} \right) \frac{(\omega_{\kappa}'')^2}{2v'}, \quad (9.123)$$

де ω_{κ}' – середня швидкість руху рідкого холодильного агента в рідинному колекторі, м/с;

$$\omega_{\kappa}' = \frac{4G_a' \cdot v'}{2\pi \cdot d_1^2}. \quad (9.124)$$

Гідрравлічний опір гнучкого шлангу, яким рідина подається до морозильної плити, визначають із залежності

$$\Delta P_6 = \left(\lambda_{mp} \frac{l}{d_{ш}} + \xi_{ш} \right) \frac{(\omega_{ш}')^2}{2v'}, \quad (9.125)$$

де $\omega_{ш}'$ – швидкість руху рідкого холодильного агента в гнучкому шлангу, яким рідина подається до морозильної плити, м/с;

$$\omega_{ш}' = \frac{4G_a' \cdot v'}{2\pi \cdot (d_{ш}')^2}. \quad (9.126)$$

Гідрравлічний опір дросельної шайби, яка встановлена на вході холодильного агента в морозильну плиту, звичайно задаються ($\Delta P_7 = 15 \dots 20$ кПа).

Діаметр дросельної шайби знаходять за формулою

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4G_a'}{n_n \cdot \mu_0 \cdot f \sqrt{\frac{2\Delta P_7}{v'}}}}, \quad (9.127)$$

де $d_{ш}$ – діаметр дросельної шайби, яка встановлена на вході холодильного агента в морозильну плиту, м;

μ_0 – коефіцієнт витрати.

Продуктивність циркуляційного насоса розраховують за рівнянням

$$V_{ц.н}' = G_a' \cdot v', \quad (9.128)$$

де $V_{ц.н}'$ – продуктивність циркуляційного насоса, м³/с.

Падіння тиску у випарній системі морозильного апарата визначають за формулою

$$\Delta P_n = (\Delta P + \frac{H}{v'} 9,8) a_{0,n}, \quad (9.129)$$

де ΔP_n – падіння тиску у випарній системі, Па;

H – висота підйому рідкого холодильного агента до морозильних плит апарата, м.

Залежно від $V_{u,n}'$ і ΔP_n проводиться підбір циркуляційного насоса, який обслуговує морозильний апарат.

Під час охолодження морозильних плит горизонтально-плиткового апарата холодоносієм знаходять об'єм і масу блока, який заморожується, а тривалість заморожування можна вирахувати за формулою Планка. Тоді коефіцієнт тепловіддачі від холодоносія до пустотілої морозильної плити знаходять за формулою

$$\alpha = \frac{Nu_f \cdot \lambda_s}{d_s}, \quad (9.130)$$

де Nu_f – критерій Нуссельта;

$$Nu_f = 0,15 Re_f^{0,33} \cdot Pr_f^{0,43} \cdot Gr_f^{0,1}, \quad (9.131)$$

де Re_f – критерій Рейнольдса;

$$Re_f = \frac{\omega_s \cdot d_s}{\nu_s}, \quad (9.132)$$

де ω_s – швидкість руху холодоносія в пустотілій морозильній плиті, м/с;

$$\omega_s = \frac{\omega_u \frac{\pi \cdot d_u^2}{4}}{\delta_n \cdot B_n}, \quad (9.133)$$

де ω_u – швидкість руху холодоносія в гнучкому шлангу, м/с;

δ_n – висота каналу плити під час циркуляції холодоносія, м. Розміри полої морозильної плити δ_n та B_n , а також швидкість руху холодоносія в гнучкому шлангу ω_u та його діаметр необхідно задавати. Внутрішній діаметр гнучкого шланга складає 20...30 мм. Звичайно швидкість руху холодоносія в гнучкому шлангу дорівнює 0,5...0,7 м/с;

$$d_s = \frac{4\delta_n \cdot B_n}{2(\delta_n + B_n)}, \quad (9.134)$$

де ν_s – кінематична в'язкість холодоносія, м²/с;

Pr_f – критерій Прандля;

$$Pr_f = \frac{V_s}{a_s}, \quad (9.135)$$

де a_s – температуропровідність холодоносія, м²/с;
 Gr_f – критерій Грасгофа;

$$Gr_f = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \beta_s \cdot \Delta t_{s0}}{\nu_s^2}, \quad (9.136)$$

де β_s – коефіцієнт об'ємного розширення холодоносія, 1/К;
 Δt_{s0} – оптимальний нагрів у пустотілій морозильній плиті, °С
 ($\Delta t_{s0} = 1 \dots 3$ °С).

Після того, як знайдена тривалість заморожування блока, необхідно визначити дійсну тривалість заморожування, кількість циклів роботи апарата на протязі доби, його місткість, кількість блоків та морозильних плит, а також теплове навантаження.

Кількість холодоносія, який циркулює в пустотілих морозильних плитах апарата, складе

$$G_s = \frac{\pi \cdot d_{uu}^2}{4} \omega_{uu} \cdot \rho_s \cdot n_n, \quad (9.137)$$

де G_s – кількість холодоносія, який циркулює в пустотілих морозильних плитах апарата, кг/с;
 ρ_s – густина холодоносія, кг/м³.

Тоді об'єм холодоносія, який циркулює в пустотілих плитах апарата, визначають за формулою

$$V_s = \frac{G_s}{\rho_s}, \quad (9.138)$$

де V_s – об'єм холодоносія, який циркулює в пустотілих плитах апарата, м³/с.
 Температуру нагрівання холодоносія в полії морозильній плиті визначають за виразом

$$\Delta t_s = \frac{Q_0}{G_s \cdot c_s}, \quad (9.139)$$

де Δt_s – температура нагрівання холодоносія в пустотілій морозильній плиті апарата, °С;
 c_s – питома теплоємність холодоносія, Дж/(кг·К).

Якщо температура нагрівання холодоносія в пустотілій морозильній плиті більше оптимальної температури нагрівання, то необхідно збільшити кількість циркулюючого холодоносія. Для цього потрібно задатися новим підвищеним значенням швидкості руху холодоносія в гнучкому шлангу чи збільшити його внутрішній діаметр. Збільшення кількості циркулюючого холодоносія приведе до

зростання швидкості його руху в пустотілих морозильних плитах, що потребує уточнення коефіцієнта тепловіддачі α та тривалості заморожування блока τ .

Якщо температура нагрівання холодоносія в пустотілій морозильній плиті менше оптимальної температури нагрівання, то необхідно зменшити кількість циркулюючого холодоносія. Для цього приймають нове, менше значення швидкості руху холодоносія в гнучкому шлангу, залишаючи постійною швидкість руху холодоносія в морозильній плиті апарата. Із цією метою в пустотілих морозильних плитах передбачаються перегородки.

Швидкість руху холодоносія в гнучкому шлангу за наявності в морозильних плитах перегородок знаходять за формулою

$$\omega_{uo} = \omega_n \frac{4F_n'}{\pi \cdot d_{uo}^2}, \quad (9.140)$$

де ω_{uo} – швидкість холодоносія в гнучкому шлангу за наявності в морозильних плитах перегородок, м/с;

F_n' – переріз каналу морозильної плити для проходження холодоносія, м²;

$$F_n' = \delta_n \cdot B_n', \quad (9.141)$$

B_n' – відстань між перегородками в морозильній плиті, м.

Кількість холодоносія, який циркулює в морозильних плитах, визначають за рівнянням

$$G_{so} = \frac{\pi \cdot d_{uo}^2}{4} \omega_{uo} \cdot \rho_s \cdot n_n, \quad (9.142)$$

де G_{so} – кількість холодоносія, який циркулює в морозильних плитах, кг/с.

Об'єм холодоносія, який циркулює в морозильних плитах, розраховують за формулою

$$V_{so} = \frac{G_{so}}{\rho_s}, \quad (9.143)$$

де V_{so} – об'єм холодоносія, який циркулює в морозильних плитах, м³/с.

Фактичне нагрівання холодоносія в морозильній плиті апарата складе

$$\Delta t_{so} = \frac{Q_0}{G_{so} \cdot c_s}. \quad (9.144)$$

Гідрравлічний опір охолоджуючої системи апарата визначають за рівнянням

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3. \quad (9.145)$$

Гідрравлічний опір морозильних плит розраховують за рівнянням

$$\Delta P_1 = \left(\lambda_{mp} \frac{L}{d'_3} + n_{nos} \cdot \xi_n \right) \frac{\omega_n^2}{2} \rho_s, \quad (9.146)$$

де d'_3 – еквівалентний діаметр каналу морозильної плити, м;

$$d'_3 = \frac{4B'_n \cdot \delta_n}{2(B_n + \delta_n)}, \quad (9.147)$$

n_{nos} – кількість поворотів холодоносія в плиті.

Гідрравлічний опір гнучких шлангів, які підводять холодоносій до морозильної плити та відводять його від неї, знаходять із залежності

$$\Delta P_2 = 2 \left(\lambda_{mp} \frac{l_u}{d_{ui}^2} + \sum \xi_{ui} \right) \frac{\omega_{uo}^2}{2} \rho_s. \quad (9.148)$$

Гідрравлічний опір подавального та зворотного колекторів холодоносія визначають за рівнянням

$$\Delta P_3 = 2 \left(\lambda_{mp} \frac{l_k}{d_k} + \xi_k \right) \frac{\omega_k^2}{2} \rho_s, \quad (9.149)$$

де d_k – внутрішній діаметр колекторів, м;

ω_k – швидкість руху холодоносія в колекторах, м/с;

$$\omega_k = \omega_n \frac{4V_{so}}{\pi \cdot d_k^2}. \quad (9.150)$$

Падіння тиску в охолоджувальній системі розраховують за формулою

$$\Delta P_n = \Delta P \cdot \varphi_0. \quad (9.151)$$

У залежності від V_{so} та ΔP_n проводиться підбір насосу для циркуляції холодоносія в морозильних плитах апарата.

9.4.5. Апарати для заморожування продуктів рідкими холодоносіями

Для заморожування харчових продуктів також використовують механізовані високопродуктивні апарати з непрямим контактом продукту і холодоносія. У них тепло передається від продукту, що заморожується, до рідкого холодоносія чи через металеву стрічку конвеєра, що рухається, або через герметичне вологонепроникне упакування, яке щільно прилягає (без повітряних прошарків) до продукту. Щоб упакування щільно прилягало до продукту, з нього видаляється повітря.

Апарати безконтактного заморожування використовують для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії; продуктів на сталевій стрічці, зрошуваній рідким холодоносієм; продуктів у металевих формах, що занурюються в рідкий холодоносій.

Апарат для заморожування упакованих продуктів рідким холодоносієм, який використовується для холодильної обробки тушок птиці (рис. 9.48), складається із завантажувального й розвантажувального гідравлічних затворів, штовхачів, транспортерної стрічки з клітками, ванни, що охолоджує, розвантажувального транспортера з вентиляторами, циркуляційних насосів, випарників, розподільних колекторів, перфорованих піддонів, ізолюваного контуру.

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 потраплять у ліву частину завантажувального затвора, спрацьовує виштовхувач, що занурює тушки в холодоносій, а потім подає їх у порожню клітку транспортерної стрічки, що займає вихідну позицію для завантаження. Клітка утворена спеціальними перегородками, що переміщують 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 виштовхувач.

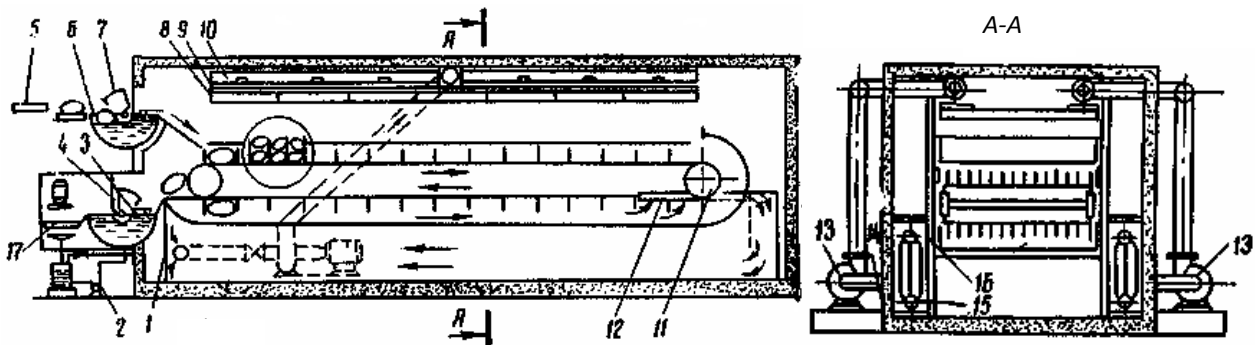


Рисунок 9.48 – Апарат для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії: 1 – охолоджуюча ванна; 2 – насос для підтримання рівня в завантажувальному гідравлічному затворі; 3 – розвантажувальний гідравлічний затвор; 4 – виштовхувач; 5 – транспортер для подавання тушок птиці до завантажувального гідравлічного затвора; 6 – завантажувальний гідравлічний затвор; 7 – виштовхувач; 8 – перфорований піддон; 9 – фільтри; 10 – розподільний колектор; 11 – транспортерна стрічка з клітками; 12 – водозливний отвір; 13 – циркуляційні насоси; 14 – ізолюваний контур; 15 – випарник; 16 – бак випарника; 17 – розвантажувальний транспортер із вентиляторами

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

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

Переваги: використання нижньої гілки транспортерної стрічки, у зв'язку з чим збільшується продуктивність. Конструкція апарата дозволяє уникнути деконцентрації холодоносія. Апарат надійно захищений від проникнення вологого повітря. Контакт із повітрям мають тільки виштовхувачі й ліві сторони гідравлічних затворів. Температура холодоносія завантажувального гідравлічного затвора – плюсова, тому що через нього у апарат проходять тушки птиці, температура яких 4...6°C. Отже, конденсація вологи та її надходження в холодоносієм незначні. Конденсація пари, що знаходиться в повітрі, можлива тільки в тій частині гідравлічного затвора, який стикається з зовнішнім повітрям. Площа поверхні контакту холодоносія не перевищує 0,5 м², а разом із поверхнею виштовхувача й поверхнею крапель холодоносія вона складає не більше 1,5 м², що практично не впливає на деконцентрацію основної маси холодоносія, який циркулює в апараті. Тому немає необхідності установлювати реконцентратор холодоносія, що значно здешевлює експлуатацію апарата. Холодоносієм, який здувається з тушок, повертається у випарники, тому його втрати в апараті мінімальні.

Унаслідок того, що охолоджувальні секції випарників розташовані безпосередньо в апараті, відсутні додаткові циркуляційні насоси. Проте застосування в якості середовища, яке відводить теплоту рідкого холодоносія, викликає корозію елементів апарата. Технічну характеристику апарата для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії приведено в табл. 9.16.

Таблиця 9.16 – Характеристика апарата для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії

Показники	Значення
1	2
Продуктивність, кг/год	1000
Ємність, кг	700
Температура, °С	
середовища яке відводить тепло	-30
замороженого продукту	-18

1	2
Тривалість заморожування, хвилин	40...50
Габаритні розміри, мм	
довжина	8500
ширина	3200
висота	2600
Маса, кг	4800

Апарати для заморожування продуктів на сталевій стрічці, зрошуваній рідким холодоносієм застосовують для заморожування готових блюд, кускових м'ясних продуктів і фаршу, рідких і напіврідких продуктів.

Апарат для заморожування готових блюд (рис. 9.49) складається з конвеєра, стрічка якого виконана з нержавіючої сталі, зрошувальних трубопроводів із форсунками, піддона, натяжного пристрою й ізолюваного контуру.

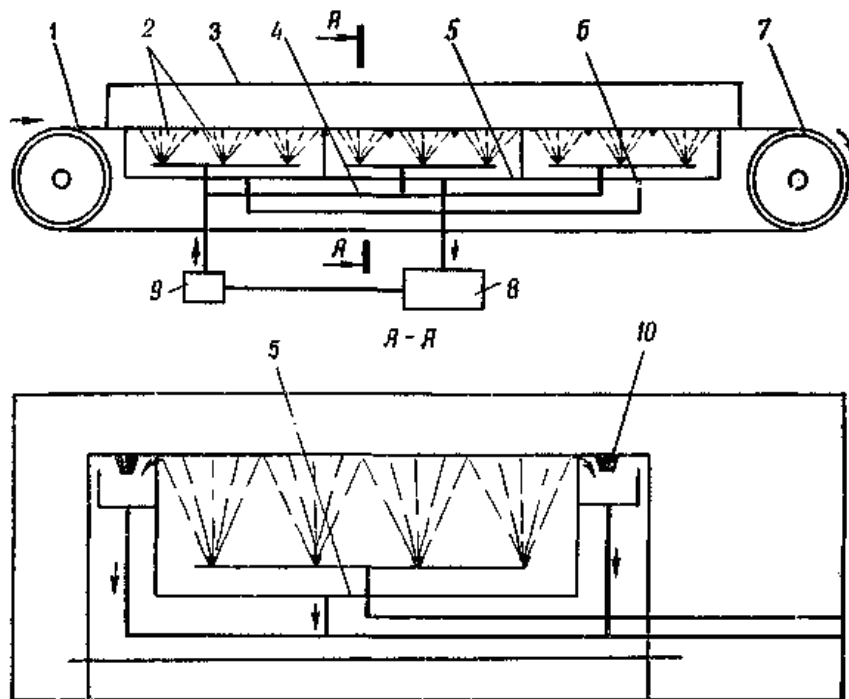


Рисунок 9.49 – Апарат для заморожування готових блюд на сталевій стрічці, яка зрошується холодоносієм: 1 – конвеєр; 2 – зрошувальні трубопроводи з форсунками; 3 – ізолюваний контур; 4 – трубопровід подачі холодоносія; 5 – піддон; 6 – трубопровід відведення теплого холодоносія до випарника; 7 – барабан; 8 – випарник; 9 – насос; 10 – бокові резинові напрямні

На стрічці конвеєра через вікно завантаження продукт подається у відсік апарата. У вантажному відсіку стрічка конвеєра за допомогою зрошувальних трубопроводів із форсунками знизу омивається холодним холодоносієм, що охолоджує стрічку й заморожує продукт. Для запобігання потраплянню рідкого холодоносія на продукт, що заморожується, стрічка має бічні гумові напрямні,

які також запобігають її зісковзуванню з барабанів конвеєра. Щільне прилягання стрічки до поверхні барабанів досягається натяжним пристроєм, що, автоматично натягаючи стрічку, забезпечує надійну роботу конвеєра.

Отеплений у вантажному відсіку холодоносії збирається в піддон, із якого насосом направляється для охолодження у випарник холодильної установки, що обслуговує апарат.

Зі стрічки конвеєра заморожений продукт легко видаляється в той момент, коли вона починає деформуватися. Стрічка без продукту виходить з ізольованого контуру, нагрівається, зрошується водою і підсушується, а потім на неї знову укладається продукт.

Вантажний відсік збирається з ізольованих секцій довжиною 3600 мм. У кожній такій секції є двері для обслуговування апарата. Для охолодження внутрішнього обсягу вантажного відсіку іноді встановлюють батареї чи повітроохолоджувачі.

Конструкція апарата проста, він компактний, забезпечує швидке заморожування продуктів. Спеціальні антикорозійні покриття запобігають зносу його вузлів.

Апарат для заморожування кускових м'ясних продуктів (біфштекси, філейні вирізки, брикети м'ясного фаршу) на сталевій стрічці, зрошуваний рідким холодоносієм (рис. 9.50), складається з завантажувального транспортера, сталевій стрічки з натяжною і приводною станціями, пристроїв, що охолоджують і перевертають, прийомного лотка, електродвигуна з варіатором швидкостей і ізольованого контуру. Охолоджувальний пристрій апарата являє собою ванну, розташовану під верхньою гілкою сталевій стрічки, яку підтримують пластмасові опори. У ванні також розміщені перфоровані труби, призначені для зрошення сталевій стрічки.

На завантажувальний транспортер вручну укладають продукт, що підлягає заморожуванню. Із завантажувального транспортера продукт направляється на сталеву стрічку апарата, що знизу зрошується холодоносієм. На сталевій стрічці продукт рухається до пристрою, що перевертає, який складається з ланцюга зі шкребками, похилого ножа, притиснутого до сталевій стрічки, і вигнутого спускного лотка. Продукти підморожуються з однієї сторони, потім похилим ножом і шкребками перевертаються та скидаються на спускний лоток. Перевернений продукт доморожується і прийомним лотком направляється на стіл фасування й упакування.

Для охолодження сталевій стрічки застосовується 50%-ний водяний розчин пропіленгліколю, що насосом подається в перфоровані труби та виходячи з них, зрошує сталеву стрічку.

Отеплений розчин збирається у ванні й самопливом надходить у випарник, що розміщений в ізольованому контурі морозильного апарата.

Переваги: швидке заморожування тонких неупакованих продуктів.

Недоліки: підвищені габаритні розміри й мала кількість знімання замороженого продукту на 1 м² площі, яку займає апарат.

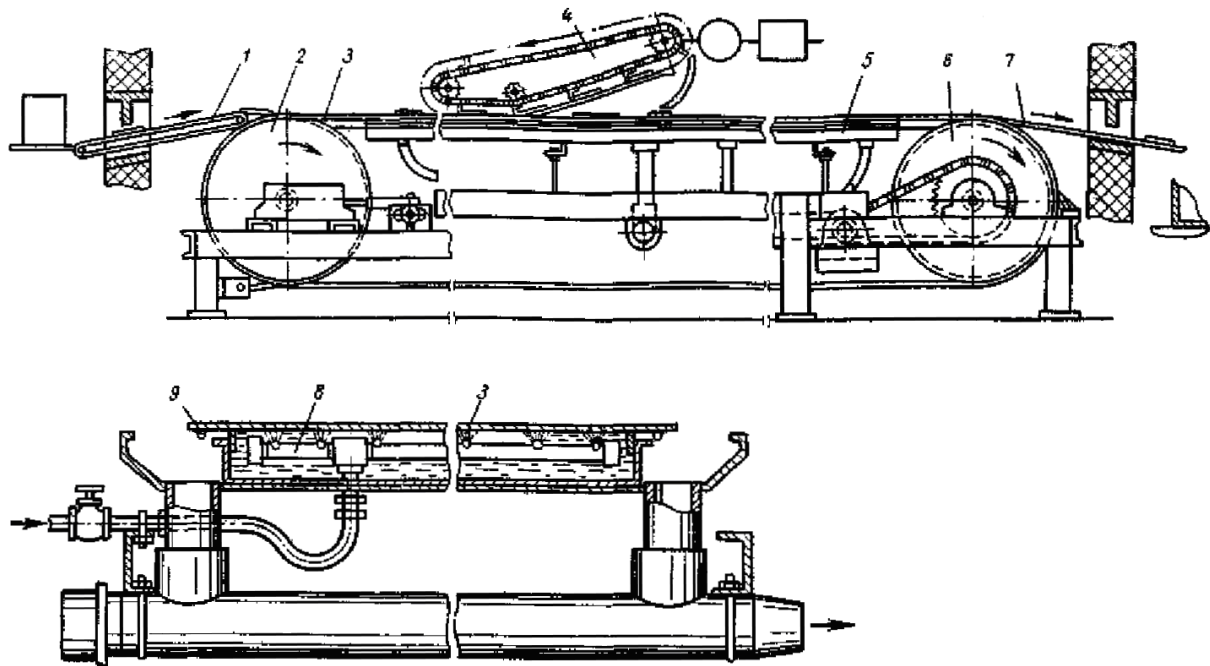


Рисунок 9.50 – Апарат для заморожування кускових продуктів на сталій стрічці, яка зрошується холодоносієм: 1 – завантажувальний конвеєр; 2 – натяжна станція; 3 – сталеві стрічка; 4 – перекидальний пристрій; 5 – охолоджувальний пристрій; 6 – привідна станція; 7 – приймальний лоток; 8 – перфорована труба; 9 – гумовий бортик

Апарат для заморожування рідких чи напіврідких продуктів (соки, пюре, бульйони) на сталевій стрічці, зрошуваній рідким холодоносієм (рис. 9.51), складається з вузлів завантаження й вивантаження, сталеві конвеєрної стрічки з жолобами, зрошувальних трубопроводів із форсунками, піддона, випарника, насоса для подачі холодоносія, барабанів конвеєра, його привода, пульта керування та ізолюваного контуру.

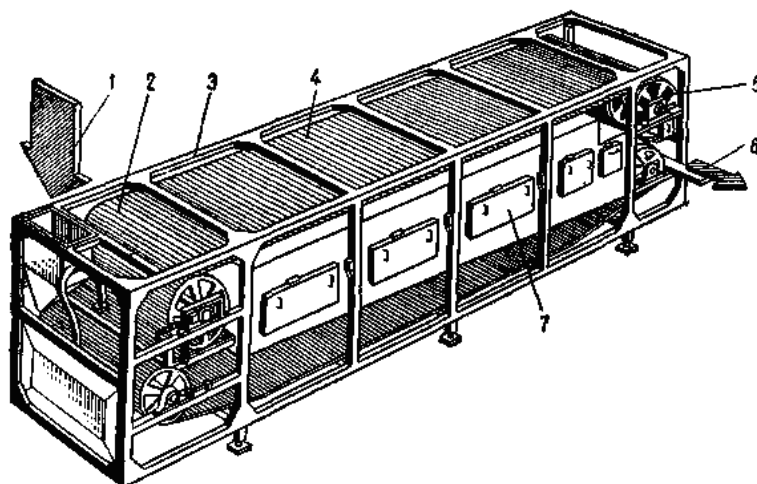


Рисунок 9.51 – Апарат для заморожування рідких та напіврідких продуктів на сталевій стрічці, яка зрошується холодоносієм: 1 – вузол завантаження продукту; 2 – сталеві конвеєрна стрічка з жолобами; 3 – рама апарата; 4 – ізолюваний контур; 5 – барабан конвеєра; 6 – вузол вивантаження заморожених продуктів; 7 – лаз для обслуговування апарата

За допомогою вузла завантаження, що складається з бака й насоса рідкий чи напіврідкий продукт подається у вантажний відсік апарата, де заповнює жолоби сталевій стрічки. Висота і ширина жолоба, утвореного спеціальними ребрами, дорівнює 20 і 8 мм. Довжина замороженого бруска може змінюватися (від 40 до 100 мм) за допомогою перегородок, установлених у жолобах.

Продукт у жолобах швидко й безупинно заморожується, коли стрічка зрошується знизу розчином холодного холодоносія (пропіленгліколем) за допомогою зрошувальних трубопроводів із форсунками. Оtepлений пропіленгліколь збирається в піддоні і насосом для подачі холодоносія направляється в індивідуальний випарник для охолодження.

Із жолобів конвеєрної стрічки бруски замороженого продукту видаляються під час її деформації. Вільна від продукту стрічка, рухаючись поза ізольованим контуром апарата, нагрівається, а потім проходить санітарну обробку та знову завантажується продуктом.

Прилади автоматичного контролю й керування розташовуються на пульті, змонтованому поруч із ізольованим контуром апарата.

Ізольований корпус апарата збирається з панелей, ізольованих пінополіуретаном.

Апарат дозволяє швидко і без втрат заморожувати рідкі й напіврідкі продукти. Він компактний, механізований і автоматизований. Усі вузли апарата, що стикаються з продуктом і холодоносієм, виготовляються з високоякісної нержавіючої сталі, що приводить до зростання його вартості.

Технічна характеристика апаратів для заморожування продуктів на сталевій стрічці, зрошуваної рідким холодоносієм, приведена в табл. 9.17.

Таблиця 9.17 – Технічна характеристика морозильних апаратів барабанного типу

Показники	Значення		
	Апарати для заморожування продуктів на сталевій стрічці, яка зрошується рідким холодоносієм		
	готових блюд (без упаковки)	кускових м'ясних продуктів та фаршу (без упаковки)	рідких або напіврідких
1	2	3	4
Продуктивність, кг/год	300...600	200...300	1000...1200
Ємність, кг	100...150	60	40...60
Температура, °С			
холодоносія	-35...-38	-40	-38
замороженого продукту	-18	-18	-18

1	2	3	4
Тривалість заморожування, хв	10...30	20...40	3...4
Габаритні розміри, мм			
довжина	10000...12000	10400	5000
ширина	1600...3000	1800	2500
висота	2000...3600	3400	3600
Маса, кг	2400...2800	2800	2400

Апарат для заморожування рідких і напіврідких харчових продуктів (овочеві та фруктові соки, томат-паста, фруктові пюре) у формах, що занурюються у ванну з холодоносієм (рис. 9.52), складається зі звареної рами, приводних і натяжних зірочок, приводного пристрою, вантажного (робочого) конвеєра з формами, ванни з холодоносієм, наповнювача, розвантажувального конвеєра й миючого пристрою.

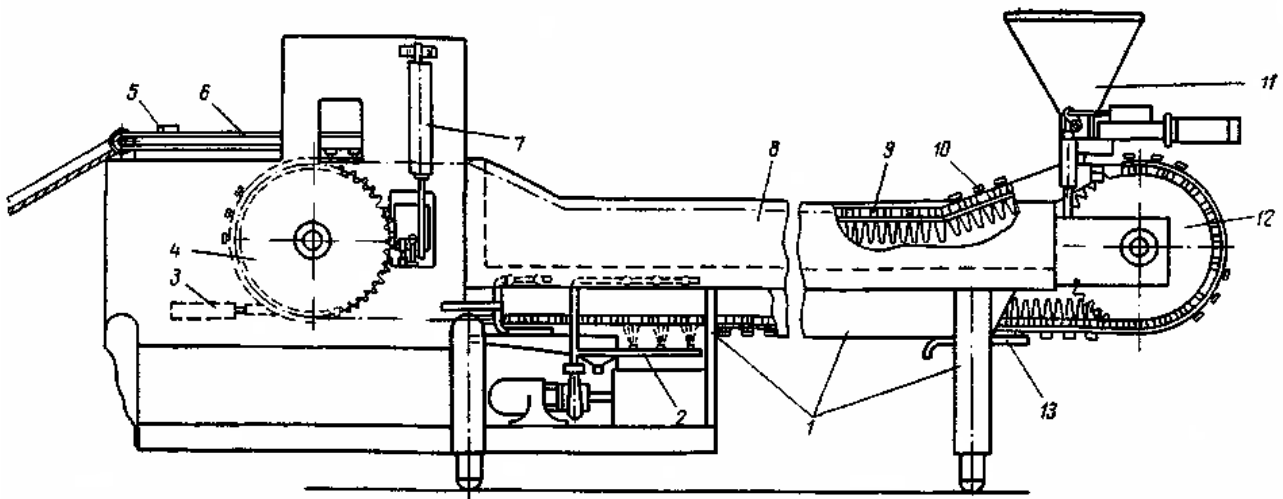


Рисунок 9.52 – Апарат для заморожування рідких та напіврідких харчових продуктів у формах, які занурюються у ванну з холодоносієм: 1 – рама апарата; 2 – миючий пристрій; 3 – приводний пристрій; 4 – приводні зірочки; 5 – блок, який заморожується; 6 – розвантажувальний конвеєр; 7 – підйомник ванни відтаювача; 8 – ванна з холодоносієм; 9 – вантажний (робочий) конвеєр із формами; 10 – виймач; 11 – наповнювач; 12 – натяжні зірочки; 13 – стерилізатор

Зварена рама має шість регульованих ніжок. Приводні й натяжні зірочки встановлені на загальному валі. На одній приводній зірочці по колу укріплені пальці. Приводний пристрій складається з гідравлічного циліндра, шток якого рухається в напрямних, і хитного штовхальника.

При робочому ході штока штовхальник упирається в один із пальців, що знаходяться на бічній поверхні приводної зірочки. Після повертає зірочку на один крок. Пластинчасті ланцюги вантажного конвеєра переміщують металеві форми й витягувачі, призначені для виймання заморожених блоків із форм. Під час повороту приводної зірочки на один крок форма зупиняється під наповнювачем. Витягувачі в момент заповнення форм продуктом повинні бути в ній. Заповнені продуктом форми разом із витягувачем просуваються вперед і

занурюються у ванну з холодним холодоносієм, де продукт заморожується. Потім форма подається на відтавання. За наступного ходу ланцюга витягувачі, вморожені в продукт, спеціальним механізмом піднімаються й витягають підталий блок із форми. У момент перебування блока під розвантажувальним конвеєром витягувачі повертаються на 180° і виходять із зачеплення з блоком. Блок падає на вихідний транспортер, а витягувачі вводяться у форму.

Холоста гілка вантажного конвеєра використовується для санітарної обробки форм і витягувачів. Миючий пристрій складеться з бака для готування миючого розчину й відцентрованого насоса. Миючий розчин розприскується форсунками, зрошуючи форми й витягувачі, що потім промиваються. Чисті форми стерилізуються паром та надходять до наповнювача.

Переваги: безперервність роботи та гарна санітарна обробка вузлів, що безпосередньо стикаються з продуктом.

Технічну характеристику апарата для заморожування продуктів у металевих формах, що занурюються в рідкий холодоносій, наведено в табл. 9.18.

Таблиця 9.18 – Характеристика апарата для заморожування продуктів

Параметр	Значення
Продуктивність, кг/год	300
Ємність, кг	60...75
Тривалість заморожування, хвилин	10...15
Температура, °С	
Середовища, яке відводить тепло	-40
замороженого продукту	-20
Габаритні розміри, мм	
довжина	7600
ширина	2100
висота	3000
Маса, кг	3650

9.5. Апарати контактного заморожування харчових продуктів

В апаратах контактного заморожування харчових продуктів (контактні апарати) відбувається безпосереднє інтенсивне відведення тепла від продукту, що заморожується, до середовища, яке відводить тепло (рідкий азот і повітря – кріогенні рідини, вуглекислота, що пройшла спеціальне хімічне очищення, а також холодоносій – водяний розчин хлористого натрію). За безпосереднього контакту харчового продукту з середовищем, яке відводить тепло, не повинна погіршуватися якість продукту.

Порівняльні показники доводять, що вартість заморожування харчових продуктів у контактних апаратах із кріогенною рідиною вища, ніж у повітряному й плитковому морозильному апаратах.

Залежно від виду середовища, яке відводить тепло, апарати контактного заморожування бувають кріогенні, вуглекислотні, фреонові, а також для заморожування продуктів холодоносіями.

9.5.1. Кріогенні апарати

У кріогенних апаратах у якості середовища, 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 імерсійні (занурення продуктів у ванну з рідким азотом), а також на апарати з розпиленням рідкого агента у вантажному відсіку.

Імерсійні апарати складаються з ізольованої ванни, у якій знаходиться рідкий азот, і конвеєра для переміщення продукту.

Під час занурення теплого продукту у ванну з рідким азотом у ньому внаслідок високої швидкості заморожування й нерівномірності температур за об'ємом виникають значні внутрішні напруження, що порушують структуру продукту, викликаючи його розтріскування й розшарування. У таких апаратах питома витрата рідкого азоту досягає 2 кг і більше на 1 кг замороженого продукту. Зростання питомих витрат азоту приводить до збільшення вартості заморожування. У цих апаратах важко регулювати температуру продукту, який заморожується, що звичайно має неоднакові геометричні розміри і форми.

Апарат для заморожування розфасованих харчових продуктів із зануренням їх у ванну з рідким азотом (рис. 9.53) складається з вантажного конвеєра, ванни з рідким азотом, витяжних трубопроводів, завантажувального і розвантажувального столів, ізольованого контуру, виконаного з нержавіючої сталі та теплоізоляційного матеріалу.

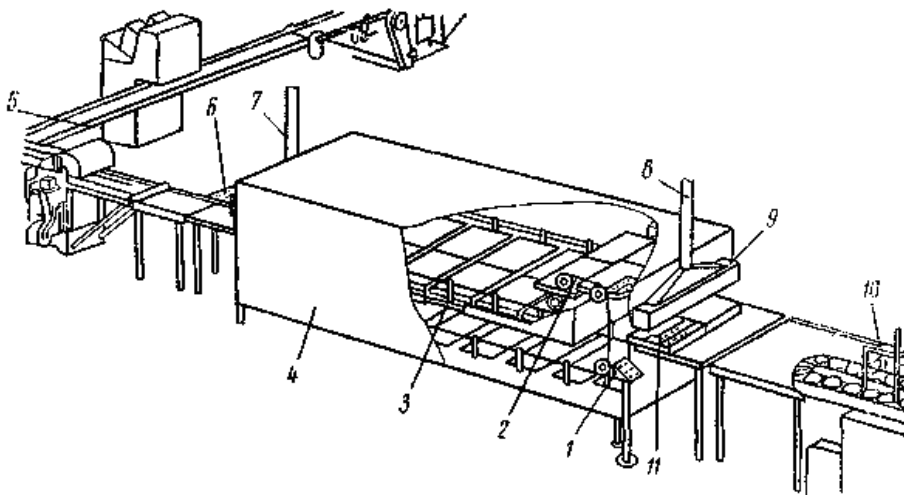


Рисунок 9.53 – Імерсійний апарат для заморожування розфасованих харчових продуктів: 1 – пульт управління; 2 – вантажний конвеєр; 3 – ванна з рідким азотом; 4 – ізольований контур; 5 – лінія упакування заморожених продуктів; 6 – розвантажувальний стіл; 7, 8 – витяжні трубопроводи; 9 – приймальний колектор; 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 при кипінні 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, малоенергомісткий. Процеси розфасування, заморожування й упакування автоматизовані й механізовані.

Переваги: висока інтенсивність заморожування, компактність і простота пристрою.

Недоліки: значна витрата азоту, розтріскування й деформація продукту, підвищений теплоприплив у вантажний відсік через вікно завантаження й вивантаження.

Зменшення витрат рідкого азоту з одночасним скороченням деформації замороженого продукту досягається в **імерсійному апараті з двома зонами охолодження продукту** (рис. 9.54), попереднього заморожування газоподібним азотом та доморожування в рідкому азоті.

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).

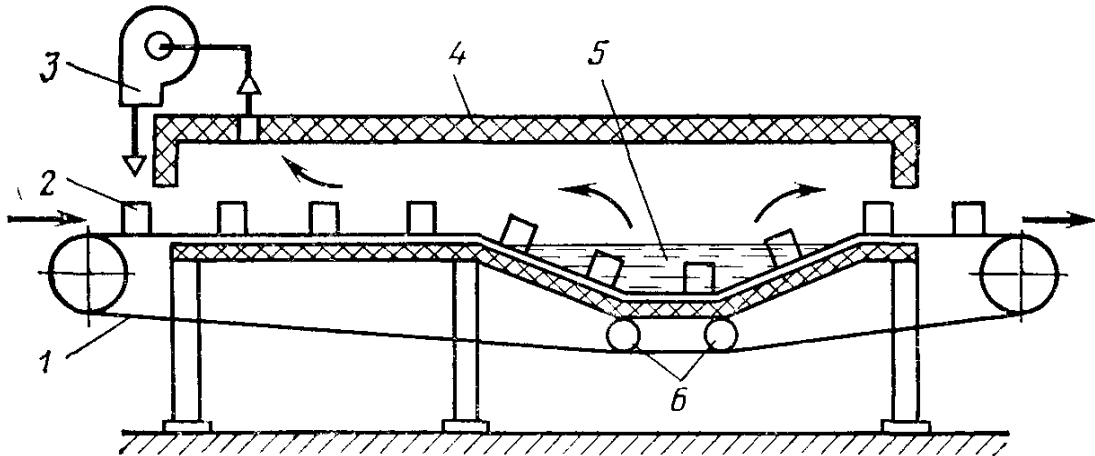


Рисунок 9.54 – Азотний апарат із двома зонами заморожування:
1 – конвеєр; 2 – продукт; 3 – вентилятор; 4 – теплоізоляційна огорожа;
5 – ємність із рідким азотом; 6 – ролики конвеєра, що направляють

Продукт конвеєром подається в першу зону, в якій 30...40% тепла відводиться потоком газоподібного азоту. Потім транспортується через ємність із рідким азотом, доморожується й виводиться з апарата. Газоподібний азот видаляється з апарата за допомогою вентилятора й нагнітається в область завантажувального вікна, створюючи завісу на шляху теплого повітря. Витрата рідкого азоту зменшується, але довжина апарата збільшується приблизно в 2 рази порівняно з тим, що заморожує продукт тільки в рідкому азоті.

У зоні попереднього охолодження продукт обдувається газоподібним

азотом, охолоджується й підморожується. Потім продукт повільно занурюється у ванну з рідким азотом, глибина якої 550 мм, а підтримуваний поплавковим регулятором рівень рідкого азоту в ній 300...400 мм. Із ванни заморожений продукт направляється до розвантажувального вікна, через яке видаляється з вантажного відсіку.

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

Рух газоподібного азоту в зоні попереднього охолодження продукту здійснюється витяжним вентилятором, установленим на вхідному кінці апарата. Газоподібний азот, який виходить з вентилятора, створює газову завісу біля завантажувального вікна, що зменшує теплоприплив у вантажний відсік. В апараті передбачено два витяжні вентилятори, що працюють попеременно: один витяжний вентилятор працює, а інший обігривається теплим повітрям.

Наявність зони попереднього охолодження продукту дозволила поліпшити показники роботи таких апаратів порівняно з імерсійними, у яких її немає. Проте основний недолік, властивий імерсійним апаратам, – підвищена витрата рідкого азоту – і в апаратах із зоною попереднього охолодження, хоча й зменшено, але не усунуто.

Апарати із зануренням продуктів у ванну з рідким азотом можуть застосовуватися для заморожування харчових продуктів в упаковці (рис. 9.55). Такі апарати, установлювані безпосередньо за пакувальними автоматами, складаються з двох вантажних конвеєрів, ванни з рідким азотом, завантажувального й розвантажувального конвеєрів, витяжних трубопроводів для газоподібного азоту, привода й ізолюваного контуру.

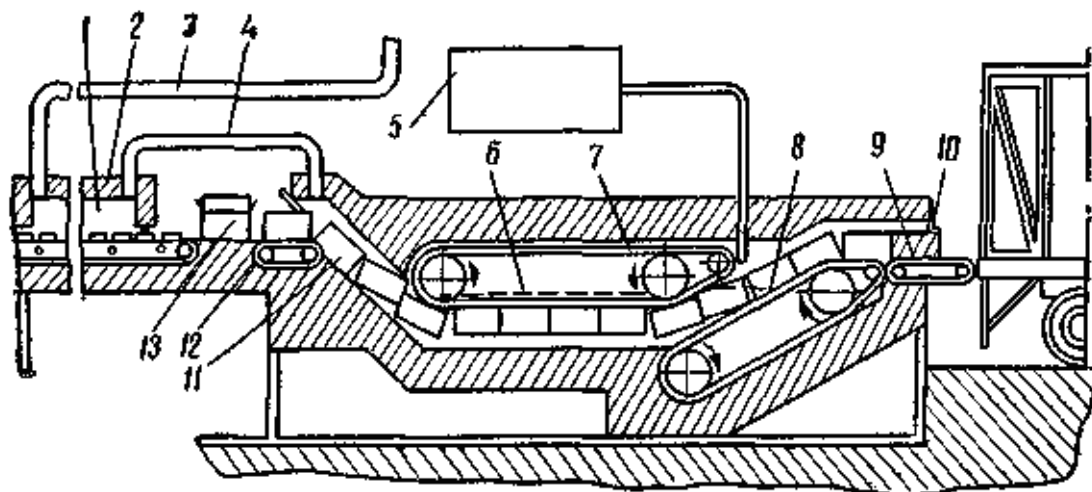


Рисунок 9.55 – Імерсійний апарат для заморожування упакованих продуктів: 1 – камера попереднього охолодження продуктів у пакувальному апараті; 2 – пакувальний апарат; 3 – витяжний трубопровід; 4 – витяжний трубопровід для подачі газоподібного азоту з вантажного відсіку в пакувальний апарат; 5 – бак рідкого азоту; 6 – ванна з рідким азотом; 7, 8 – вантажні конвеєри; 9 – розвантажувальний конвеєр; 10 – розвантажувальне вікно; 11 – жолоб; 12 – завантажувальний конвеєр; 13 – упакований продукт

Із пакувального автомата картонні коробки, що запобігають різкому впливу низьких температур, надходять на завантажувальний конвеєр. Коробки з продуктом зіштовхуються в жолоб для подання продуктів у ванну з рідким азотом. Завантажувальний конвеєр і жолоб є зоною попереднього охолодження продукту. Рухаючись жолобом під дією власної маси, коробки обдуваються вологою парою азоту, що видаляється з ванни, а продукт, що знаходиться в коробках, при цьому охолоджується й підморожується. Рух коробок у вантажному відсіку апарата здійснюється двома конвеєрами, що переміщують коробки з продуктом через ванну з рідким азотом, а потім передають їх на розвантажувальний конвеєр. Через вікно розвантаження продукти видаляються з апарата. Розміри цього вікна мінімальні, внаслідок чого зменшується витік газоподібного азоту з вантажного відсіку апарата.

Рідкий азот подається у ванну трубопроводом із бака, а газоподібний відводиться витяжним трубопроводом спочатку в камеру пакувального автомата, де використовується для попереднього охолодження продуктів перед пакуванням, а потім направляється для охолодження продукту на конвеєрній лінії, що розташована перед пакувальним автоматом.

У щілинах і порах пакувального матеріалу коробки міститься рідкий азот, що не випарувався, а це сприяє збереженню низької температури продукту.

Переваги: у разі заморожування упакованого продукту зменшується шкідливий вплив на нього низьких температур; азот, сорбований пакувальним матеріалом, дозволить транспортувати заморожений продукт ізотермічним транспортом без його охолодження.

Недоліки: підвищена витрата рідкого азоту та складність транспортної системи для переміщення продукту у вантажному відсіку.

Технічна характеристика імерсійних апаратів приведена в табл. 9.19.

Таблиця 9.19 – Технічна характеристика імерсійних апаратів

Показники	Імерсійні апарати		
	для заморожування розфасованих харчових продуктів	з двома зонами охолодження продукту	для заморожування харчових продуктів в упаковці
1	2	3	4
Продуктивність, кг/год	100	300	200
Ємність, кг	6...10	60...80	50...60
Температура, °С середовища, яке відводить тепло замороженого продукту	-196 -20	-196 -20	-196 -20
Тривалість заморожування, хвилин	4...10	10...15	15...20

1	2	3	4
Габаритні розміри, мм			
довжина	5400	8200	7200
ширина	1800	2100	1840
висота	2300	2800	2100
Маса, кг	1300	2000	1760

Апарати з розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку

У промисловій практиці криогенного заморожування харчових продуктів найбільше поширені апарати, у вантажному відсіку яких розпилюється рідкий азот. Він може безпосередньо розпорощуватися над продуктом, зрошуючи його (апарати зі зрошенням продукту) чи впорскуватися в потік газоподібного азоту, знижуючи його температуру (апарати із заморожуванням продукту в газоподібному азоті).

Апарати зі зрошенням продуктів рідким азотом можуть мати від двох до трьох зон. У першій зоні відбувається попереднє охолодження й підморожування продукту газоподібним азотом, у другий – заморожування при зрошенні рідким азотом і в третій (якщо вона передбачається) – вирівнювання температури в замороженому продукті. Перша й третя зони складають газову частину апарата.

В апаратах із розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку усунуто багато недоліків, властивих апаратам із зануренням продукту у ванну з рідким азотом.

Доцільність використання апаратів із розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку обумовлюється зниженою витратою рідкого азоту (1...1,2 кг на 1 кг продукту), низькими капітальними витратами, відсутністю металомістких ванн із рідким азотом, невеликими габаритними розмірами й нескладністю конструкції, можливістю організації безперервності процесу, простотою його автоматизації, можливістю регулювання режимів роботи апарата.

Режим роботи апарата регулюється перемінною швидкістю руху вантажного конвеєра, а також перемінною кількістю криогенної рідини, яка розпилюється у вантажному відсіку.

Залежно від розташування конвеєра і його виду апарати можна класифікувати на апарати з горизонтальним і похилим розташуванням вантажного конвеєра, а також апарати з гвинтовим конвеєром.

Криогенний апарат із розпиленням рідкого азоту і горизонтальним розташуванням конвеєра, призначений для заморожування неупакованих дрібноштучних продуктів (рис. 9.56), складається з ізольованого контуру, вантажних конвеєрів, колектора з форсунками для зрошення продуктів рідким азотом, живлячого резервуара, циркуляційних вентиляторів для руху газоподібного азоту, системи нагнітальних каналів для руху та організації

циркуляції газоподібного азоту, каналів відведення газу, компенсаційного з'єднання, піддона для рідкого азоту й насоса.

Ізольований контур морозильного апарата виконаний циліндричної форми з подвійними стінками з нержавіючої сталі. Кільцевий простір між стінками ізольованого контуру відвакуумований і служить тепловою (вакуумною) ізоляцією. Залишковий тиск у кільцевому просторі апарата підтримується в межах 150...600 Па за допомогою вакуум-насоса. У металевому корпусі апарата для виключення температурних деформацій передбачені компенсаційні з'єднання.

Із торцевих сторін ізольованого контуру апарата знаходяться кришки з вузькими вікнами для завантаження й вивантаження продукту. Ширина вікон відповідає ширині конвеєрної стрічки, а висота залежить від товщини продуктів, що заморожуються.

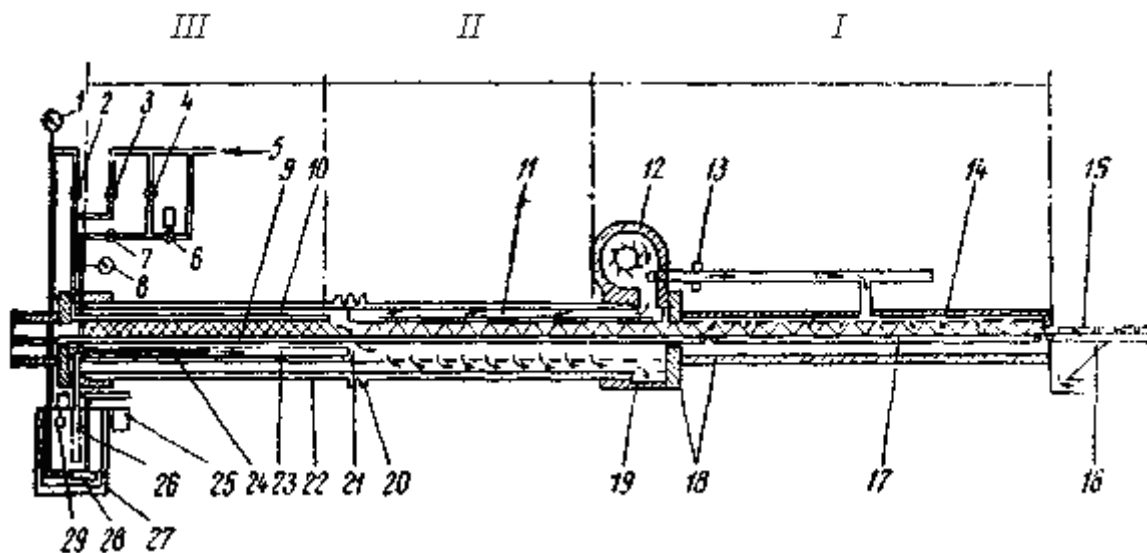


Рисунок 9. 56 – Кріогенний апарат із розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку та горизонтальним розташуванням конвеєра, призначений для заморожування неупакованих дрібноштучних продуктів: 1, 8 – контрольний манометр; 2, 3 – запірний вентиль; 4, 6 – соленоїдний вентиль; трубопровід подачі азоту з бака; 7 – допоміжний соленоїдний вентиль; 9 – вантажний конвеєр зони зрошення; 10 – колектор із форсунками; 11 – нагнітальний канал для газоподібного азоту; 12 – циркуляційний вентилятор для руху газоподібного азоту; 13 – нагнітальний канал для відведення газоподібного азоту в зону попереднього охолодження; 14 – нагнітальний канал розподілу газоподібного азоту; 15 – транспортер завантаження; 16 – канал відведення відпрацьованого газу; 17 – вантажний конвеєр зони попереднього охолодження; 18 – ізольований контур; 19 – всмоктувальний канал вентилятора для руху газоподібного азоту; 20 – компенсаційне з'єднання; 21 – потік газоподібного азоту із зони зрошення рідким азотом у зону циркуляції; 22 – вакуумна теплоізоляція; 23 – піддон для рідкого азоту; 24 – трубопровід для зливу рідкого азоту з піддона; 25 – електродвигун приводу насоса; 26 – фільтр; 27 – живлячий резервуар; 28 – насос; 29 – поплавковий регулятор; I – зона попереднього охолодження; II – зона зрошення; III – зона вирівнювання температур

У вантажному відсіку апарата для переміщення продуктів знаходяться два вантажні конвеєри: зони попереднього охолодження й зони зрошення. Сітчаста стрічка вантажних конвеєрів виготовлена з нержавіючої сталі. Електричний привід вантажних конвеєрів має пристрій, що дозволяє змінювати швидкість руху конвеєрної стрічки від 1 до 2 м/хв. Вантажні конвеєри можна витягати з ізолюваного контуру для миття та чищення.

Колектор із форсунками розташований біля розвантажувального вікна апарата. Циркуляційний вентилятор для руху газоподібного азоту знаходиться на зовнішній стороні ізолюваного контуру.

Нагнітальні канали, призначені для рівномірного розподілу газоподібного азоту, дозволяють подавати його до завантажувального й розвантажувального вікон, що запобігає проникненню теплого зовнішнього повітря в апарат. Робота завантажувального й розвантажувального конвеєрів синхронізована з роботою вантажних конвеєрів апарата.

Продукт, що підлягає заморожуванню, подається на стрічку вантажного конвеєра зони попереднього охолодження, де частково охолоджується газоподібним азотом. Охолоджений продукт із вантажного конвеєра зони попереднього охолодження переходить на вантажний конвеєр зони зрошення. У зоні циркуляції газоподібного азоту в міру просування продукт охолоджується та частково підморожується. Потрапляючи в зону зрошення рідким азотом, продукт остаточно заморожується. За допомогою розвантажувального конвеєра він подається на стіл для розфасування та упакування. Під час проходження продукту розвантажувальним конвеєром вирівнюється температура продукту.

Живильний резервуар розташований поза ізолюваним контуром апарата.

Рідкий азот із бака через дросельний пристрій подається в живильний резервуар, його рівень підтримується за допомогою датчика рівня та соленоїдного вентиля. Із живильного резервуара рідкий азот попадає в колектор із форсунками, що направляють його на продукт. Рідкий азот, що не встиг випаруватися, збирається в піддоні і стікає в живильний резервуар для повторного використання.

Переваги: невелика витрата рідкого азоту; зменшення кількості азоту, що йде на заморожування продукту, досягнуто збільшенням зони циркуляції, що привело до збільшення довжини апарата й необхідності застосування двох вантажних конвеєрів.

Зменшення довжини апарата можна досягти збільшенням швидкості руху газоподібного азоту.

Пересувний кріогенний апарат із інтенсивним рухом газоподібного азоту (рис. 9.57) складається з ізолюваного контуру, металевої рами, вантажного конвеєра, колекторів із форсунками, циркуляційних вентиляторів для подовжного 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.

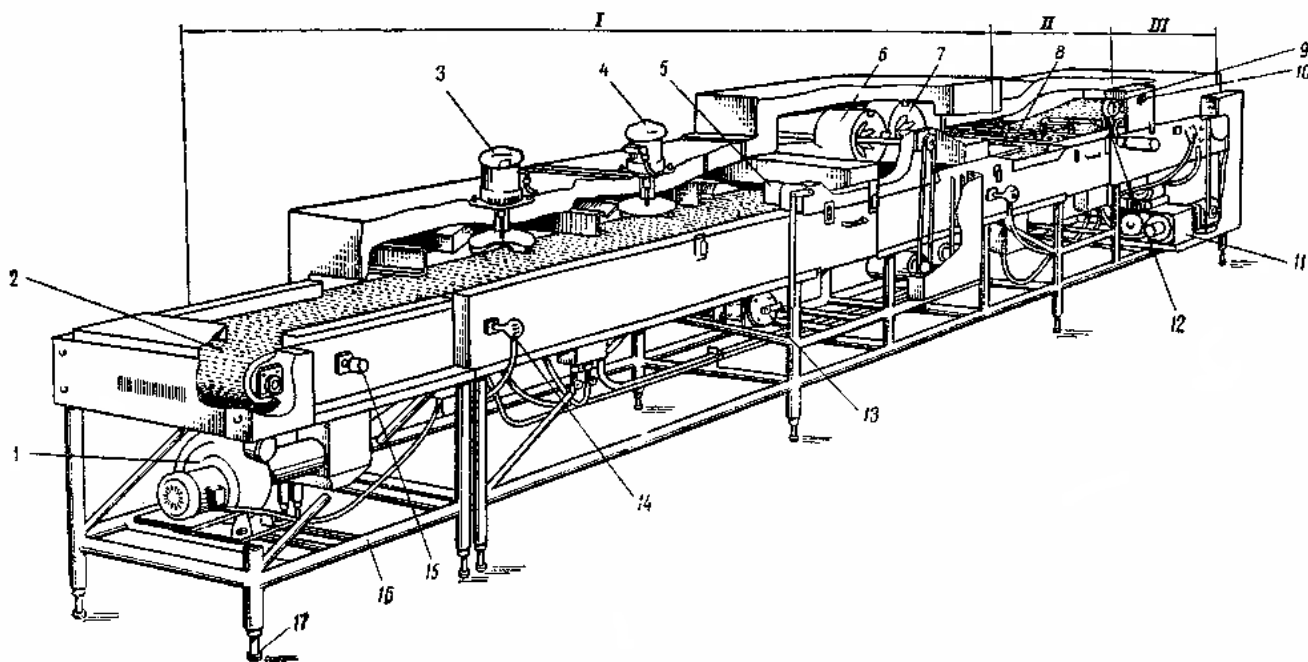


Рисунок 9.57 – Пересувний кріогенний апарат із інтенсивним рухом газоподібного азоту: 1 – витяжний вентилятор; 2 – вантажний конвеєр; 3, 4 – циркуляційні вентилятори для поперечного руху газоподібного азоту; 5 – шибер; 6, 7 – циркуляційні вентилятори для подовжнього руху газоподібного азоту; 8 – колектор 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 регулюючого 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 упакування.

Переваги: апарат компактний, легко монтується, простий у експлуатації.

Недоліки: застосування потужних вентиляторів для подовжньої й поперечної циркуляції газоподібного азоту приводить до зростання витрат електроенергії.

Кріогенні апарати з розпиленням азоту у вантажному відсіку й горизонтальним розташуванням конвеєра застосовують і для заморожування пельменів і фрикадельок. При цьому вдало поєднується безперервність виробництва з потоковістю заморожування.

Апарат (рис. 9.58) складається з ізольованого контуру, вантажного конвеєра, циркуляційного вентилятора для руху газоподібного азоту, шиберів, бака з рідким азотом, системи живлення апарата рідким азотом, колекторів із форсунками для розпилення рідкого азоту, піддона, насоса, пельменного автомата, електродвигуна з варіатором швидкостей.

У торцевих стінках ізольованого контуру знаходяться вікна для входу й виходу стрічки вантажного конвеєра. Ширина вікон відповідає ширині стрічки, а висота – товщині продукту, що заморожується. Стрічка вантажного конвеєра виходить із вантажного відсіку апарата на довжину, достатню для установа пельменного автомата. На стрічку вантажного конвеєра укладають тістову трубку з фаршевою начинкою, підморожують її і штампують пельмені з наступним їхнім заморожуванням і вирівнюванням температури. Швидкість руху стрічки вантажного конвеєра змінюється від 2,5 до 5 м/хв. Вантажний конвеєр можна витягти для миття і чищення.

Циркуляційний вентилятор для руху газоподібного азоту розташований у середній частині апарата.

У зоні попереднього охолодження продукту розміщується нагнітальний канал прямокутного перетину довжиною 2,5 м із щільними соплами. Нагнітальний канал обладнаний двома шиберами, які дозволяють регулювати кількість подаваного газоподібного азоту, що охолоджується рідким азотом, який розпорошується в каналі. Температура охолоджуваного газоподібного азоту, що виходить із щільних сопел, -120...-130°C.

Рідкий азот із бака (місткістю 15 м³), розташованого поза апаратом, через дросельний пристрій подається в колектори з форсунками, що мають спеціальні гвинти для регулювання подачі й розпилення рідкого азоту.

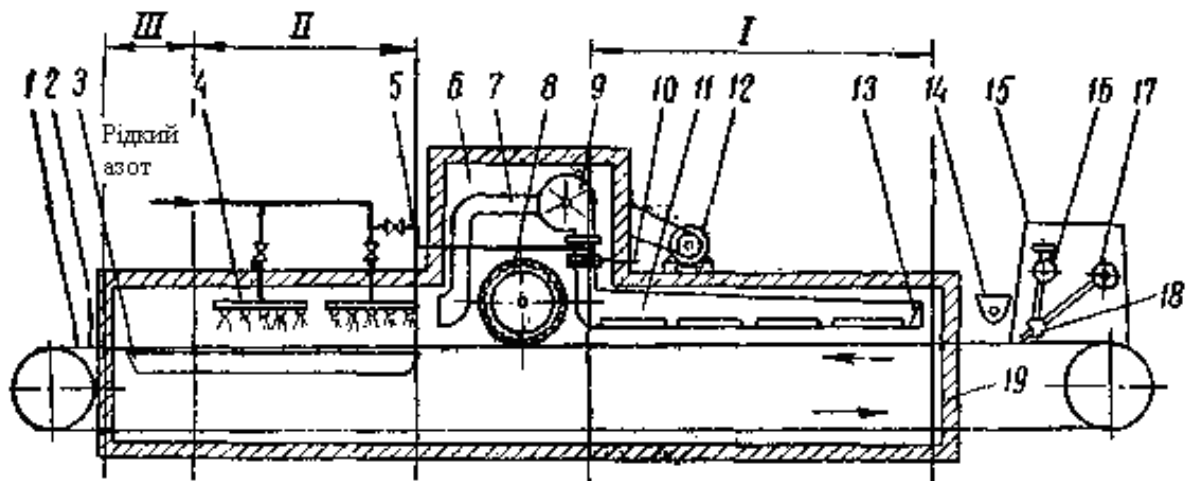


Рисунок 9.58 – Кріогенний апарат для заморожування пельменів: 1 – стрічка вантажного конвеєра; 2 – шторка; 3 – піддон; 4 – колектор із форсунками для розпилення рідкого азоту; 5 – трубопровід для подачі рідкого азоту в нагнітальний канал із щілинними соплами; 6 – надбудова над вантажним відсіком; 7 – всмоктувальний канал; 8 – штампувальний барабан; 9 – циркуляційний вентилятор; 10 – шибер; 11 – нагнітальний канал із щілинними соплами; 12 – електродвигун; 13 – поворотна заслінка; 14 – пристрій для посипання мукою тістової трубки; 15 – корпус пельменного апарата; 16 – тістовий колектор; 17 – фаршевий колектор; 18 – філь’єра для отримання тістової трубки з фаршевою начинкою; 19 – ізолюваний контур; I – зона попереднього охолодження; II – зона зрошення; III – зона вирівнювання температур

Для збору надлишкового рідкого азоту встановлений піддон, з якого рідкий азот перекачується насосом у колектори з форсунками для повторного використання.

Виходячи з пельменного автомата, тістові трубки, начинені фаршем, лягають на сталеву стрічку вантажного конвеєра. Спочатку вони охолоджуються газоподібним азотом, а потім направляються до штампувального барабана, що формує пельмені, які направляються в зону зрошення рідким азотом. Заморожені пельмені проходять зону вирівнювання температури й видаляються з апарата для розфасування та упакування.

Переваги: апарат дозволяє організувати безупинне потокове виробництво заморожених пельменів.

Недоліки: висока вартість заморожування пельменів, можливість заморожування продукту тільки одного виду.

У кріогенному апараті II-подібної форми з горизонтальним розташуванням конвеєра, призначеному для заморожування упакованих і неупакованих продуктів, транспортер завантаження використовується для попереднього охолодження продукту, а транспортер розвантаження – для вирівнювання температури замороженого продукту (рис. 9.59).

До складу апарата входять транспортери завантаження й розвантаження, вантажний і проміжний конвеєри, колектор із форсунками, витяжний

вентилятор, система нагнітальних каналів подачі газоподібного азоту, шибер, ізольований контур, вакуум-насос і електродвигуни.

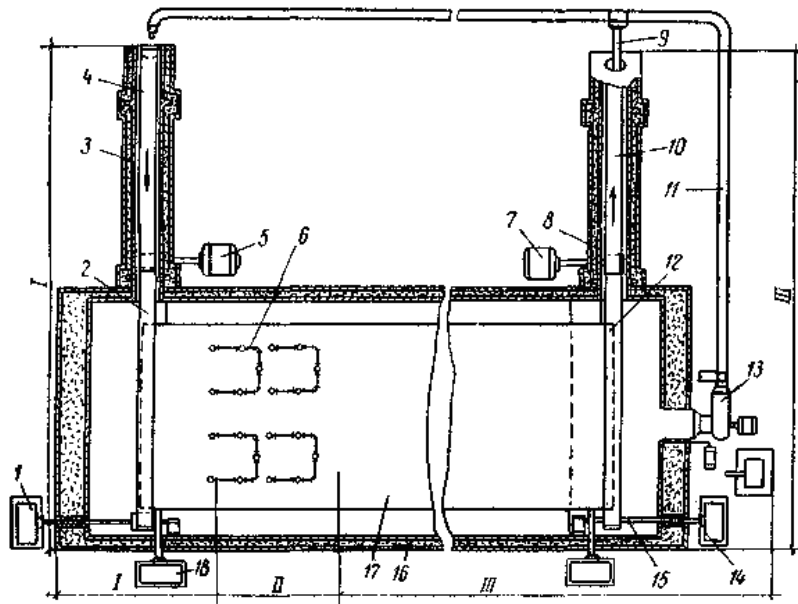


Рисунок 9.59 – Кріогенний апарат для заморожування продуктів:
1, 14 – електродвигуни приводу проміжного конвеєра; 2, 12 – проміжні конвеєри;
3 – завантажувальний конвеєр; 4 – транспортер завантаження;
5 – електродвигун транспортера завантаження; 6 – колектор з форсунками;
7 – електродвигун транспортера розвантаження; 8 – розвантажувальний тунель;
9 – нагнітальний канал подачі газоподібного азоту; 10 – транспортер розвантаження;
11 – нагнітальний канал подачі газоподібного азоту;
13 – витяжний вентилятор; 15 – вантажний відсік; 16 – ізольований контур;
17 – вантажний конвеєр; 18 – електродвигун приводу вантажного конвеєра;
I – зона попереднього охолодження; II – зона зрошення; III – зона вирівнювання температур

Апарат має П-подібну форму. До однієї з бічних сторін вантажного відсіку апарата примикають тунелі, у яких знаходяться завантажувальний і розвантажувальний транспортери. Поперечний переріз тунелів має прямокутну форму з мінімальними розмірами вікон для зменшення теплоприпливу в апарат. Ізоляція тунелів виконана з багатошарового поліуретану.

Ізольований контур вантажного відсіку апарата в поперечному перерізі має форму тора. Простір між зовнішньою та внутрішньою обичайками відвакумовано і він є тепловою ізоляцією вантажного відсіку. Зовнішня обичайка виконана зі звичайної конструкційної сталі, а внутрішня – з нержавіючої.

У завантажувальний і розвантажувальний тунелі витяжним вентилятором, що у цьому апараті є циркуляційним, нагнітальними каналами подачі газоподібного азоту направляється холодний газ. Температура газу в тунелях $-20\dots-30^{\circ}\text{C}$. У вантажному відсіку апарата знаходиться вантажний конвеєр, на якому проводиться зрошення продукту рідким азотом. У вантажний відсік апарата рідкий азот подається з бака трубопроводом. Тиск рідкого азоту в трубопроводі й колекторі з форсунками, що розпоршують азот, 103 кПа.

Верхня й нижня перегородки вантажного відсіку, різко зменшуючи поперечний живий перетин, дозволяють (за порівняно невеликої кількості циркулюючого газоподібного азоту) створити високу швидкість руху газу без застосування циркуляційних вентиляторів.

Із вантажного відсіку газ направляється до відсмоктувального вентилятора. Газовий потік, що виходить із вентилятора, частково направляється в завантажувальний і розвантажувальний тунелі, а частково витяжним трубопроводом виходить у атмосферу.

Кількість циркулюючого газоподібного азоту регулюється шибером, установленим біля відсмоктувального вентилятора.

Продукт, що підлягає заморожуванню, транспортером завантаження направляється у відповідний тунель, де він, обдуваючись азотом, охолоджується. Охолоджений продукт передається на перший проміжний конвеєр, яким він направляється у вантажний відсік апарата. Потрапляючи на вантажний конвеєр, продукт надходить у зону зрошення, а потім направляється в ту частину апарата, де з великою швидкістю рухається холодний газ. У цих зонах продукт заморожується. У той час, коли продукт рухається проміжним конвеєром і транспортером розвантаження, відбувається вирівнювання температури в його обсязі. Якщо продукт не розфасований і не упакований, то він направляється до відповідного автомата.

Переваги: компактність, відсутність циркуляційних вентиляторів, знижені витрати електроенергії на створення руху газоподібного азоту в циркуляційному кільці.

Недоліки: складність транспортної системи, призначеної для переміщення продукту під час його заморожування.

У криогенних апаратах, у яких продукт, що заморожується, безпосередньо зрошується азотом, важко заморожувати продукти, що мають підвищені габаритні розміри (готові блюда, великокускове м'ясо та ін.). Такі продукти розтріскуються й деформуються за швидкого заморожування рідким азотом, незважаючи на наявність у апаратах зони попереднього охолодження. Збільшення часу перебування великокускових продуктів у зоні попереднього охолодження приводить до зростання довжини вантажного відсіку, чи (за зменшення швидкості руху вантажного конвеєра) до різкого зниження продуктивності апарата.

Тому великокускові продукти доцільно заморожувати в газоподібному азоті за його багаторазової циркуляції. У таких апаратах рідкий азот за атмосферного тиску подається в потік газоподібного холодильного агента, у якому рідина, випаровуючись, знижує температуру газу.

Кріогенний апарат для заморожування великокускових продуктів у середовищі газоподібного азоту складається з вантажного конвеєра, транспортерів завантаження й розвантаження, тунелів завантаження й розвантаження, охолоджувальних батарей, трубопроводу подачі рідкого азоту, циркуляційних вентиляторів, нагнітальних каналів із соплами, витяжних трубопроводів для відведення відпрацьованого газоподібного азоту, приводу

вантажного конвеєра та ізолюваного контуру.

Вантажний відсік морозильного апарата змонтований із чотирьох секцій. Дві секції утворюють зону попереднього охолодження продукту, третя секція є зоною заморожування, а четверта – зоною вирівнювання температури.

Ізолюваний контур апарата складається з листів армованого скловолокна (зовнішня обшивка), пінополіуретану (теплоізоляція) і листів нержавіючої сталі (внутрішня обшивка). Із торцевих сторін вантажного відсіку апарата знаходяться завантажувальний і розвантажувальний тунелі з відповідними транспортерами. У вантажному відсіку апарата встановлений вантажний конвеєр, сітчаста стрічка якого виконана з нержавіючої сталі. Швидкість руху вантажного конвеєра може регулюватися варіатором швидкостей у широких межах. На сітчастій стрічці вантажного конвеєра заморожуються великокускові продукти, що в зоні заморожування обдуваються холодним газоподібним азотом.

Охолоджувальна батарея виконана у вигляді змійовика з відкритим верхнім кінцем. В охолоджувальну батарею рідкий азот подається за допомогою соленоїдного вентиля, керованого датчиком температури.

Виходячи з верхнього відкритого кінця змійовика, рідкий азот випаровується, а газоподібний азот, що утворився, циркуляційним вентилятором направляє в нагнітальний канал із соплами. Газоподібний азот, швидкість руху якого 30...35 м/с, обдуває великокусковий продукт, переміщуваний сітчастою стрічкою вантажного конвеєра. Після цього газоподібний азот надходить у нижню частину вантажного відсіку і далі направляє до батареї для охолодження.

Рух газоподібного азоту в зонах попереднього охолодження й вирівнювання температури також здійснюється циркуляційними вентиляторами, нагнітальними каналами із соплами. У ці зони газоподібний азот перетікає із зони заморожування через спеціальні вікна, розташовані між секціями.

Для регулювання кількості азоту, що перетікає, вікна обладнані шиберами, керування якими дистанційне (вручну чи автоматично) залежно від температури газоподібного азоту в зонах. У першій секції температура газоподібного азоту $-17...-45^{\circ}\text{C}$, у другій $-45...-128^{\circ}\text{C}$, а в третій $-156...-184^{\circ}\text{C}$.

Із вантажного відсіку апарата відпрацьований газоподібний азот витяжним трубопроводом потрапляє в атмосферу.

В апараті відсутній витяжний вентилятор. Оскільки у вантажному відсіку підтримується надлишковий тиск газоподібного азоту, проникнення теплого зовнішнього повітря у нього виключено.

Переваги: апарат компактний, інтенсивний, у ньому можна заморожувати як дрібноштучні, так і великокускові продукти.

Недоліки: підвищена металоємність через необхідність установаження охолоджувальної батареї; збільшені енергетичні витрати на привід циркуляційних вентиляторів; збільшена порівняно з апаратами, у яких відбувається зрошення продуктів рідким азотом, усушка.

Технічна характеристика кріогенних апаратів із горизонтальним розташуванням вантажного конвеєра приведена в табл. 9.20.

Таблиця 9.20 – Технічна характеристика кріогенних апаратів

Показники	Кріогенні апарати з горизонтальним розташуванням вантажного конвеєра					
	для заморожування неупакованих дрібноштучних продуктів	пересувний із інтенсивним рухом газоподібного азоту	для заморожування пельменів та фрикадельок	п-подібної форми для заморожування упакованих та неупакованих продуктів	для заморожування великокускових продуктів	
Продуктивність, кг/год	450...1820	130...1300	200...300	100	600	
Ємність, кг	100...400	40...450	20...30	10...15	40...60	
Температура, °С середовища, яке відводить тепло замороженого продукту	-196	-196	-196	-196	-196	
	-20	-20	-20	-20	-20	
Тривалість заморожування, хвилин	3...15	5...20	4...6	2...6	6...15	
Габаритні розміри, мм	довжина	7850...16000	12400	4800	12000	
	ширина	1450...2130	1120...1660	1200	1850	4200
	висота	1780...4540	1560...1630	1450	2300	2400
Маса, кг	1360...4540	1800...3400	1200	1670	1850	

Кріогенний апарат із похилим розташуванням конвеєра для заморожування неупакованих продуктів (рис. 9.60), складається з похилого вантажного конвеєра, збірної ізольованої контури, колектора з форсунками, циркуляційних і витяжних вентиляторів, електродвигуна привода вантажного конвеєра, газозбирача.

Ізольований контур апарата монтується зі збірних секцій. Залежно від виду замороженого продукту і продуктивності можна змінити кількість збірних секцій, що входять до складу апарата. Кожна секція в перетині П-подібної форми, причому її верхня частина знімна, що дозволяє обслуговувати й ремонтувати будь-який вузол вантажного конвеєра. Зазори між секціями ущільнюються прокладками з ніфлону з внутрішньої сторони вантажного відсіку і прокладками з вінілу з зовнішньої сторони.

У вантажному відсіку знаходиться похилий вантажний конвеєр, що приводиться до руху електродвигуном через варіатор швидкостей, що дозволяє змінювати швидкість руху стрічки вантажного конвеєра від 2 до 6 м/хв.

Завантаження вантажного конвеєра продуктом відбувається в нижній частині вантажного відсіку, а вивантаження – у верхній.

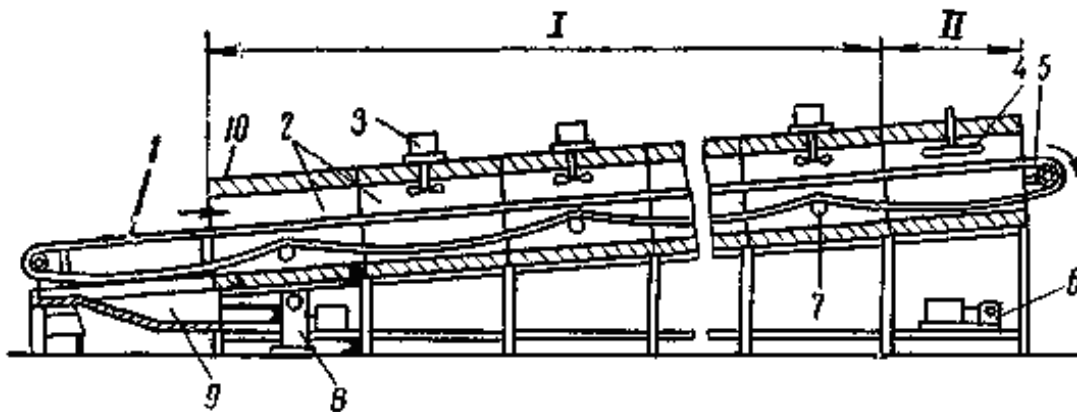


Рисунок 9.60 – Кріогенний апарат із похилим розташуванням вантажного конвеєра, призначений для заморожування неупакованих продуктів: 1 – вантажний конвеєр; 2 – збірні секції; 3 – циркуляційний вентилятор; 4 – колектор із форсунками; 5 – ведучий барабан; 6 – електродвигун приводу вантажного конвеєра; 7 – несучі ролики; 8 – витяжний вентилятор; 9 – газозбирач; 10 – ізолюваний контур; I – зона попереднього охолодження; II – зона зрошення

У вантажному відсіку знаходиться похилий вантажний конвеєр, що приводиться в рух електродвигуном через варіатор швидкостей, що дозволяє змінювати швидкість руху стрічки вантажного конвеєра від 2 до 6 м/хв. Завантаження вантажного конвеєра продуктом виробляється в нижній частині вантажного відсіку, а вивантаження – у верхній.

У зоні зрошення знаходиться колектор із форсунками, призначеними для розпилення рідкого азоту, що подається трубопроводом із бака.

Кількість рідкого азоту регулюється так, що б він цілком випарувався, зрошуючи продукт, який заморожується. Газоподібний азот утворюється при випарі рідини.

Рух газу проводиться індивідуальними циркуляційними вентилятором, що знаходяться в кожній збірній секції. Рух газоподібного азоту зі швидкістю 25...30 м/с відбувається тільки у верхній зоні вантажного відсіку, розділеного перегородками збірних II-подібних секцій на дві частини.

Газоподібний азот, опускаючись похилим вантажним відсіком, збирається в газозбирачі, потім відпрацьований азот видаляється витяжним вентилятором, що створює газову завісу біля завантажувального вікна. Газова завіса запобігає попаданню теплового повітря у вантажний відсік апарата, а також охолоджує продукт, що надходить на заморожування.

Вантажний конвеєр спочатку направляє продукт у зону попереднього охолодження. У цій зоні продукт, що обдувається холодним газоподібним азотом, охолоджується й підморожується. Надходячи у верхню частину вантажного відсіку, продукт швидко заморожується й виводиться з апарата для упакування.

Переваги: раціональна схема збору й видалення відпрацьованого газоподібного азоту, простота монтажу, ремонту й обслуговування, можливість заморожування різноманітного асортименту продуктів.

Недоліки: відсутність зони вирівнювання температури.

Кріогенний апарат із похилим розташуванням конвеєра та перфорованим лотком призначений для заморожування різноманітних дрібноштучних продуктів. Особливістю конструкції є спеціальний перфорований лоток, довжина якого дорівнює довжині вантажного конвеєра, а також застосування спеціального бака для зрошення продукту рідким азотом (рис. 9.61).

Апарат складається з ізольованого контуру, циркуляційних вентиляторів, похилого вантажного конвеєра, перфорованого лотка, верхнього й нижнього баків із рідким азотом, насоса для перекачування азоту, електродвигуна й варіатора швидкостей для привода, вантажного конвеєра.

Ізольований контур апарата збирається з панелей. У вантажному відсіку є зони попереднього охолодження, зрошення й вирівнювання температури.

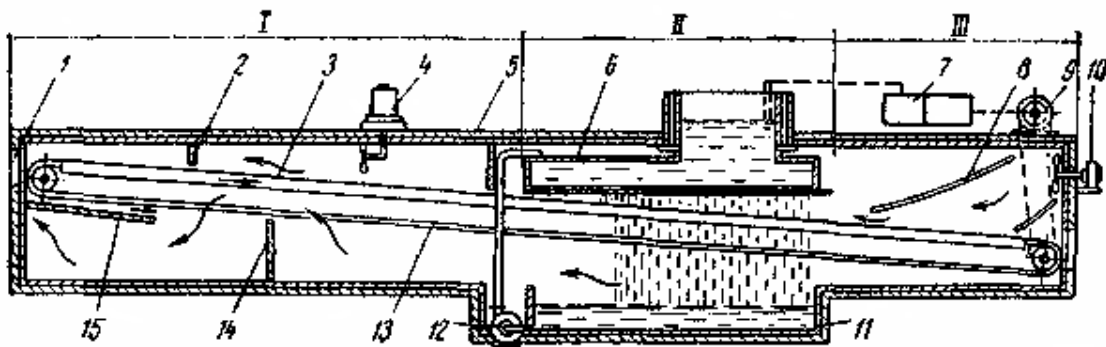


Рисунок 9.61 – Кріогенний апарат із похилим розташуванням вантажного конвеєра та перфорованим лотком: 1 – вікно завантаження; 2 – перегородка для зміни напрямку потоку газоподібного азоту; 3 – перфорований лоток; 4 – циркуляційний вентилятор; 5 – ізольований контур; 6 – верхній бак із рідким азотом; 7 – пульт управління; 8 – відбивачі; 9 – електродвигун і варіатор швидкостей для привода вантажного конвеєра; 10 – циркуляційний вентилятор; 11 – нижній бак із рідким азотом; 12 – насос для перекачування азоту; 13 – вантажний конвеєр; 14, 15 – перегородки; I – зона попереднього охолодження; II – зона зрошення; III – зона вирівнювання температур. Стрілки показують напрямок руху газового потоку у вантажному відсіку

У зонах попереднього охолодження й вирівнювання температури для створення руху газоподібного азоту встановлені циркуляційні вентилятори, що разом із відбивачами й перегородками забезпечують інтенсивне й рівномірне обдування сітчастої стрічки похилого вантажного конвеєра. Сітчаста стрічка вантажного конвеєра виготовлена з нержавіючої сталі. Навантажена продуктом стрічка вантажного конвеєра спирається на перфорований лоток і ковзає по ньому. Перфорований лоток поділяє вантажний відсік апарату на верхню та нижню частини. Він виготовлений із листової сталі з великою кількістю отворів, через які

може проходити як рідкий азот, так і потік холодного газу, що рухається.

У зоні зрошення встановлений бак, у який подається рідкий азот. Бак служить для безупинного зрошення продукту, що транспортується вантажним конвеєром через цю зону апарата. Дно бака складається з двох металевих листів, нерухомого та рухливого. На цих листах є багато співвісних отворів. Під час зсуву листів змінюється живий перетин отворів, а отже, і щільність зрошення продукту рідким азотом, яка обрана так, що частина рідини, що зрошує продукт, не випаровується. Ця рідина стікає в нижній бак, що є піддоном. Із нижнього бака рідина насосом перекачується у верхній.

Змінюючи щільність зрошення продукту рідким азотом і швидкість руху вантажного конвеєра, можна регулювати продуктивність апарата і режим холодильної обробки дрібноштучних продуктів. В апараті створюється надлишковий тиск газоподібного азоту. Відпрацьований газоподібний азот видаляється з вантажного відсіку через вікна завантаження й вивантаження, створюючи газову завісу.

Продукт охолоджується й підморожується в зоні попереднього охолодження. Рясно змочуючись рідким азотом, він швидко заморожується в зоні зрошення. У зоні вирівнювання температури з поверхні замороженого продукту випаровується надлишкова рідина, а потім відбувається вирівнювання температури в його обсязі. Заморожений продукт направляється на розфасування й упакування.

Переваги: надійна робота вантажного конвеєра, рівномірне зрошення рідким азотом продукту, що заморожується, раціональна організація руху азоту в газовій частині апарата, простота конструкції.

Недоліки: збільшена витрата рідкого азоту.

Технічна характеристика кріогенних апаратів із похилим розташуванням вантажного конвеєра приведена в табл. 9.21.

Таблиця 9.21 – Технічна характеристика кріогенних апаратів із похилим розташуванням вантажного конвеєра

Показники	Кріогенні апарати з похилим розташуванням вантажного конвеєра	
	для заморожування неупакованих продуктів	для заморожування дрібноштучних продуктів
1	2	3
Продуктивність, кг/год	400...800	800
Ємність, кг	40...80	40...50
Температура, °С		
середовища, яке відводить тепло	-196	-196
замороженого продукту	-20	-20
Тривалість заморожування, хв.	6...10	3...5

1	2	3
Габаритні розміри, мм		
довжина	1200	13200
ширина	1400	1650
висота	1800	3200
Маса, кг	1700	2100

Як транспортний засіб у криогенних морозильних апаратах можна використовувати гвинтові конвеєри. У таких апаратах відсутні циркуляційні вентилятори, своєрідно вирішується завдання подачі криогенної рідини у вантажний відсік. Застосування гвинтового конвеєра спрощує транспортну систему апарата, дозволяє легко вирішити питання завантаження й розвантаження. В апаратах немає пристроїв, призначених для натягу стрічки конвеєра, а відсутність його зворотної гілки та привідних барабанів дозволяє виконати вантажний відсік апарата дуже компактним.

Криогенні апарати з гвинтовим конвеєром дозволяють заморожувати продукти, що подаються навалом. Під час заморожування такі продукти не мнуться, а злиплі шматки в процесі транспортування відокремлюються.

У вантажному відсіку апарата гвинтовий конвеєр може розташовуватися не тільки похило, але й вертикально.

Криогенний апарат із похилим гвинтовим конвеєром (рис. 9.62) складається з ізольованого контуру, підставок, похилого гвинтового конвеєра, електродвигуна з приводом, завантажувального й розвантажувального вікон, форсунок, бака з рідким азотом і розширювальними камерами.

Між внутрішньою та зовнішньою обшивками ізольованого контуру покладена теплоізоляція. Внутрішня обшивка виготовлена з листової нержавіючої сталі, а зовнішня – з листового алюмінію чи нержавіючої сталі. У верхній частині ізольованого контуру є кришка, що забезпечує доступ до внутрішніх вузлів апарата. В ізольованому контурі знаходиться похилий гвинтовий конвеєр. Щоб частинки продукту, що заморожується, не прилипали до конвеєра та внутрішньої обшивки, їхні поверхні покриті шаром ніфлону. Варіатор швидкостей дозволяє змінювати частоту обертання гвинта конвеєра.

Завантажувальне вікно призначене для надходження продукту в апарат. Із нього заморожений продукт видаляється через розвантажувальне вікно, яке знаходиться на верхньому кінці ізольованого контуру.

По всій довжині ізольованого контуру в безпосередній близькості від гвинтового похилого конвеєра розташовані форсунки. Рідкий азот у них подається трубопроводами з бака. Між форсунками, а також по всій довжині ізольованого контуру установлені розширювальні камери зі своїми форсунками, змонтованими на деякій відстані від похилого гвинтового конвеєра. Розпилений у розширювальній камері рідкий азот перетворюється на газ. У результаті комбінованої подачі азоту у вантажний відсік продукт спочатку зрошується рідким азотом, а потім обдувається газоподібним. Подача

рідкого азоту до форсунок проводиться за допомогою соленоїдних вентилів. Газоподібний азот можна використовувати для попереднього охолодження й вирівнювання температури продукту, коли він знаходиться на транспортерах завантаження та розвантаження.

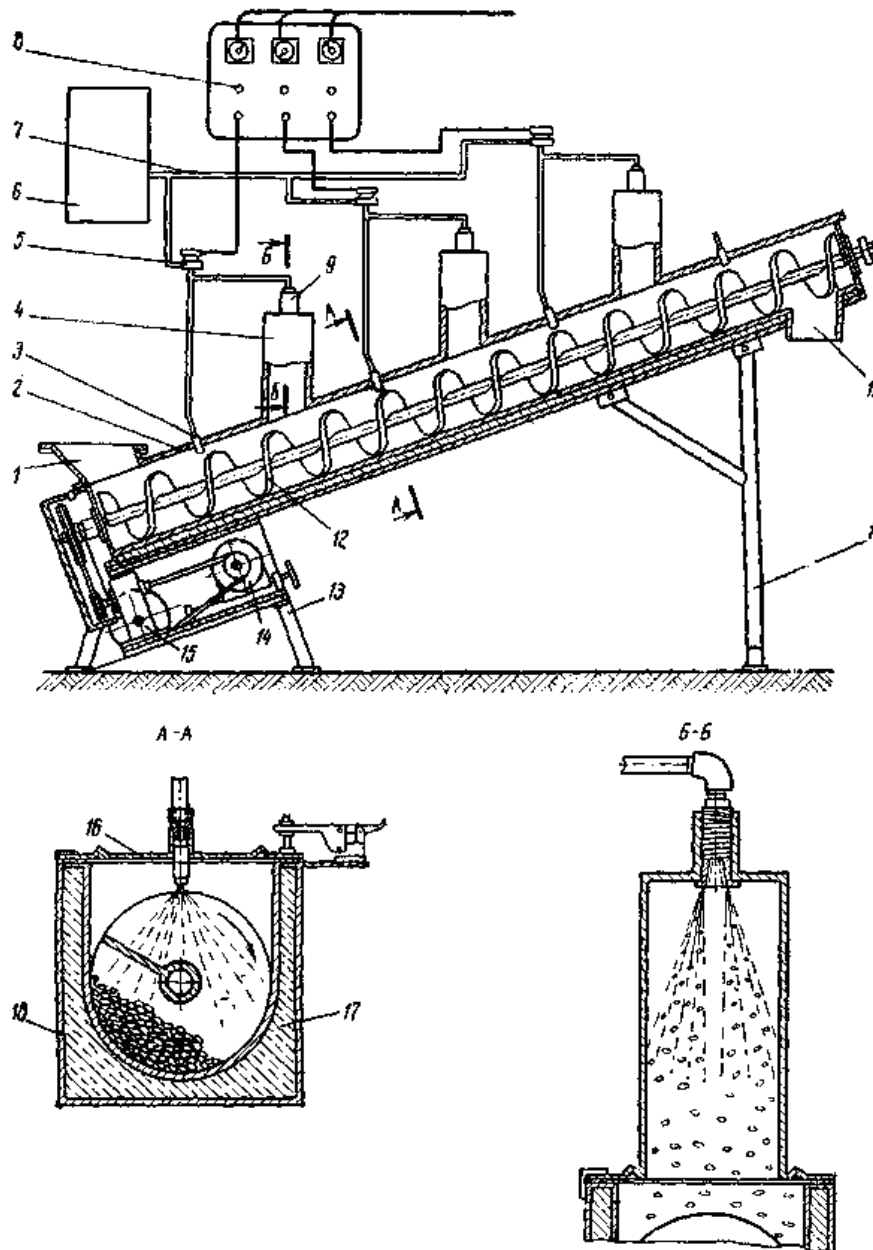


Рисунок 9.62 – Кріогенний апарат із похилим гвинтовим конвеєром:
 1 – завантажувальне вікно; 2 – ізолюваний контур; 3 – форсунки; 4 – розширювальна камера; 5 – соленоїдний вентиль; 6 – бак з рідким азотом; 7 – трубопровід; 8 – пульт управління; 9 – форсунка; 10 – розвантажувальне вікно; 11, 13 – підставки; 12 – похилий гвинтовий конвеєр; 14 – електродвигун; 15 – варіатор швидкостей; 16 – кришка; 17 – теплоізоляція; 18 – зовнішня обшивка ізолюваного контуру

Продукт, попередньо охолоджений на транспортері завантаження, через вікно попадає у вантажний відсік апарата. Переміщуючись похилим гвинтовим конвеєром, він поперемінно або зрошується рідким азотом, або обдувається

газом, що забезпечує його швидке заморожування. Заморожений продукт через вікно зсипається на транспортер розвантаження, на якому відбувається вирівнювання його температури.

Переваги: апарат компактний, конструкція його проста, можна заморожувати продукти навалом. Унаслідок відсутності в апараті циркуляційних вентиляторів значно скорочується витрата електроенергії.

Недоліки: підвищена витрата рідкого азоту, що пояснюється нерациональним використанням газоподібного азоту порівняно з апаратом із інтенсивним рухом газу.

У кріогенних апаратах із вертикальним гвинтовим конвеєром (рис. 9.63) рух газоподібного азоту здійснюється за допомогою каналів і автоматичних заслінок. Апарат складається з циліндричного ізольованого контуру, вертикального гвинтового конвеєра, електродвигуна приводу вертикального гвинтового конвеєра, завантажувального й розвантажувального тунелів, каналів для циркуляції та відведення газоподібного азоту, обладнаних автоматичними заслінками, бака з рідким азотом.

Ізольований контур морозильного апарата має циліндричну форму. У простір між внутрішньою та зовнішньою металевими обичайками покладена теплоізоляція. У вантажному відсіку розташований вертикальний гвинтовий конвеєр. Пустотілий гвинт цього конвеєра приводиться в рух електродвигуном через конічну зубчасту передачу. У вантажний відсік апарата продукт попадає через завантажувальний тунель, а видаляється з нього через розвантажувальний. У тунелях установлені перегородки, що перешкоджають проникненню теплого повітря у вантажний відсік, а також виходу газоподібного азоту назовні. Під час проходження замороженого продукту тунелями перегородки піднімаються, пропускаючи його, а потім знову опускаються. Продукт зрошується рідким азотом, що впорскується через пустотілий гвинт із отворами. У цей гвинт рідкий азот надходить із бака трубопроводом, на якому розташований регулювальний вентиль.

Зрошення продукту рідким азотом проводиться через отвір, що знаходиться на нижній спіральній площині гвинта. Залежно від кількості подаваного азоту температуру регулюють датчиком, що знаходиться в каналі для циркуляції газоподібного азоту.

Напрямок руху газоподібного азоту в апараті змінюється автоматичними засувками, установленими на каналах для циркуляції й відведення газоподібного азоту.

Транспортером завантаження продукт направляється до відповідного тунелю. Скочуючись у вантажний відсік апарата, продукт попередньо охолоджується газоподібним азотом і попадає на вертикальний гвинтовий конвеєр. Знаходячись на ньому, продукт безупинно зрошується рідким азотом, заморожується й направляється в розвантажувальний тунель, де відбувається вирівнювання температури замороженого продукту. Транспортером розвантаження продукт переміщається для упакування й укладання в тару.

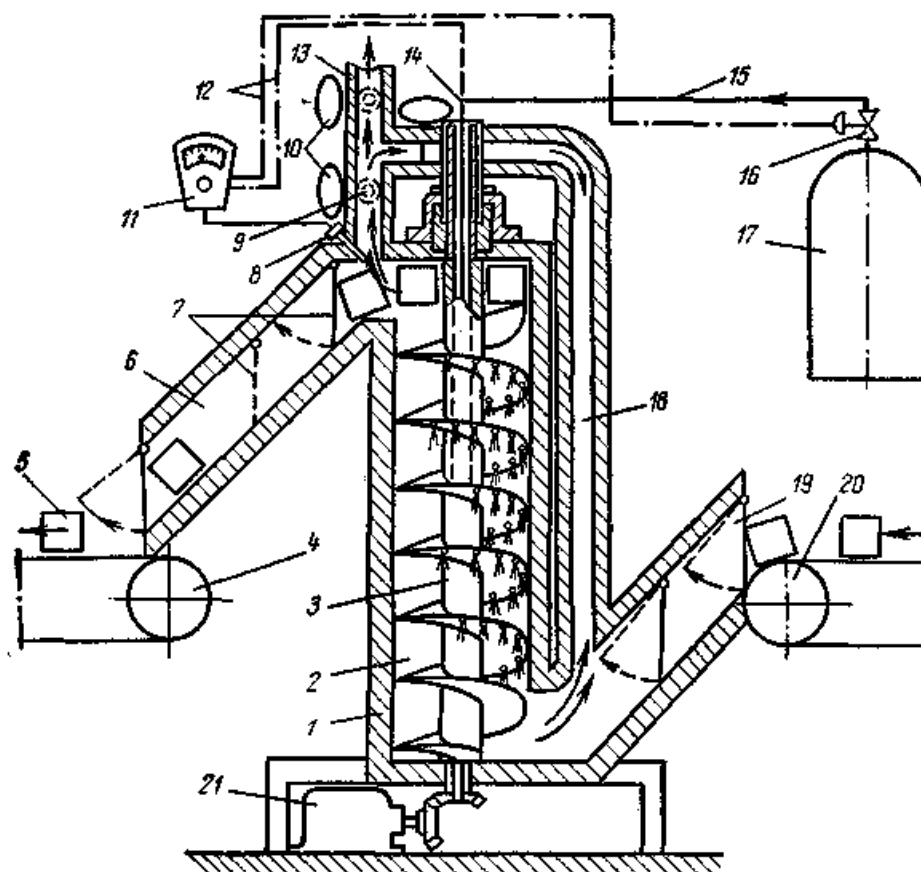


Рисунок 9.63 – Кріогенний апарат із вертикальним гвинтовим конвеєром: 1 – циліндричний ізольований контур; 2 – вантажний відсік; 3 – вертикальний гвинтовий конвеєр; 4 – транспортер розвантажування; 5 – заморожений продукт; 6 – розвантажувальний тунель; 7 – перегородки, які піднімаються; 8 – датчик температури; 9, 18 – канал для циркуляції газоподібного азоту; 10 – автоматична заслінка; 11 – регулятор температури; 12 – лінія зв'язку; 13 – канал відведення газоподібного азоту; 14 – патрубок подачі рідкого азоту в пустотілий гвинт; 15 – трубопровід подачі рідкого азоту до пустотілого гвинта; 16 – регулювальний вентиль; 17 – бак із рідким азотом; 19 – завантажувальний тунель; 20 – транспортер завантаження; 21 – електродвигун приводу гвинтового конвеєра. Стрілки показують напрямок руху газового потоку

Переваги: апарат компактний, малоенергоємний, конструкція його проста.

Недоліки: підвищені витрати рідкого азоту.

Такі апарати використовують для швидкого заморожування м'ясних продуктів, готових блюд, а також для загартовування морозива.

Технічна характеристика кріогенних апаратів із гвинтовим конвеєром приведена в табл. 9.22.

Таблиця 9.22 – Технічна характеристика криогенних апаратів із гвинтовим конвеєром

Показники	Значення	
	Криогенні апарати з гвинтовим конвеєром	
	похилим	вертикальним
Продуктивність, кг/год	300	250
Ємність, кг	50...100	30
Температура, °С		
середовища, яке відводить тепло	-196	-196
замороженого продукту	-20	-20
Тривалість заморожування, хв.	10...20	10...20
Габаритні розміри, мм		
довжина	6000	3200
ширина	1100	1350
висота	3600	3500
Маса, кг	1280	1200

9.5.2. Основи розрахунку апарата з розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку

Під час розрахунку криогенного апарата з розпиленням рідкого азоту у вантажному відсіку, якщо задані продуктивність апарата, вид і розміри продукту, що заморожується, початкова й кінцева температури продукту, необхідно визначити тривалість перебування продукту у вантажному відсіку; ємність апарата; площу поверхні стрічки вантажного конвеєра; довжину вантажного конвеєра; габаритні розміри ізолюваного контуру; теплове навантаження; загальні витрати рідкого азоту й надлишкову кількість рідкого азоту, що зрошує продукт; кількість форсунок; питому витрату рідкого азоту; продуктивність вентилятора, що відсмоктує; кількість газоподібного азоту, що рухається в зоні попереднього охолодження; кількість газоподібного азоту, що рухається в зоні вирівнювання температур.

Тривалість перебування продукту у вантажному відсіку апарата знаходять із залежності

$$\tau_a = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (9.152)$$

де τ_3 – тривалість перебування продукту в зоні вирівнювання температури, с.

Тривалість заморожування продукту до криоскопічної температури в зоні попереднього охолодження можна визначити за формулою Планка (9.153)

$$\tau = \frac{q_3 \dot{V}}{t_{кр} - t_c} \left[R\ell/\lambda + P \left(\frac{1}{\dot{V}} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right] \times 10^3, \quad (9.153)$$

де ℓ – товщина продукту, м;

R, P – коефіцієнти, залежні від співвідношень шарів упаковки з товщиною δ_i ;

$\sum_I^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сума термічних опорів шарів упаковки з товщиною δ_i ;

λ_i – коефіцієнти теплопровідності шарів упаковки.

Величини коефіцієнтів R і P знаходять за довідковими даними залежно від відношення довжини і ширини одиничного продукту до його товщини.

Кількість тепла, що відводиться від продукту за його холодильної обробки в зоні попереднього охолодження q_{31} , залежить від його виду, а також від початкової та кріоскопічної температур.

Температуру середовища, яке відводить тепло (газоподібного азоту) у зоні попереднього охолодження, розраховують за рівнянням

$$t_{c1} = (t_2 - t_0)/2, \quad (9.154)$$

де t_2 – температура відпрацьованого газоподібного азоту, що видаляється із зони попереднього охолодження, величиною якої необхідно задаватися, °С (-20...-30°C).

Щоб визначити τ_1 , знаходять коефіцієнт тепловіддачі від продукту до газоподібного азоту.

Критерій Нуссельта для умов теплообміну продукту й газоподібного азоту в зоні попереднього охолодження розраховують за формулою

$$Nu = 0,0296 Re^{0,8} Pr^{0,43}. \quad (9.155)$$

Під час визначення значення критерію Рейнольдса, що входить у рівняння (9.155), швидкість руху газоподібного азоту в зоні попереднього охолодження варто задати ($w' = 20...35$ м/с), а за визначальний розмір прийняти еквівалентний діаметр одиничного продукту, що заморожується в кріогенному апараті.

Тривалість доморожування продукту в зоні зрошення τ_2 також знаходиться за формулою Планка. Кількість тепла, що відводиться від продукту за його доморожування в зоні зрошення q_{32} , залежить від кінцевої температури замороженого продукту. Температура середовища, яке відводить тепло середовища в зоні зрошення, дорівнює температурі кипіння рідкого азоту в зоні зрошення t_0 . Коефіцієнт тепловіддачі від продукту до рідкого азоту, що зрошує продукт, знаходиться за формулою

$$\alpha_2 = 25,06 \lambda'' \left(\frac{c'' \Delta t_a}{r} \right)^{-0,6} \left(\frac{\rho' - \rho''}{\sigma'} \right)^{0,5}, \quad (9.156)$$

де λ'' – теплопровідність газоподібного азоту, Вт/(м·К);

c'' – питома теплоємність газоподібного азоту, Дж/(кг·К);

Δt_a – різниця температур між продуктом, що поступає в зону зрошення, і киплячим азотом °С;

ρ' – густина рідкого азоту, кг/м³;

ρ'' – густина насиченої пари азоту за температури кипіння, кг/м³;

σ' – поверхневий натяг рідкого азоту, Н/м.

Формула (9.156) справедлива для умов

$$0,2 < \frac{c'' \dot{G} \ddot{t}_a}{r} < 2,4 .$$

Тривалість перебування продукту в зоні вирівнювання температур τ_3 рівна тривалості заморожування продукту до криоскопічної температури в зоні попереднього охолодження, тобто $\tau_3 = \tau_1$. Якщо за умовами проектування необхідно зменшити довжину апарата, то приймають $\tau_3 = (0,5 \dots 0,75) \tau_1$ або взагалі відмовляються від зони вирівнювання температур у апараті, вважаючи $\tau_3 = 0$.

Місткість апарата або масу продукту, що знаходиться на стрічці вантажного конвеєра, визначають за формулою (9.157)

$$G = G' \cdot \tau . \quad (9.157)$$

Площу поверхні стрічки вантажного конвеєра розраховують за рівнянням

$$F_{кн} = G/g , \quad (9.158)$$

де $F_{кн}$ – площа стрічки вантажного конвеєра, м²;

g_f – маса продукту, що розміщується на 1 м² поверхні стрічки вантажного конвеєра, кг/м².

Довжину вантажного конвеєра знаходять за формулою

$$L_{кн} = F_{кн} / B_{кн} , \quad (9.159)$$

де $B_{кн}$ – ширина вантажного конвеєра, м.

За габаритними розмірами знаходять зовнішню теплопередавальну поверхню ізолюваного контуру. Залежно від її величини знаходиться теплоприплив Q_I .

Довжину ізолюваного контуру розраховують за рівнянням

$$L_a = L_{кн} + D_{\delta} + 2\delta_i + 2\delta_3 , \quad (9.160)$$

де L_a – довжина ізолюваного контуру апарата, м;

D_{δ} – діаметр барабана вантажного конвеєра, м;

δ_i – товщина шару ізоляційного матеріалу, м;

δ_3 – зазор між барабаном і торцевою стінкою ізолюваного контуру, м.

Ширину ізолюваного контуру визначають за формулою

$$B_a = B_{\kappa} + 2\delta_i + 2\delta'_3 , \quad (9.161)$$

де B_a – ширина ізолюваного контуру, м;

δ'_3 – зазор між вантажним конвеєром і бічною стінкою ізолюваного контуру, м.

Висоту ізолюваного контуру визначають за формулою

$$H_a = D_{\delta} + h_{\delta} + \delta_3'' + \delta_3''' + \delta_3'''' + 2\delta_i, \quad (9.162)$$

де H_a – висота ізолюваного контуру, м;

h_{δ} – розмір циркуляційного вентилятора по висоті ізолюваного контуру, м;

$\delta_3'' + \delta_3''' + \delta_3''''$ – зазори між циркуляційним вентилятором та стрічкою вантажного конвеєра, між циркуляційним вентилятором та верхньою кришкою ізолюваного контуру, між зворотною гілкою вантажного конвеєра та нижньою кришкою ізолюваного контуру, м.

Теплове навантаження знаходять за формулою

$$Q_o = a_{\delta.n} \cdot Q_1 + Q_2 + Q_4, \quad (9.163)$$

де $a_{\delta.n} = 1, 4 \dots 1, 5$.

Для кріогенних апаратів Q_4 орієнтовно приймають $(0, 1 \dots 0, 15) Q_2$.

Загальну витрату рідкого азоту знаходять за формулою

$$G_{az} = Q'_a / r, \quad (9.164)$$

де G_{az} – загальна витрата рідкого азоту, кг/с;

$Q'_a = G' \cdot q_{32}$ – теплове навантаження, що відводиться рідким азотом під час доморожування продукту в зоні зрошування, Вт;

q_{32} – кількість тепла, що відводиться від заморожуваного продукту в зоні зрошування, Дж/кг.

Теплове навантаження, яке можна відвести газоподібним азотом, визначають за рівнянням

$$Q''_a = Q_o - Q'_a, \quad (9.165)$$

де Q''_a – теплове навантаження, яке можна відвести газоподібним азотом, Вт.

Дійсне теплове навантаження, що відводиться газоподібним азотом, знаходять з виразу

$$Q''_{a.d.} = G_a \cdot c(t_2 - t_o), \quad (9.166)$$

де $Q''_{a.d.}$ – дійсне теплове навантаження, що відводиться газоподібним азотом, Вт;

t_2 – температура газоподібного азоту, що йде з вантажного відсіку апарату °С.

Якщо $Q''_{a.d.} = Q''_a$ (розходження не повинно перевищувати $\pm 10\%$), значить попередньо прийняті умови роботи кріогенного апарата (температура відпрацьованого газоподібного азоту, видаленого з апарата, а також можливість заморожування продукту в зоні попереднього охолодження до кріоскопічної температури) при знайденій за формулою (26) загальній витраті азоту G_{az} були вибрані правильно.

Якщо $Q_{a.d.}'' \neq Q_a''$, то, змінюючи загальну витрату азоту (методом послідовного наближення), добиваються рівності між $Q_{a.d.}''$ та Q_a'' за нового значення $G_{аз.д.}$ (дійсна витрата рідкого азоту в апараті, кг/с).

В апараті можна передбачити подачу на зрошення продукту надлишкової кількості рідкого азоту з наступною рециркуляцією рідини, яка не випарувалася з допомогою насоса. У цьому випадку надлишкова кількість рідкого азоту, який зрошує продукт (який подається до колектора з форсунками), складе

$$G_{аз.н} = G_{аз.д} \cdot n, \quad (9.167)$$

де $G_{аз.н}$ – надлишкова кількість рідкого азоту, який зрошує продукт, кг/с ($n=1,15\dots 1,2$).

Кількість форсунок для апарата з надлишковою кількістю рідкого азоту, що зрошує продукт, складе

$$n_{\phi} = \frac{G_{аз.н}}{g_{\phi}}, \quad (9.168)$$

де n_{ϕ} – кількість форсунок, шт.;

g_{ϕ} – продуктивність однієї форсунки, кг/с;

Кількість форсунок для апаратів без рециркуляції рідкого азоту складе

$$n_{\phi} = \frac{G_{аз.д}}{g_{\phi}}. \quad (9.169)$$

Питому витрату рідкого азоту визначають за формулою

$$g_a = \frac{G_{аз.д}}{G'}, \quad (9.170)$$

де g_a – питома витрата рідкого азоту, кг/кг.

Продуктивність відсмоктуючого вентилятора

$$V'_{о.в.} = G_{аз.д} \cdot v_z, \quad (9.171)$$

де $V'_{о.в.}$ – продуктивність відсмоктуючого вентилятора, м³/с;

v_z – питома об'єм газоподібного азоту, що видаляється відсмоктуючим вентилятором (знаходиться за температури t_o), м³/кг.

Кількість газоподібного азоту, який рухається в зоні попереднього охолодження, складе

$$V'_{а.н} = F_{з.н} \cdot w', \quad (9.172)$$

де $V'_{а.н}$ – кількість газоподібного азоту, який рухається в зоні попереднього охолодження, м³/с;

$F_{з.н}$ – живий перетин зони попереднього охолодження для проходу

газоподібного азоту, м²;

w' – швидкість руху газоподібного азоту в зоні попереднього охолодження, м/с.

Кількість газоподібного азоту, який рухається в зоні вирівнювання температури, визначають за формулою

$$V'_{a.g} = F_{z.g} \cdot w', \quad (9.173)$$

де $V'_{a.g}$ – кількість газоподібного азоту, який рухається в зоні вирівнювання температури, м³/с;

$F_{z.g}$ – живий перетин зони вирівнювання температури для проходу газоподібного азоту, м²;

w'' – швидкість руху газоподібного азоту в зоні вирівнювання температури, м/с.

Розрахувавши аеродинамічний опір у циркуляційному каналі зони попереднього охолодження та знаючи кількість рухомого газоподібного азоту $V'_{a.g}$, можна підібрати циркуляційні вентилятори, обслуговуючі цю зону.

Аналогічно підбирають циркуляційні вентилятори, обслуговуючі зону вирівнювання температури.

Для підбору вентилятора, що відсмоктує, необхідно розрахувати аеродинамічний опір системи відведення газоподібного азоту і продуктивність вентилятора, що відсмоктує.

За формулою (9.174) проводиться розрахунок потужності електродвигунів для усіх вентиляторів

$$Ne = \frac{V_e \Delta P}{\eta}, \quad (9.174)$$

де Ne – потужність електродвигунів, кВт;

ΔP – аеродинамічний опір під час руху повітря в циркуляційному кільці,

Па;

η – ККД вентилятора.

9.5.3. Вуглекислотні апарати

Дрібноштучні продукти можуть заморожуватися в середовищі, що відводить тепло, яке складається із суміші газоподібної та дрібнодисперсної твердої вуглекислоти (сухого льоду), що за атмосферного тиску, а саме такий тиск і має місце у вантажних відсіках вуглекислотних апаратів, може знаходитися в газоподібному чи в твердому стані. Суміш газоподібної та твердої вуглекислоти (тверда фаза нагадує звичайний сніг) отримується з рідкої вуглекислоти, що дроселюється у вантажний відсік апарата.

У вантажному відсіку така суміш за допомогою циркуляційних вентиляторів рухається з великою швидкістю (25...35 м/с), обдуваючи продукти, що заморожуються. Продукт, що знаходиться в потоці суміші, заморожується внаслідок конвективного й контактного теплообміну. У вантажному відсіку вуглекислотного апарата рухається суміш, що складається (за об'ємом) зі

сніжної маси (50%) і газоподібної вуглекислоти (50%). Таке співвідношення об'ємів виходить у випадку, якщо температура суміші у вантажному відсіку $-65...-73^{\circ}\text{C}$. За більш низької температури тверда вуглекислота не встигає сублімувати, і надлишки твердої фази, що утворюються, у вигляді щільної сніжної маси осідають на дно вантажного відсіку, утруднюючи роботу апарата. Робочий запас рідкої вуглекислоти знаходиться в баці (за температури -18°C та тиску 3000 кПа). У вантажний відсік рідина впорскується за допомогою форсунок спеціальної конструкції, розташованих на колекторах, що з'єднані з баком системою трубопроводів.

Під час роботи вуглекислотного апарата автоматично підтримують оптимальну температуру суміші у вантажному відсіку, щоб виключити засмічення форсунок.

Вуглекислотні апарати застосовують для заморожування дрібноштучних харчових продуктів (котлети, біфштекси, кускове м'ясо та ін.).

Вуглекислотний апарат для заморожування кулінарних виробів (рис. 9.64) складається з ізолюваного контуру, трьохсекційного вантажного конвеєра, електропривода з варіатором швидкостей, циркуляційних вентиляторів, колекторів із форсунками, бака з рідкою вуглекислотою.

У вантажний відсік апарата продукти надходять на завантажувальному конвеєрі, розташованому біля торцевої стіни ізолюваного 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 нержавіючої сталі й обдуваються сумішшю, що складається з газоподібної та твердої вуглекислоти.

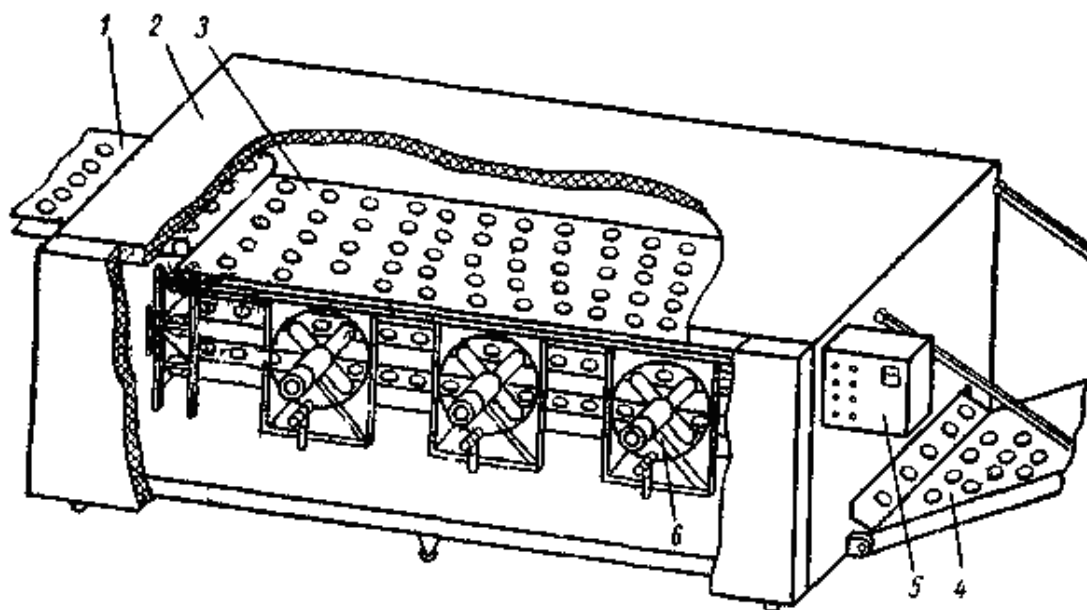


Рисунок 9.64 – Вуглекислотний апарат для заморожування кулінарних виробів: 1 – завантажувальний конвеєр; 2 – ізолюваний контур; 3 – верхня секція вантажного конвеєра; 4 – розвантажувальний конвеєр; 5 – пульт; 6 – циркуляційні вентилятори з колекторами

Рух суміші у вантажному відсіку апарата здійснюється трьома циркуляційними вентиляторами. Напрямок руху суміші – поперечний відносно трисекційного вантажного конвеєра. Швидкість руху суміші 30 м/с.

Суміш газоподібної та твердої вуглекислоти отримують з рідкої вуглекислоти, що знаходиться в баку. Рідка вуглекислота за допомогою колекторів і форсунок впорскується у вантажний відсік апарата. Температура суміші у вантажному відсіку апарата підтримується автоматично.

Схема автоматичного регулювання температури показана на рис. 9.65.

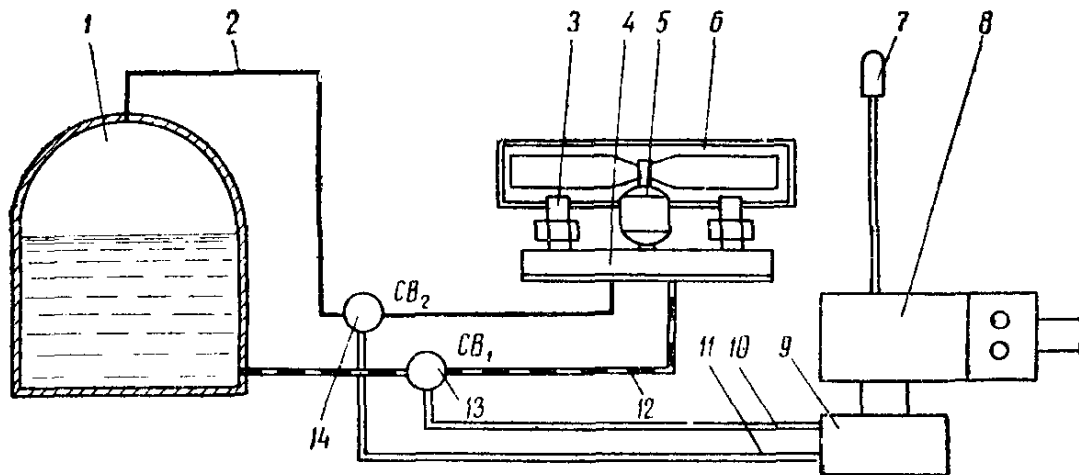


Рисунок 9.65 – Схема автоматичного регулювання температури суміші вуглекислотного апарата для заморожування кулінарних виробів: 1 – бак; 2 – газовий трубопровід; 3 – форсунка; 4 – колектор; 5 – циркуляційний вентилятор; 6 – камера циркуляційного вентилятора; 7 – датчик температури; 8 – регулятор температури; 9 – реле часу; 10, 11 – лінії зв’язку; 12 – рідинний трубопровід; 13, 14 – соленоїдні вентилялі

Автоматичне регулювання температури суміші проводиться за допомогою регулятора температури, реле часу, а також двох соленоїдних вентилів. Соленоїдний вентиль CB_1 установлений на рідинному трубопроводі, а CB_2 – на газовому трубопроводі.

Якщо у вантажному відсіку апарата температура суміші досягає своєї нижньої межі, тобто мінус 73°C , то регулятор температури впливає на соленоїдний вентиль CB_2 , і він відкривається. Одночасно з цим від імпульсу регулятора температури закривається соленоїдний вентиль CB_1 , припиняючи надходження рідкої вуглекислоти з бака. Протягом визначеного часу реле залишає соленоїдний вентиль CB_2 відкритим; у колекторах і форсунках підтримується високий тиск (3000 кПа), що гарантує також видалення рідкої вуглекислоти із системи у вантажний відсік і продувку форсунок газом.

Після закінчення установленого часу реле закриває і соленоїдний вентиль CB_2 . Коли температура суміші у вантажному відсіку зростає до мінус 65°C , регулятор температури відкриває соленоїдний вентиль CB_2 . Тиск у колекторах і форсунках зростає, і форсунки знову продуваються газом. Реле часу закриває соленоїдний вентиль CB_2 і відкриває соленоїдний вентиль CB_1 забезпечуючи подачу рідкої вуглекислоти до форсунок.

Із завантажувального транспортера продукт попадає на верхню секцію вантажного конвеєра. Із неї продукт, що заморожується, передається на середню за допомогою передавальної пластини. Аналогічно продукт переходить на нижню секцію вантажного конвеєра. Заморожений продукт передається на похилий розвантажувальний транспортер за допомогою якого, він направляється до транспортера пакувального автомата.

Переваги: апарат простий і надійний у роботі, має малу металоємність, швидко монтується й добре компанується до технологічних ліній із виробництва заморожених кулінарних виробів. Всі основні процеси автоматизовані й механізовані.

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

Технічна характеристика вуглекислотного апарата для заморожування кулінарних виробів приведена в табл. 9.23.

Таблиця 9.23 – Технічна характеристика вуглекислотного апарата

Показник	Значення
Продуктивність, кг/год	800
Ємність, кг	200
Температура, °С	
середовища, яке відводить тепло	-73
замороженого продукту	-20
Тривалість заморожування, хвилин	20...40
Габаритні розміри, мм	
довжина	12000
ширина	2400
висота	3000
Маса, кг	2800

9.5.4. Апарати для заморожування продуктів холодоносіями

Конструкція апаратів заморожування продуктів холодоносіями проста, вони інтенсивні й відрізняються малою метало- й енергоємністю. Оскільки в апараті немає летучого середовища, відсутня необхідність герметизації вантажного відсіку, що спрощує завантаження й розвантаження.

Апарати для заморожування продуктів холодоносіями застосовують для холодильної обробки риби, перцю, баклажанів, а також дрібноштучних продуктів.

Апарат для заморожування дрібноштучних продуктів (фрикадельки, пельмені) холодоносієм (рис. 9.66) складається з ізольованого контуру, ванни з холодоносієм, перфорованих лопастей, що обертаються, завантажувальної лійки, вібруючих сит, зрошувача, електроприводу.

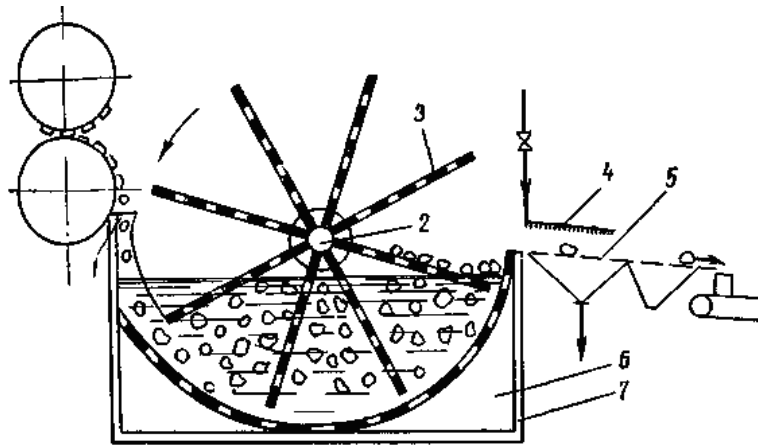


Рисунок 9.66 – Апарат для заморожування дрібноштучних продуктів холодоносієм: 1 – завантажувальна лійка; 2 – пустотілий вал; 3 – перфоровані лопаті; 4 – зрошувач; 5 – вібруюче сито; 6 – ванна з холодоносієм; 7 – ізолюваний контур

Кришка ізолюваного контуру виготовлена знімною для санітарної обробки вантажного відсіку апарата. У ньому знаходиться ванна з холодоносієм (розчин хлористого натрію), що подається у ванну через пустотілий вал із закріпленими обертовими перфорованими лопастями. Під час заморожування продукту він нагріває холодоносіє. Із ванни опланий холодоносіє видаляється через спеціальний зливальний патрубок. Рух холодоносія в апараті і трубопроводах, що з'єднують апарат із випарником, здійснюється насосом.

У вантажний відсік продукт попадає через завантажувальну лійку й видаляється обертовими перфорованими лопатями. Вібруюче сито і зрошувач, через який на продукт подається вода, призначені для видалення рідкого холодоносія із замороженого продукту. Час перебування продукту в апараті залежить від частоти обертання перфорованих лопатей, що за допомогою привода (звичайно варіатора швидкостей чи змінних шестерень) змінюється від $0,005$ до $0,05 \text{ с}^{-1}$.

Через завантажувальну лійку продукт, що заморожується, попадає у вантажний відсік апарата. Обертові перфоровані лопаті переміщують продукт у ванні з холодоносієм. Продукт, занурений у холодоносіє, заморожується і надходить на вібруюче сито. Для видалення плівки холодоносія поверхня продукту зрошується водою. Заморожений продукт направляється до транспортера розвантаження, потім на розфасування й подальше упакування.

Конструкція апарата проста й надійна в роботі. Застосування в якості холодоносія розчину хлористого натрію не дозволяє зменшити температуру середовища, яке відводить тепло, нижче -20°C , що збільшує тривалість заморожування дрібноштучних продуктів в апараті.

Своєрідно улаштований **барабанний апарат для заморожування дрібноштучних неупакованих продуктів**, що можуть надходити навалом (рис. 9.67). Апарат складається з ізолюваної ванни, трьох барабанів зі спіральними перфорованими напрямними, електродвигуна, варіатора швидкостей, завантажувальної лійки й розвантажувального транспортера.

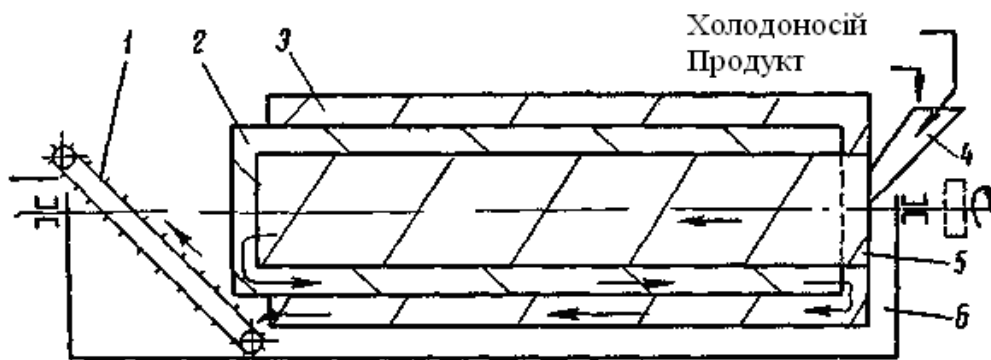


Рисунок 9.67 – Барабанный апарат для заморожування продуктів холодоносієм: 1 – розвантажувальний транспортер; 2 – середній барабан; 3 – зовнішній барабан; 4 – завантажувальна лійка; 5 – внутрішній барабан; 6 – ізольована ванна з холодоносієм. Стрілки показують напрямок руху дрібноштучних продуктів

Ванна апарата ізольована пінополіуретаном. У ній знаходяться три барабани, що повільно обертаються електродвигуном через варіатор швидкостей. На внутрішній поверхні барабанів є спіральні перфоровані напрямні, призначені для організації спрямованого руху дрібноштучних продуктів. Продукти разом із холодоносієм надходять у апарат через завантажувальну лійку. Отеплений холодоносій видаляється з ванни через патрубок. Холодоносій (хлористий натрій) охолоджується у випарнику холодильної установки. Рух холодоносія по циркуляційному колу «апарат – випарник – апарат» проводиться насосом. Перед надходженням у випарник холодоносій проходить через фільтр для очищення від забруднень, що попадають під час контакту з продуктом, який заморожується. З ізольованої ванни продукти, заморожені в апараті, видаляються розвантажувальним транспортером.

Продукт разом із охолодженим холодоносієм надходить у внутрішній барабан через завантажувальну лійку та рухається уздовж його осі в бік розвантажувального транспортера. Пройшовши внутрішній барабан, продукт і холодоносій переходять у середній барабан, де також рухаються уздовж осі, але вже в протилежному напрямку. Із зовнішнього барабана заморожений продукт зсипається в комірки розвантажувального транспортера, за допомогою якого направляється для розфасування та упакування.

Переваги: простота конструкції, надійність роботи, нескладність експлуатації.

Недоліки: підвищені витрати нержавіючої сталі для виготовлення вузлів апарата і деконцентрація холодоносія, що безпосередньо стикається з вологим повітрям.

Технічна характеристика апаратів для заморожування продуктів холодоносієм приведена в табл. 9.25.

Таблиця 9.25 – Технічна характеристика апаратів для заморожування продуктів холодоносієм

Показники	Значення	
	Апарат для заморожування дрібноштучних продуктів	Барабанний апарат
Продуктивність, кг/год	200	200
Ємність, кг	100	100
Температура, °С середовища, яке відводить тепло замороженого продукту	-20 -15	-20 -15
Тривалість заморожування, хвилин	30	20...30
Габаритні розміри, мм		
довжина	3800	8600
ширина	2400	2600
висота	2700	3000
Маса, кг	1600	1760

9.6. Лінії для виробництва морожених продуктів

На сьогодні на холодильних підприємствах, а також на підприємствах харчової промисловості поширені поточні лінії для виробництва морожених продуктів. Застосування поточних ліній дозволяє механізувати як технологічні процеси, так і проміжні транспортні операції і вантажно-розвантажувальні роботи.

Неодмінною вимогою до поточних ліній є висока надійність у роботі.

Поточні лінії можна класифікувати за видом готового замороженого продукту на лінії для виробництва мороженого блокового м'яса й м'ясних продуктів; мороженої риби та рибних продуктів; морожених овочевих пюре та гарнірів; картоплі й картопляних котлет; ягід, а також морозива.

9.6.1. Лінії для виробництва мороженого блокового м'яса та морожених м'ясних продуктів

У лінії для виробництва блокового м'яса передбачена механізація процесу заморожування жилованого м'яса та м'якотних субпродуктів у вигляді блоків, починаючи з підготовки сировини і закінчуючи упакуванням готової продукції.

До складу поточної лінії (рис. 9.68) входять мірний ківш, завантажувальний ківш, мембранний морозильний апарат, електротельфер, підвісний шлях, живильник, площадка для обслуговування, візок для прийому блоків.

За допомогою цього обладнання на лінії здійснюють технологічні операції з виробництва морожених блоків.

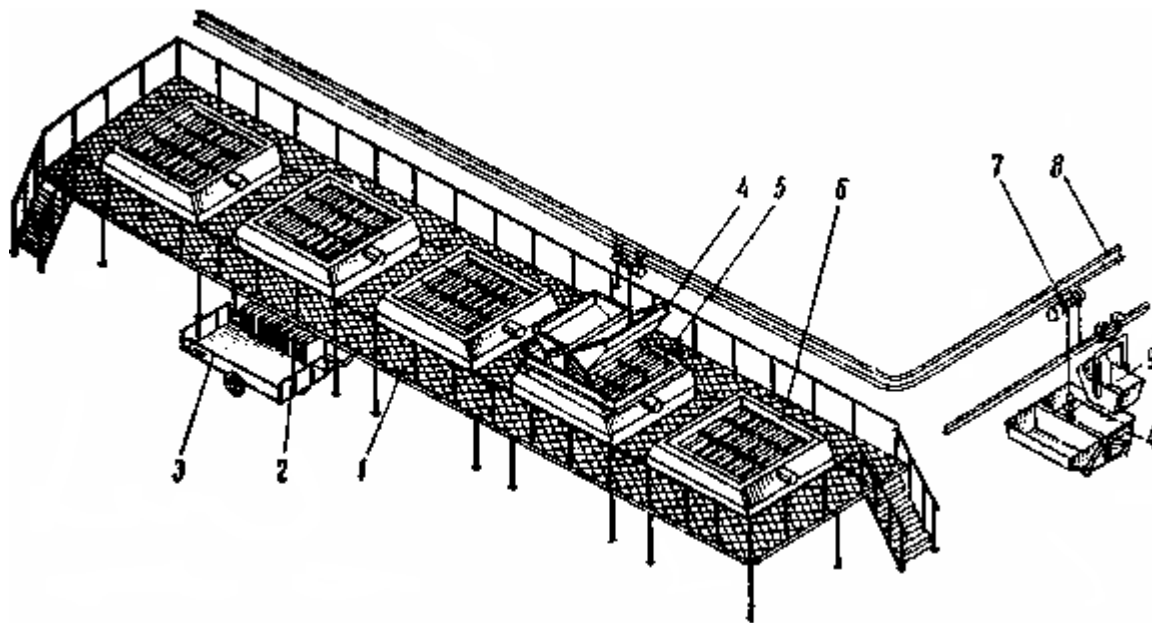


Рисунок 9.68 – Поточна лінія для виробництва блочного м'яса: 1 – площадка для обслуговування; 2 – блок м'яса; 3 – візок для приймання блоків; 4 – завантажувальний ківш; 5 – живильник; 6 – мембранний морозильний апарат; 7 – електротельфер; 8 – підвісний шлях; 9 – мірний ківш

Мірний ківш (дозатор) служить для доставки жилованого м'яса з цеху підготовки сировини в завантажувальний ківш. Мірний ківш переміщається підвісними шляхами за допомогою електротельфера.

Завантажувальний ківш, що складається з двох половин, встановлюється на раму живильника, по якому може пересуватися. Завантажувальний ківш за допомогою електротельфера розкривається для перевантаження продукту в живильник. Завантажувальний ківш і живильник пересуваються уздовж лінії мембранних морозильних апаратів.

Підвісні шляхи, якими переміщаються завантажувальний ківш і живильник, виконані з двотаврових балок. Візки електротельферів пристосовані для руху по двотавровій балці з малим радіусом заокруглення (близько 700 мм).

Площадка для обслуговування необхідна для огляду мембранних морозильних апаратів, живильника й завантажувального ковша та спостереження за їхньою роботою. Для прийому заморожених блоків і доставки їх у камери схову використовуються вантажні візки.

Живильник складається із суцільнозварної чаші із закріпленою посередині траверсою. На чаші укріплені напрямні штанги. Чаша розділена куточками і перемичками на правильні прямокутники за розміром і числом пакетів у мембранному морозильному апараті. У перемичках знаходяться осі, на яких ексцентрично підвішені хитні площини-пелюстки. У вільному положенні кінці пелюстків стикаються між собою, утворюючи конусоподібну форму. У верхній частині кожного пелюстка приварені дві обмежувальні стійки, що під час опускання живильника забезпечують поворот пелюстків на певний кут. Поворот пелюстків на невеликий кут забезпечує автоматичне розправлення пакетів і наступне їхнє утримання в розправленому положенні до кінця завантаження продукту.

Зважена порція жилованого м'яса, необхідна для завантаження одного мембранного морозильного апарата, спеціальним спуском подається в мірний ківш, що доставляє цю порцію в завантажувальний ківш.

Електротельфер переміщає завантажувальний ківш із продуктом і встановлює його над мембранним морозильним апаратом таким чином, щоб під час опускання живильника його патрубки з мішками ввійшли в блокуєтворювачі апарата.

Після цього ківш перевертається і продукти, що знаходяться в ньому, попадають у чашу живильника, потім патрубками направляються в паперові мішки, які під їхньою вагою зісковзують на дно апарата. Живильник направляється за наступною порцією продукту, а апарат підключається до охолоджувальної системи для заморожування блоків м'яса.

Для прийому заморожених блоків із апарата використовують візок, що перевозить заморожені блоки м'яса в камери зберігання.

Переваги: використання потокової лінії з мембранними морозильними апаратами приводить до зниження витрат, а також до поліпшення якості продукту. Мембранний морозильний апарат працює циклічно. У разі включенні в лінію декількох апаратів досягається безупинне виробництво заморожених блоків.

Недоліки: підвищені витрати електроенергії.

Лінію, призначену для виробництва м'яса, можна використовувати і для виробництва морожених фрикаделек (рис. 9.69).

До складу лінії входять машини для обвалювання і жиловання м'яса, для здрібнювання м'яса, для готування фаршу і тіста, штампувальний автомат, повітряний морозильний апарат, автомат для фасування та упакування морожених пельменів.

М'ясо після обвалювання і жиловання надходить у машину для здрібнювання. Здрібнене м'ясо направляється в машину для готування фаршу. У цю ж машину завантажують усі необхідні добавки (спеції). У машині для готування тіста з окремих компонентів (борошно, вода, меланж і сіль) формується тістова маса. Приготовлені фарш і тісто направляються до штампувального автомата, звідки на сталеву стрічку вантажного конвеєра виходять тістові трубки, начинені м'ясним фаршем. Потрапляючи під барабан штампувального автомата, тістові трубки перетворюються на пельмені, які сталеву стрічкою вантажного конвеєра направляються до повітряного морозильного апарата.

У повітряний морозильний апарат відштамповані пельмені попадають через вузьке вікно завантаження, розташоване в його торцевій стіні. У вантажному відсіку апарата пельмені, що знаходяться на верхній гілці конвеєра, протягом 3–4 хв підморожуються і міцно примерзають до сталевій стрічці. Процес підморожування закінчується через 4...6 хвилин на нижній (зворотній) гілці конвеєра. Підморожені пельмені знімаються ножем із нижньої гілки конвеєра та попадають на сітчастий конвеєр, де здійснюється їхнє доморожування. Швидкість руху сітчастого конвеєра приймається з таким розрахунком, щоб пельмені під час виходу з повітряного апарата мали температуру мінус 18°C.

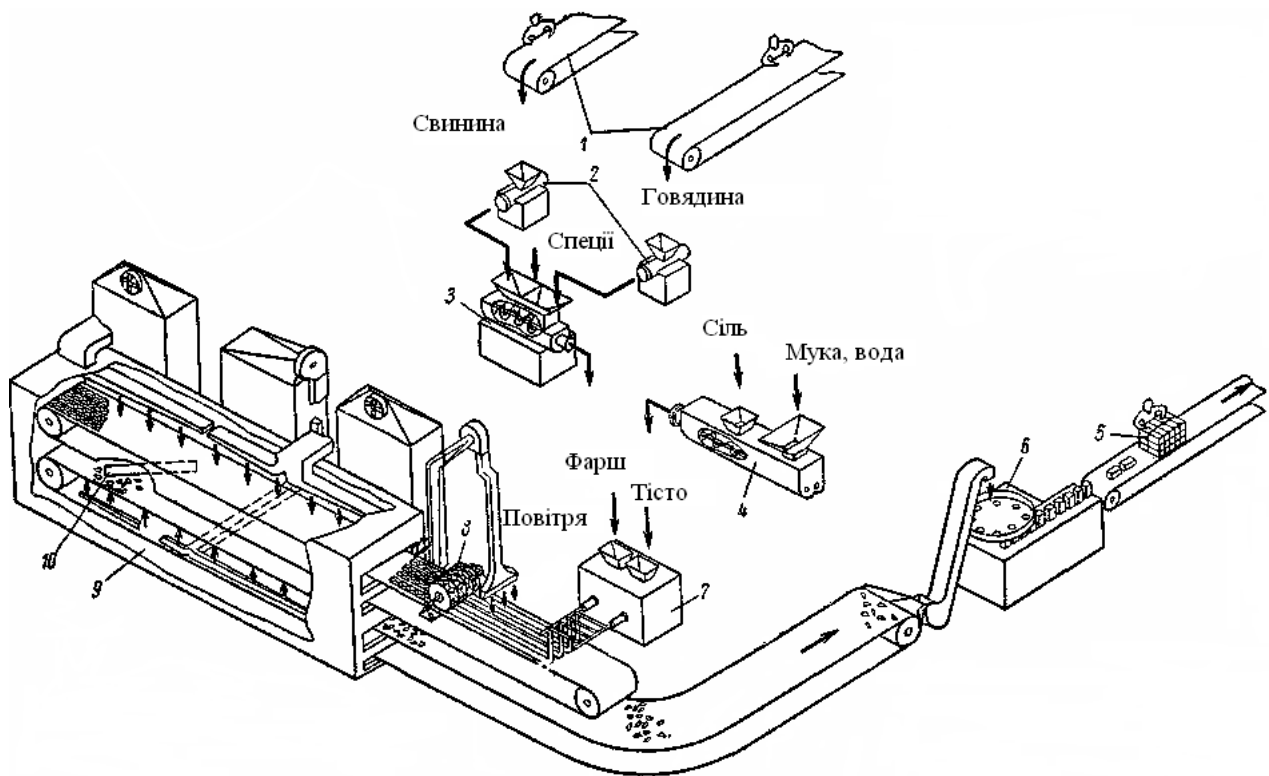


Рисунок 9.69 – Поточна лінія для виробництва морозених пельменів:
 1 – машина для обвалювання і жилування м'яса; 2 – машина для подрібнення м'яса; 3 – машина для приготування фаршу; 4 – машина для приготування тіста; 5 – упаковання; 6 – автомат для фасування; 7 – пристрій для формування пельменів; 8 – штампувальний автомат; 9 – повітряний морозильний апарат; 10 – ніж

Морозильний апарат компонується двома повітроохолоджувачами. Перший повітроохолоджувач обладнаний системою розподілу повітря для обдування як верхньої, так і нижньої гілки вантажного конвеєра. Другий призначений для обслуговування доморожуючого сітчастого конвеєра. При цьому варто обдувати пельмені холодним повітрям знизу нагору. Заморожені пельмені сітчастим конвеєром подаються на фасування й упаковання в коробки масою 500 г із наступним укладанням їх у картонні коробки. Упаковані в коробки пельмені електровізками доставляються в камери схову морозеної продукції.

Переваги: механізація й автоматизація виробництва, заморожування, розфасування й упаковання морозених пельменів.

Недоліки: підвищена металоємність повітряного морозильного апарата.

Лінія виробництва заморожених напівфабрикатів (м'ясні котлети) складається з машини для обвалювання і жилування м'яса, хліборізки, дозатора води, вовчка для здрібнювання хліба, ванни для хлібної маси, насоса для перекачування хлібної маси в змішувач, вовчка для здрібнювання м'яса, фаршмішалки, котлетного автомата, повітряного морозильного апарата та столу для упаковання готової продукції.

Яловичина надходить транспортером до машини для обвалювання й жилування, а котлетна м'якоть направляєється у вовчок для здрібнювання.

Одночасно на хліборізці нарізається житній хліб, що разом із необхідною кількістю води потрапляє у вовчок. Здрібнена хлібна маса надходить у ванну. Готування фаршу здійснюється у фаршмішалці безупинної дії, куди послідовно завантажують м'ясо й допоміжні продукти. Для зниження температури фаршу під час перемішуванні у фаршмішалку додають дроблений чи лускоподібний лід замість води. Для добавки допоміжних продуктів використовують масові й об'ємні дозатори. Приготовлений фарш формують на котлетних автоматах. Відштамповані котлети транспортером подаються на стрічку повітряного морозильного апарата. На пакувальному столі заморожені котлети укладають вручну в металеві ящики з вкладишами і направляють у камери схову мороженої продукції.

Переваги: механізація та потокове виробництво морожених котлет.

Недоліки: застосування ручної праці на деяких операціях (жилування, укладання готової продукції).

Технічна характеристика поточкових ліній для виробництва мороженого блокового м'яса й морожених м'ясних продуктів приведена в табл. 9.26.

Таблиця 9.26 – Технічна характеристика поточкових ліній

Показники	Поточні лінії для виробництва		
	блочного м'яса	морожених пельменів	м'ясних котлет
Продуктивність, кг/год	450	300	300...500
Тип морозильного апарата	Мембранний	Повітряний	Повітряний
Кількість морозильних апаратів, шт.	5	1	1
Температура, °С			
середовища, яке відводить тепло	-30	-35	-35
замороженого продукту	-10	-18	-18

9.6.2. Лінії для виробництва мороженої риби та морожених рибних продуктів

Застосування поточкових ліній для виробництва мороженої риби й морожених рибних продуктів дозволяє механізувати й автоматизувати основні процеси виробництва, поліпшувати якість рибних продуктів і скорочувати втрати сировини. До поточкових ліній пред'являються вимоги, головними з яких є надійність роботи, компактність, висока механізація й автоматизація технологічних процесів, мінімальні витрати прісної води, інтенсивність процесу холодильної обробки, зручність монтажу, експлуатації й ремонту.

Лінія для виробництва морожених блоків із необробленої риби (рис. 9.70) складається з рами з блок-формами, горизонтально-плиткового морозильного апарата, пристрою, що пресує, пристрою для підсушування блок-форм, гідроштовхальника, елеватора, перекидача, пристрою, що виштовхує, й розвантажувального транспортера.

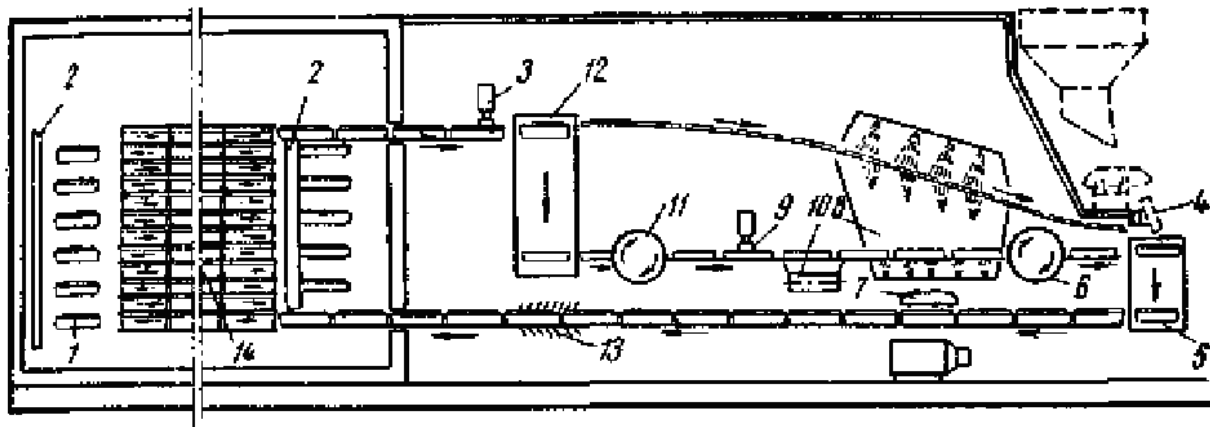


Рисунок 9.70 – Поточна лінія для виробництва морожених блоків із необробленої риби: 1 – елеватор; 2 – гідроштовхач; 3 – вузол зняття кришок; 4 – вузол для завантаження блок-форм та закривання кришок; 5 – розвантажувальний транспортер; 6 – перекидач; 7 – пресуючий пристрій; 8 – пристрій для миття блок-форм; 9 – виштовхуючий пристрій; 10 – розвантажувальний транспортер; 11 – перекидач; 12 – елеватор; 13 – пристрій для підсушування блок-форм; 14 – горизонтально-плитковий морозильний апарат

Порція продукту завантажується в блок-форми за допомогою дозуючих ваг. Заповнені продуктом блок-форми закриваються кришками й опускаються вниз, а зверху на їх місце для завантаження опускається наступна рама з порожніми блок-формами. Час завантаження складає 15 с. Рама із блок-формами рухається до горизонтально-плиткового морозильного апарата. У міру руху рами за допомогою пристрою блоки підпресовуються. Потім рама проходить через пристрій для підсушування. Після цього вона вводиться на нижню полицю апарата й проходить по всіх плитах зигзагоподібний шлях знизу нагору, переходячи наприкінці кожної плити на наступний рівень за допомогою елеваторів і гідроштовхальників.

Під час пересування блок-форм у апараті плити автоматично піднімаються, а після завершення циклу знову опускаються. На виході з апарата блок-форма звільняється від кришки і на елеваторі опускається до рівня розвантаження. Потім блок-форма попадає в перекидач, що разом із нею повертається на 180°, а пристрій, що виштовхує, видаляє заморожений блок із форми, далі він попадає на розвантажувальний транспортер. Шляхом до пакувального столу морожені блоки проходять через глазурувальний апарат, у якому вони зрошуються прісною водою та глазуються. Потім блоки попадають на п столи для упакування в картонні коробки.

Недоліки: складність кінематичної схеми, що знижує надійність її роботи.

Для переробки дрібної риби призначена **лінія виробництва харчового мороженого рибного фаршу** (рис. 9.71), до складу якої входять мийна машина, філетировочні машини, транспортер для огляду риби, сепаратор, прийомний бункер, промивні баки, центрифуги, кутер, бункер наповнюючої машини, горизонтально-плитковий морозильний апарат і сполучні транспортери.

Свіжа риба після миття подається до філетировочних машин, із яких філе попадає на транспортер для огляду, де проводиться остаточне зчищення. Після

очищення й огляду філе подається в сепаратор для вироблення фаршу. Із сепаратора фарш подається в прийомний бункер, із якого насосом трубопроводами перекачується в промивні баки, де відбувається його змішування з водою та промивання. У баках знаходяться мішалки, що приводяться в обертання від електродвигунів. Переходячи з одного бака в інший, фарш промивається водою, що потім частково видаляється. У баки вода подається охолодженою до 5°C.

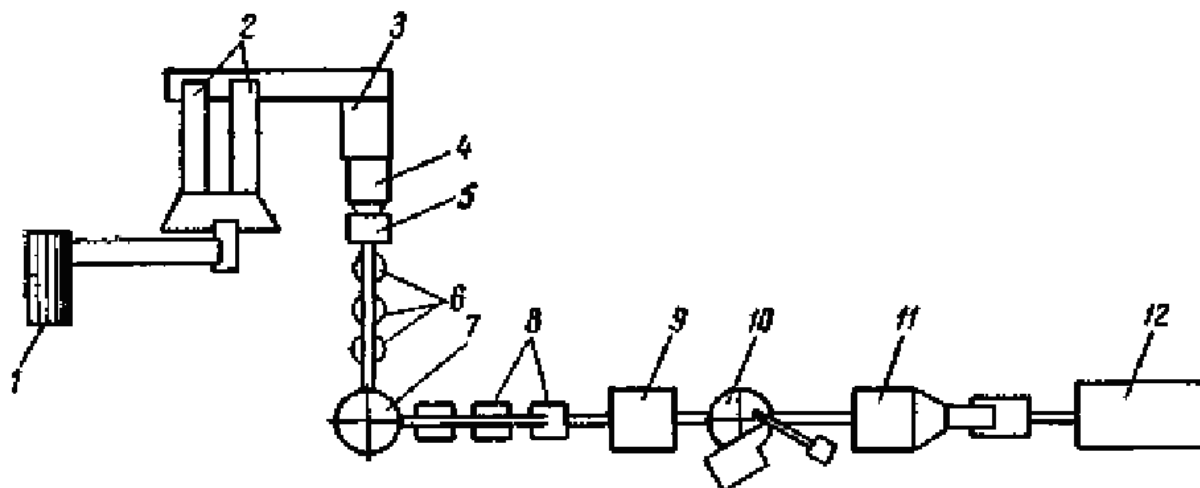


Рисунок 9.71 – Поточна лінія для виробництва харчового мороженого рибного фаршу: 1 – мийна машина; 2 – філетировочна машина; 3 – транспортер для огляду риби; 4 – сепаратор; 5 – приймальний бункер; 6 – промивочні баки; 7 – проміжний бак; 8 – центрифуги; 9 – кутер; 10 – бункер; 11 – наповнююча машина; 12 – горизонтально-плитковий морозильний апарат

Із промивного бака суміш фаршу з залишками води направляється в центрифуги для її зневоднювання до залишкової вологості. Охолоджений і збездонений фарш шнековим транспортером передається в кутер для тонкого здрібнювання, де фарш також охолоджується. Після здрібнювання фарш передається спеціальним розвантажувальним транспортером у бункер наповнюючої машини та розфасовується в поліетиленові пакети масою по 10 кг. Упакований фарш заморожується в горизонтально-плитковому морозильному апараті.

Переваги: високий ступінь механізації й автоматизації, висока якість продукції.

Недоліки: великі витрати прісної води (під час промивання фаршу близько 50 м³ на добу).

Технічна характеристика поточних ліній для виробництва мороженої риби і морожених рибних продуктів приведена в табл. 9.27.

Таблиця 9.27 – Технічна характеристика поточкових ліній для виробництва мороженої риби і морожених рибних продуктів

Показники	Поточні лінії для виробництва	
	заморожених блоків необробленої риби	харчового мороженого рибного фаршу
Продуктивність, кг/год	12000	300
Тип морозильного апарата	Горизонтально-плитковий	
Кількість морозильних апаратів, шт.	1	1
Температура, °С		
середовища, яке відводить тепло	-40	-40
замороженого продукту	-22	-22

9.6.3. Лінії для виробництва морожених овочевих пюре, овочевих гарнірів, картоплі, картопляних котлет і ягід

Застосування ліній для виробництва мороженого овочевого пюре дозволяє випускати продукт як у дрібній розфасовці масою 0,3...0,5 кг, що йде на продаж населенню, так і у великій розфасовці масою 4...5 кг, призначеній для постачання мережі готельно-ресторанного бізнесу.

Лінія (рис. 9.83) комплектується мийною машиною, бланшувачем, протираальною машиною, пристроєм, що дозує і перемішує, наповнювачем і морозильним апаратом із непрямим контактом.



Рисунок 9.72 – Поточна лінія для виробництва мороженого овочевого пюре: 1 – мийна машина; 2 – машина для очищення та розділення; 3 – бланшувачі; 4 – протиральна машина; 5 – дозуючий та перемішуючий пристрій; 6 – наповнювач; 7 – морозильний апарат із непрямим контактом; 8 – пакувальний апарат; 9 – камера зберігання

Відсортовані моркву, томати і буряк направляють у мийну машину, а потім у бланшувач, де овочі обробляють гострою парою температурою 105...110°С з наступним роздрібненням.

У протиральних машинах бланшовану моркву і буряк, а також томати, що не піддають тепловій обробці, протирають спочатку через сито з діаметром отворів 1,5мм а потім через сито з діаметром отворів 0,8 мм.

У дозуючих і перемішуючих пристроях одержують однорідну масу. Підготовлену в такий спосіб овочеву суміш подають у наповнювач, а потім у морозильні апарати з непрямим контактом.

Заморожене овочеve пюре упаковують у поліетиленові мішечки, укладають у картонні коробки і направляють у камери зберігання, де воно може знаходитися до 12 місяців.

Переваги: можливість потокового виробництва високоякісного мороженого пюре.

Недоліки: застосування ручної праці на сортуванні й доочищенні овочів.

Лінія для виробництва мороженої картоплі (напівфабрикату) (рис. 9.73) комплектується електронавантажувачем, контейнероперекидачем, мийною машиною, ковшовим елеватором, установкою для парової обробки картоплі, системою транспортерів, машиною для видалення мінеральних домішок, різальною машиною, сортувальною машиною, бланшувачем, обжарочною піччю, охолоджувачем і флюїдизаційним морозильним апаратом.

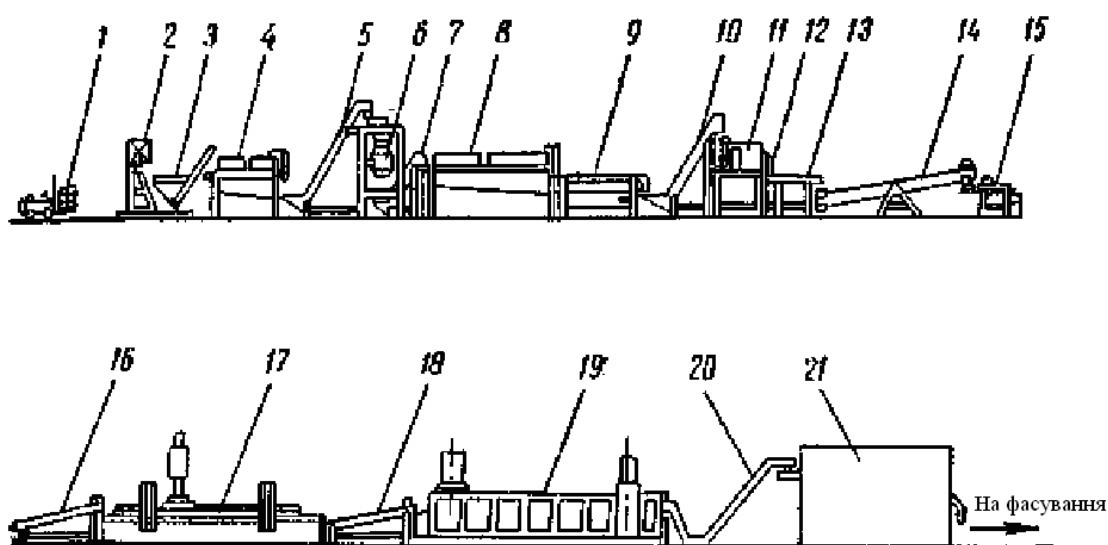


Рисунок 9.73 – Поточна лінія для виробництва мороженої картоплі: 1 – електронавантажувач; 2 – контейнероперекидач; 3 – бункер; 4 – мийна машина; 5, 10 – ковшові елеватори; 6 – установка для парової обробки картоплі; 7 – розвантажувальний скребковий транспортер; 8 – мийна машина; 9 – збираючий транспортер; 11 – машина для видалення мінеральних домішок; 12 – різальна машина; 13 – сортувальна машина; 14 – бланшувач; 15, 18 – проміжні транспортери; 16 – стрічковий транспортер; 17 – обжарювальна піч; 19 – охолоджувач; 20 – скребковий транспортер; 21 – флюїдизаційний морозильний апарат

На обладнанні лінії проводяться такі технологічні операції. Відкалібровану картоплю завантажують у контейнери й електронавантажувачем із вилковим захопленням подають у контейнероперекидач, що знаходиться на початку лінії. Із контейнера картопля зсипається в бункер, із якого транспортером направляється в мийну машину, що представляє собою обертовий барабан із укріпленими на його внутрішній поверхні щітковими стрижнями, за допомогою яких бульби переміщуються, перевертаються й очищаються від землі.

Звільнені від сторонніх домішок бульби картоплі подають у різальну

машину, де вони нарізаються спочатку на пластини, а потім на стовпчики. Далі вони направляються в сортувальну машину, де відсортовуються за товщиною за допомогою восьми гумових роликів, що обертаються назустріч один одному. Стандартні (за товщиною) стовпчики надходять у бланшувач.

Бланшувач являє собою встановлений під кутом 35° циліндр довжиною 5600 мм, усередині якого поміщений шнек. Бланшування проводять гарячою водою до напівготовності. Із бланшувача картопля попадає на сортувальну машину. Потім стрічковим транспортером стовпчики картоплі подаються в обжарочну піч. Пересуваючися в печі сітчастим транспортером, картопля обсмажується. Режим обсмажування регулюється з пульта керування, а швидкість руху транспортером-варіатором швидкостей. Обсмажена картопля надходить у охолоджувач, який виконаний у вигляді металевої камери, усередині якої знаходяться три стрічкових транспортери, розташованих один над одним. Обсмажена картопля охолоджується повітрям, переміщаючись із одного транспортера на інший. Охолоджена до 8°C , обсмажена картопля транспортером направляється у флюїдизаційний морозильний апарат. Заморожену картоплю-напівфабрикат розфасовують у пакети з полімерних плівок чи плівок, які зварюються, у картонні коробки масою по 500 г з наступним укладанням їх у картонні чи фанерні ящики. Упакований у тару продукт електровізками доставляється в камери схову мороженої продукції.

Переваги: високий рівень механізації й автоматизації технологічних процесів, гарна якість готової продукції, використання високопродуктивного обладнання.

Недоліки: складна система транспортування продукту.

У лінію для виробництва морожених овочевих гарнірів (рис. 9.74) входять перекидач контейнера, мийна машина, транспортери, бланшувач, мийно-очисна машина, флюїдизаційний морозильний апарат і фасувально-пакувальний автомат.

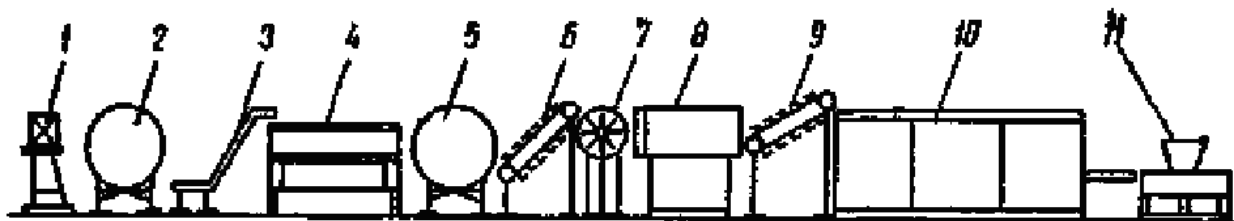


Рисунок 9.74 – Поточна лінія для виробництва морожених овочевих гарнірів: 1 – контейнероперекидач; 2 – мийна машина; 3 – транспортер; 4 – бланшувач; 5 – мийно-очищувальна машина; 6, 9 – скребкові транспортери; 7 – овочерізка; 8 – сортувальна машина; 10 – флюїдизаційний морозильний апарат; 11 – фасувально-пакувальний автомат

Відсортовані морква й буряк надходять у контейнери, звідки перекидач направляє їх у мийну машину барабанного типу. Вимиті овочі транспортером подають у бланшувач, а потім у мийно-очисну машину. Скребковий транспортер похилого типу направляє очищені овочі в овочерізку.

Нарізані овочі проходять сортувальну машину, де дрібні частинки відокремлюються, а відсортовані шматочки транспортер подає в морозильний апарат. Заморожені овочі розфасовуються й упаковуються в пакети чи в картонні коробки масою 0,5 кг із наступним укладанням їх у картонні чи у фанерні ящики й направляють у камеру схову морожених продуктів.

Переваги: компактність, технологічні процеси механізовані й автоматизовані.

Недоліки: необхідність ретельного сортування овочів, що направляються для технологічної переробки.

Лінія для виробництва морожених картопляних котлет (рис. 9.75) комплектується контейнероперекидачем, мийною машиною, проміжними транспортерами, установкою для парової обробки картоплі, мийно-очисною машиною, апаратом для бланшування, вібраційною машиною, картопем'ялкою, формувальним агрегатом, апаратом для льезонування (змочування), панірувальним апаратом, обжарочною піччю, апаратом для охолодження й заморожування котлет і фасувально-пакувальним автоматом.

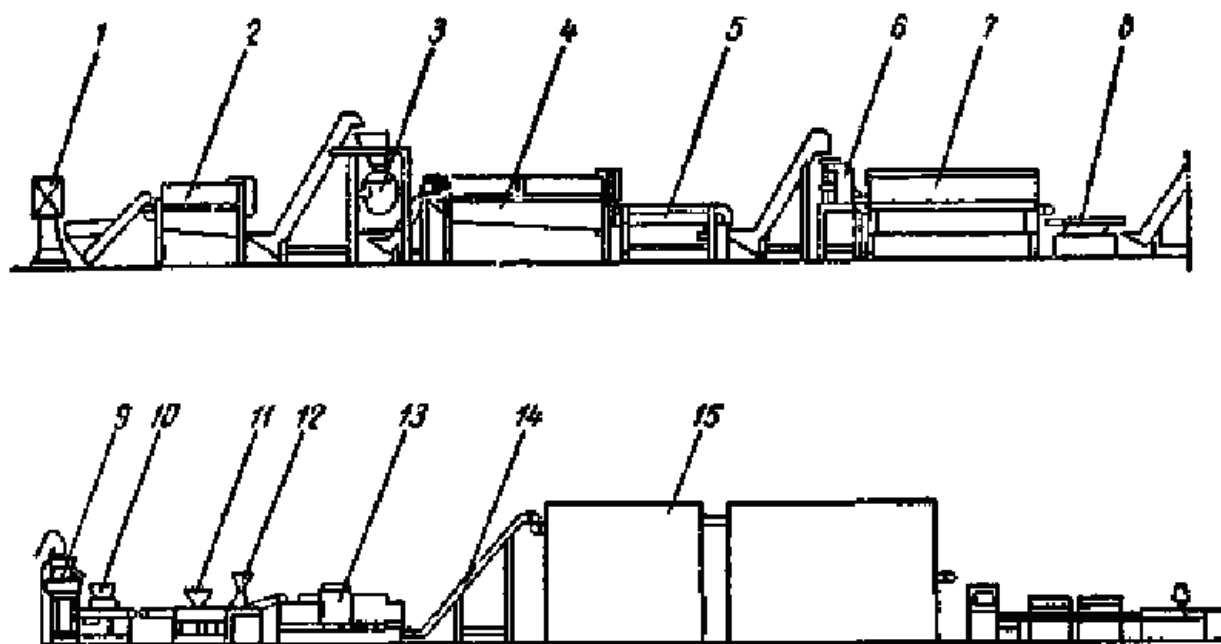


Рисунок 9.75 – Поточна лінія виробництва морожених картопляних котлет; 1 – контейнероперекидач; 2 – мийна машина; 3 – установка для парової обробки картоплі; 4 – мийно-очищувальна машина; 5 – транспортер для доочищення; 6 – різальна машина; 7 – апарат для бланшування; 8 – вібраційна машина; 9 – картопем'ялка; 10 – формувальний агрегат; 11 – апарат для льезонування; 12 – панірувальний апарат; 13 – обжарювальна піч; 14 – похилий транспортер; 15 – повітряний морозильний апарат

Відсортована за якістю і відкалібрована за розміром картопля завантажується в контейнери й електронавантажувачем із вилковим захопленням подається в контейнероперекидач. Із контейнера картопля механічно висипається

в бункер-нагромаджувач, з якого транспортером попадає в мийну машину. Відмиті від бруду бульби скребковим транспортером подаються в установку для парової обробки. Очищена картопля попадає на транспортер для доочищення й огляду. Доочищені бульби надходять у різальну машину.

Нарізна картопля надходить у апарат для бланшування, де проварюється до повної готовності у воді, що підігрівається паром. Звідти нарізна картопля направляється на вібраційну машину для видалення надлишку води й відсортування дріб'язку. Потім на транспортерах варена картопля охолоджується, і після добавок (за рецептурою) вся маса надходить у картоплем'ялку. Ретельно перемішана та протерта пюреподібна картопляна маса проштовхується шнеком до виходу з картоплем'ялки, де встановлені ґрати з отворами діаметром 2,5 мм. Ця маса попадає в бункер формувального агрегата, що складається з трьох рифлених валиків, під якими знаходяться матриці з двома формуючими отворами діаметром 75 мм. Нижче вихідних формуючих отворів розташований ніж – натягнутий сталевий дріт діаметром 0,5 мм. Рифлені валики захоплюють картопляну масу і подають її в циліндр матриці. У момент зупинки валиків включається ніж, що зрізує в підставі отвору стовпчик картопляної маси. Сформовані котлети транспортером направляються в апарат для льезонування поверхні. Котлети, проходячи сіткою транспортера під ємністю з перфорованим дном, рясно змочуються льезоном і подаються в панірувальний апарат. Паніровані сухарною крихтою котлети надходять у обжарочну піч. Обсмажені котлети похилим транспортером направляються для заморожування в повітряному морозильному апараті з попереднім охолодженням. Заморожені котлети надходять у фасувально-пакувальний автомат. Упаковані морожені котлети доставляють у камери схову мороженої продукції.

Переваги: високий рівень механізації й автоматизації, гарна якість і товарний вигляд заморожених картопляних котлет.

Недоліки: застосування на операції доочищення ручної праці.

Лінія для виробництва морожених ягід дрібної розфасовки (рис. 9.76) складається зі стрічкового транспортера, мийної машини, сітчастого транспортера, елеватора, флюїдизаційного морозильного апарата й фасувального автомата.



Рисунок 9.76 – Поточна лінія для виробництва морожених ягід у дрібному упакованні: 1 – стрічковий транспортер (інспекційний); 2 – мийна машина; 3 – сітчастий транспортер; 4 – елеватор; 5 – флюїдизаційний морозильний апарат; 6 – фасувальний автомат

Відсортовані ягоди стрічковим транспортером подають у мийну машину флотаційного типу. Для згону води з ягід їх поміщають на транспортер. Елеватором ягоди подають у флюїдизаційний морозильний апарат. У фасувальному автоматі відбувається формування коробок і розфасування ягід із наступним заклеюванням коробок, що укладаються в картонні коробки й направляються в камеру схову морожених вантажів.

Переваги: компактність обладнання та висока якість мороженої продукції.

Недоліки: необхідність застосування ручної праці на операції сортування ягід.

Технічна характеристика поточкових ліній для виробництва мороженого овочевого пюре, картоплі, овочевих гарнірів, картопляних котлет і ягід приведена в табл. 9.28.

Таблиця 9.28 – Технічна характеристика поточкових ліній

Показники	Поточні лінії для виробництва				
	мороженого овочевого пюре	мороженої картоплі	морожених овочевих гарнірів	морожених картопляних котлет	морожених ягід
Продуктивність, кг/год	200	100	200	500...600	300
Тип морозильного апарата	Безконтактного заморожування	Флюїдизаційний	Флюїдизаційний	Повітряний	Флюїдизаційний
Кількість морозильних апаратів, шт.	1...2	1	1	1	1
Температура, °С середовища, яке відводить тепло замороженого продукту	-40	-35	-35	-40	-35
	-18	-18	-18	-18	-18

9.6.4. Лінії для виробництва морозива

Лінія для виробництва морозива у вафельних стаканчиках (рис. 9.77) комплектується фризером безупинної дії, фасувальним автоматом, повітряним морозильним апаратом, автоматом для загорання морозива у вафельних стаканчиках.

У фризери безперервної дії відбувається заморожування та збивання суміші морозива; у фасувальному автоматі – фасування морозива у вафельні стаканчики, накривання їх паперовою кришкою і подача партіями (по вісім стаканчиків) на заморожування; у повітряному морозильному апараті – загартовування порцій морозива й подача їх на загорання; в автоматі для

загортання морозива – загортання вафельних стаканчиків із загартованим морозивом в обгортку і подача їх на упакування в картонні коробки.

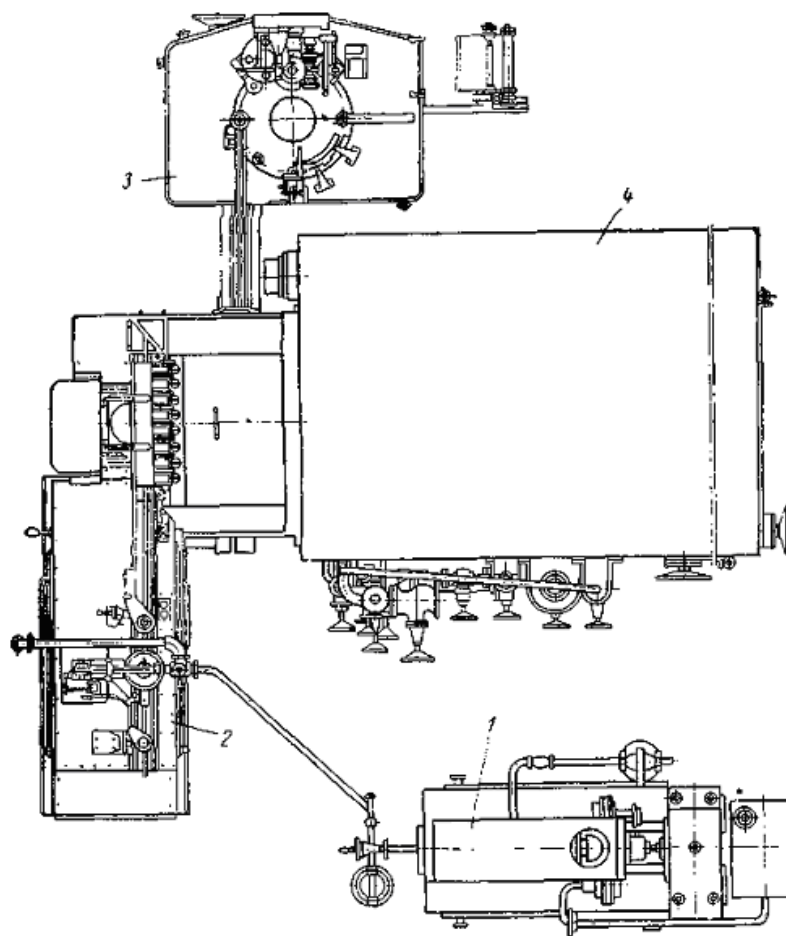


Рисунок 9.77 – Поточна лінія для виробництва морозива у вафельних стаканчиках: 1 – фризера безперервної дії; 2 – фасувальний автомат; 3 – автомат для загортання морозива у вафельні стаканчики; 4 – повітряний морозильний апарат

Переваги: поточність виробництва, автоматизація та механізація процесу виробництва морозива у вафельних стаканчиках.

Лінії для виробництва брикетного морозива на вафлях (рис. 9.78) складаються з двох фризерів безперервної дії, формувально-різальної машини, повітряного морозильного апарата й автомата для загортання морозива.

У фризерах безперервної дії відбувається заморожування і збивання суміші морозива; на формувально-різальній машині – утворення безупинного батона морозива прямокутного перетину, укладання вафлі, обрізання батона визначеної довжини, розрізання загартованого батона на шість порційних брикетів із передачею до автомата для загортання; у повітряному морозильному апараті – загартування батонів; в автоматі для загортання морозива – загортання брикетів морозива у відповідну паперову упаковку і передавання на укладання в коробки.

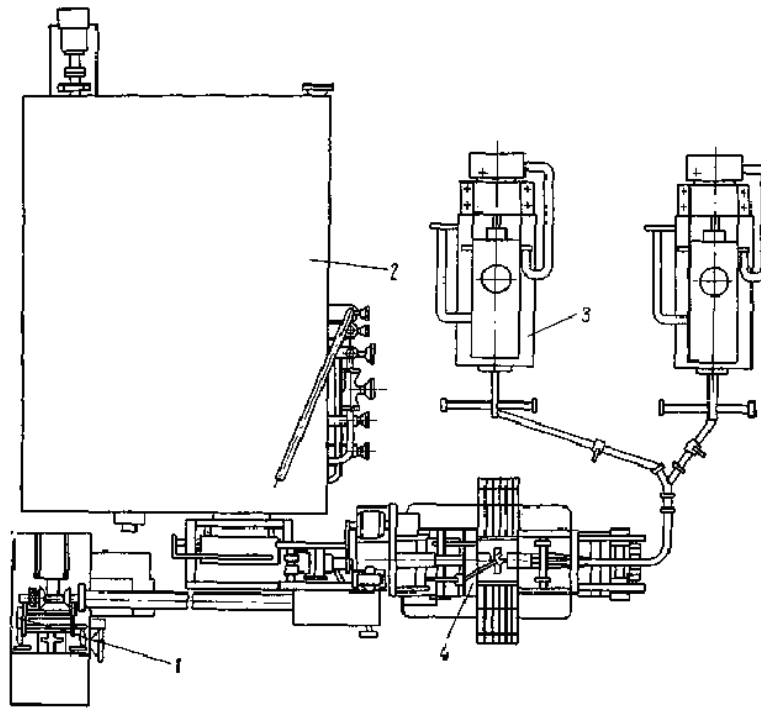


Рисунок 9.78 – Поточна лінія для виробництва брикетного морозива на вафлях: 1 – автомат для загортання морозива; 2 – повітряний морозильний апарат; 3 – фризер безперервної дії; 4 – формувально-різальна машина

Переваги: компактність і повна автоматизація виробничих процесів.

Недоліки: втрати сировини під час відрізання й розпилювання батонів.

Для виробництва ескімо застосовують **автоматичну поточну лінію з карусельним ескімо-генератором** (рис. 9.79). До складу лінії, призначеної для випуску глазурованого й загорненого ескімо масою 100 грам, входять дозатор, карусельний ескімо-генератор, насоси холодного й теплого холодоносія, автоматичний установлювач, пристрій виймання і подання на глазурування, ванна, бачок для глазурувальної суміші, транспортер, загортальна машина, пристрій для миття, насос.

Фризер безперервної дії, розташований поруч із карусельним ескімо-генератором, готує суміш морозива, що трубопроводом надходить у дозатор. Потім суміш морозива направляється у формочки карусельного ескімо-генератора. Сім формочок обертового кола одночасно заповнюються сумішшю морозива, коли вони проходять під дозатором.

Заповнені сумішшю морозива форми охолоджуються холодоносієм, охолодженням до температури $-40...-42^{\circ}\text{C}$, який циркулює у формах із сумішшю морозива. Охолодження холодоносія здійснюється в індивідуальному випарнику, а його подання в нижню циліндричну частину карусельного ескімо-генератора проводиться насосом холодного холодоносія.

Коли формочки із сумішшю морозива знаходяться у відсіку (ванні) з холодним холодоносієм, суміш гартується і твердіє. У формочки із затверділою сумішшю автоматично установлюються дерев'яні палички, і формочки із

загартованим ескімо переходять у відсік теплового холодоносія, де формочки зрошуються нагрітим холодоносієм, який подається за допомогою насоса. Нагрівання холодоносія проводиться у відсіку електронагрівниками потужністю 28 кВт.

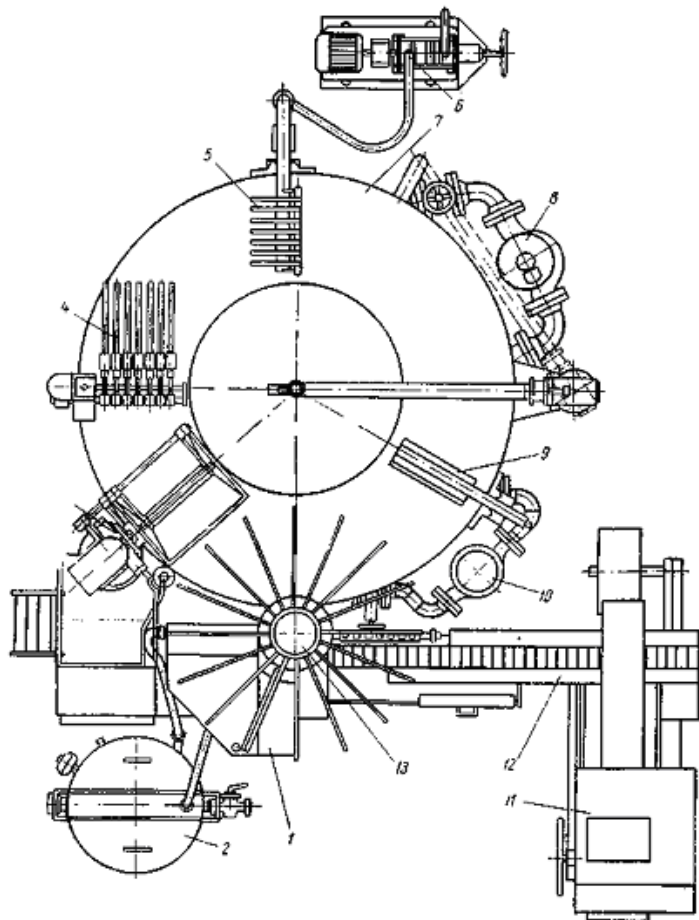


Рисунок 9.79 – Автоматична поточна лінія з карусельним ескімо-генератором для виробництва ескімо: 1 – ванна; 2 – бачок; 3 – дозатор; 4 – автоматичний установлювач; 5 – гребінка для відсмоктування води із формочок; 6 – насос; 7 – карусельний ескімо-генератор; 8 – насос холодного холодоносія; 9 – пристрій для миття; 10 – насос теплового холодоносія; 11 – загортальна машина; 12 – транспортер; 13 – пристрій виймання та подання на глазурування

У формочках, зрошуваних теплим холодоносієм температурою 18...20°C, суміш підтаює, і пристрій виймання захоплює палички, послідовно витягає порції ескімо із форм, а потім занурює їх у ванну з глазурувальною сумішшю. Підігріта суміш безупинно подається насосом з бачка у ванну.

Після глазурування порція ескімо попадає на транспортер і направляється до машини, що загортає кожну порцію ескімо в спеціальний папір, щільно заковуючи бічний і два торцевих шви. Після цього упакована продукція направляється для ручного укладання в картонну тару.

Санітарна обробка формочок проводиться наприкінці кожної зміни за допомогою пристрою для миття. Формочки кілька разів промиваються теплою водою, що видаляється з них насосом.

Переваги: компактність, надійність у роботі, висока якість і гарний зовнішній вигляд готової продукції.

Недоліки: застосування ручної праці під час укладання ескімо в картонну тару.

Технічна характеристика поточних ліній для виробництва морозива приведена в табл. 9.29.

Таблиця 9.29 – Технічна характеристика поточних ліній

Показники	Поточні лінії для виробництва		
	морозива у вафельних стаканчиках	брикетного морозива на вафлях	ескімо
Продуктивність, кг/год	250	450	800
Тип морозильного апарата	Повітряний	Повітряний	з непрямым контактом
Кількість морозильних апаратів, шт.	1	1	1
Температура, °С			
середовища, яке відводить тепло	-26	-33	-40...-42
загартованого морозива	-12	-15	-8

Запитання до розділу

1. Чим відрізняються тунель, камера й 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.
4. Які системи розподілу повітря є найбільш ефективними для заморожування м'яса?
5. В якій послідовності виконують розрахунок камер заморожування м'яса?
6. Які фактори впливають на скорочення часу заморожування продуктів в апаратах різних типів?
7. Яке призначення має повітроохолоджувач у повітряних морозильних апаратах?
8. За якими ознаками класифікують візкові морозильні апарати? Наведіть переваги та недоліки.
9. Охарактеризуйте конвеєрні повітряні морозильні апарати. Наведіть переваги та недоліки.
10. Які особливості морозильних апаратів зі спіральним конвеєром? Наведіть галузі їх застосування.
11. За допомогою яких апаратів здійснюється заморожування розфасованих продуктів?
12. В якій послідовності виконують розрахунок конвеєрного повітряного морозильного апарата.

13. Які особливості гравітаційних морозильних апаратів? Наведіть галузі їх застосування.
14. Чим відрізняються флюїдизаційні морозильні апарати? У чому особливості розрахунку флюїдизаційних апаратів?
15. Охарактеризуйте призначення апаратів безконтактного заморожування харчових продуктів.
16. За якими ознаками поділяють плиткові морозильні апарати?
17. В яких апаратах плити розташовані радіально?
18. В яких апаратах заморожувальним елементом є барабан?
19. У чому особливості розрахунку плиткових морозильних апаратів?
20. В яких апаратах заморожування продуктів здійснюється рідким холодоносієм?
21. Охарактеризуйте апарати контактного заморожування харчових продуктів.
22. У чому полягають особливості заморожування харчових продуктів контактним способом?
23. Яка ознака в основі класифікації кріогенних апаратів?
24. Як здійснюється процес заморожування в імерсійних апаратах?
25. Які апарати кріогенного заморожування найчастіше використовують на підприємствах харчової промисловості?
26. Наведіть приклади практичного застосування вуглекислотних морозильних апаратів.
27. Охарактеризуйте апарати для заморожування продуктів холодоносіями.
28. За якими критеріями класифікують потокові лінії для виробництва заморожених продуктів?
29. Що входить до складу потокової лінії для виробництва блочного м'яса?
30. Який морозильний апарат використовують у лінії з виробництва морожених пельменів?
31. Які вимоги пред'являють до ліній виробництва мороженої риби та морожених рибних продуктів?
32. Які особливості виробництва мороженого овочевого пюре?
33. Що входить до складу лінії виробництва морожених овочевих гарнірів?
34. Чим відрізняється лінія виробництва морожених картопляних котлет від лінії виробництва мороженої картоплі?
35. Який морозильний апарат використовують на лінії виробництва морожених ягід?
36. В якому апараті відбувається заморожування та збивання морозива?

Розділ 10

**ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ КАМЕР ЗБЕРІГАННЯ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Технологічні режими холодильного зберігання харчових продуктів визначаються видом холодильної обробки, властивостями та упакуванням продукту. Камери зберігання оснащуються обладнанням для охолодження повітря, зволожуючими пристроями, обладнанням для створення й підтримання складу газового середовища, фільтрами й озонаторами.

10.1. Прилади охолодження камер зберігання

У камерах зберігання з вимушеним рухом повітря охолодження повітряного середовища здійснюється повітроохолоджувачами, а в камерах із природним рухом – батареями. Тип приладів, призначених для охолодження повітря в камерах зберігання, залежить від системи охолодження (повітряна, батарейна або змішана). Якщо повітря в камері зберігання охолоджується повітроохолоджувачем (або повітроохолоджувачами), то система охолодження камер повітряна. Коли повітря в камері охолоджується батареями, система охолодження батарейна. У камерах зберігання повітря може охолоджуватися повітроохолоджувачами й батареями, у цьому випадку система охолодження змішана.

10.1.1. Повітроохолоджувачі

Штучно охоложене повітря широко застосовують у різних галузях народного господарства, у тому числі в харчовій промисловості, нафтохімії, виробництві мінеральних добрив, медицині й сільському господарстві. За принципом дії (способом охолодження повітря) повітроохолоджувачі поділяються на **поверхневі** (сухі), **контактні** (вологі) і **змішаного** типу. Класифікація повітроохолоджувачів із урахуванням конструктивних особливостей наведена на рисунку 10.1.

Повітроохолоджувачі – пристрої для охолодження повітря шляхом зіткнення його з холодною теплопередавальною поверхнею або безпосереднім теплообміном із рідким середовищем – розсолем або водою. Охолодження повітря із примусовим його рухом через повітроохолоджувач від вентилятора здійснюється за рахунок випару холодильного агента або за допомогою циркуляції розсолу й води низької температури.

Типи повітроохолоджувачів: сухі, або трубчасті, безпосереднього випаровування й розсільні – з теплопередачею через стінки труб; вологі – зрошувальні й форсуночні з теплопередачею від повітря до рідини – розсолу або води, охолоджуваної в окремому випарнику; повітроохолоджувачі змішаного типу зі зрошенням трубчастих змішувачів розсолем.

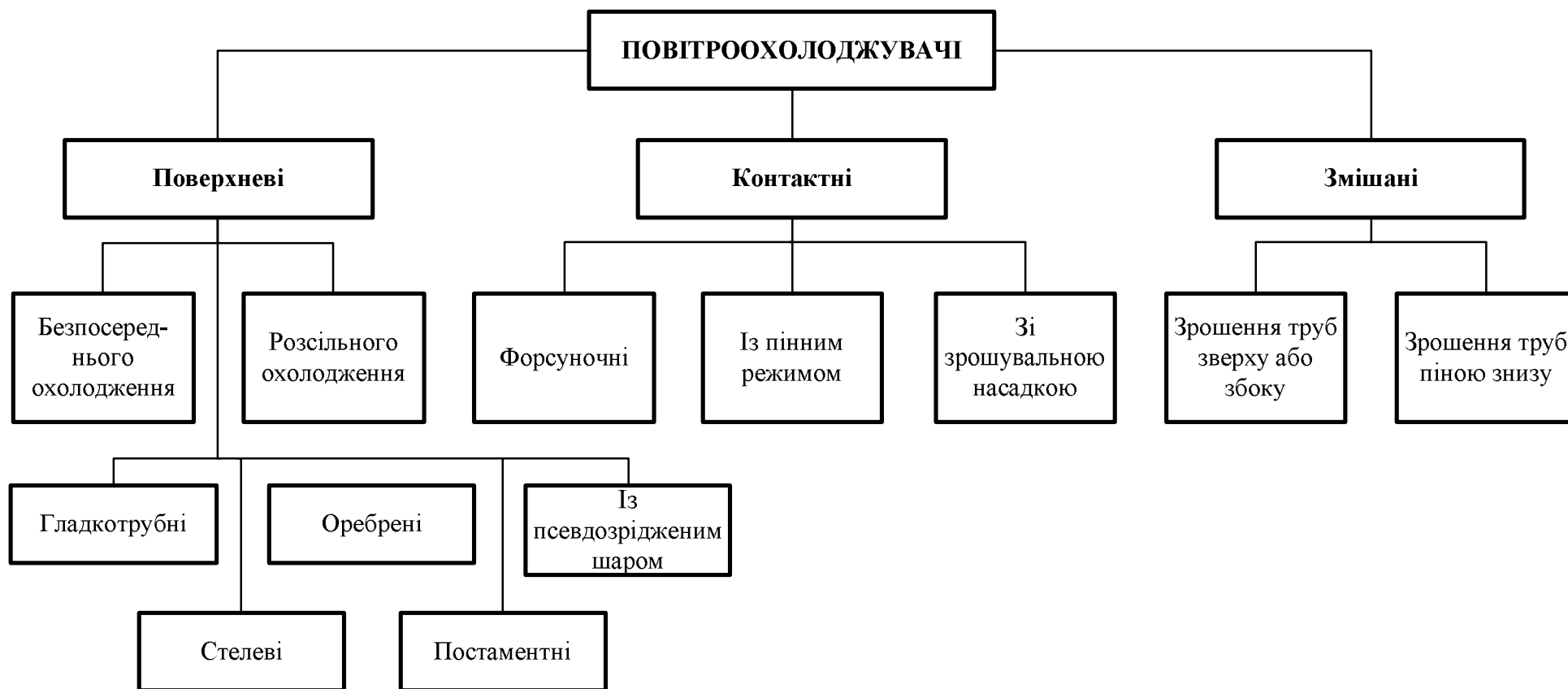


Рисунок 10.1 – Класифікація повітроохолоджувачів

Сухі повітроохолоджувачі. У сучасних повітроохолоджувачах звичайно здійснюється продування повітря не уздовж, а поперек труб із холодоагентом, який кипить у них, або циркулюючим розсолем. Труби розташовуються у вигляді пучків, близько одна від одної, звичайно у шаховому порядку.

Повітроохолоджувачі безпосереднього випару з горизонтальними або вертикальними трубами використовуються як холодильне обладнання тунельних або шафових морозилок, а також є частиною швидкоморозильних апаратів. Для таких повітроохолоджувачів повинна бути забезпечена можливість зручного видалення снігової шуби після відтавання труб. Застосування вентиляторів реверсивного типу, що створюють періодично струм повітря в різних напрямках, прискорює термічну обробку харчових продуктів.

Постаментні повітроохолоджувачі, розташовані безпосередньо в камері, мають над випарними трубами кілька вентиляторів відцентрового типу на загальному валі з електродвигуном. Охолоджене повітря виходить майже під стелею камери зі швидкістю до 20 м/с через розтруби. За такого розподілу повітря можна обійтися без системи усмоктувальних і нагнітальних каналів, тому такі повітроохолоджувачі називаються безканалними.

Підвісні повітроохолоджувачі застосовуються як випарники дрібних холодильних агрегатів-автоматів і розташовуються під стелею охолоджуваного приміщення. Такі повітроохолоджувачі з ребристих змійовиків відрізняються компактністю конструкції. Висота змійовиків дорівнює їх довжині. У відповідному кожусі розташований електровентилятор.

Ежекторні повітроохолоджувачі підсилюють теплопередачу стельових батарей камер шляхом обдування труб струменем повітря, утвореного соплом ежектора. Повітря з камери подається до ежектора під тиском за допомогою вентилятора відцентрового типу.

Вологі повітроохолоджувачі характеризуються контактною передачею тепла повітря до розсолу, що змочує розвинену поверхню насадок. У форсуночних повітроохолоджувачах охолодною поверхнею є «факели бризок». Переваги вологих повітроохолоджувачів: простота конструкції, немає необхідності в трубах. Недоліки: значні опори проходу повітря, відкрита система циркуляції розсолу, його розрідження вологою з охолоджуваного повітря.

Зрошувальні повітроохолоджувачі мають на сітках шар порцелянових кілець у вигляді пустотілих циліндриків, що змочуються розсолем. При діаметрі 25 мм, такій же висоті й товщині стінок 3 мм кільця створюють велику поверхню, що змочується, – близько $220 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Над робочим шаром кілець висотою близько 300 мм для відділення з повітря бризок розсолу розташовується відбійний шар кілець висотою близько 150 мм. Охолоджений розсіл подається насосом у ринви для зрошення робочого шару кілець, а розсіл, що утеплівся на $1...2^\circ$, стікає назад у випарник для охолодження. Зрошувальні повітроохолоджувачі виготовляються також із випарними секціями в нижній частині бака.

Різновидом зрошувального й постаментного повітроохолоджувачів є вологий вертикальний повітроохолоджувач типу МВВ-Ш.

Форсуночні повітроохолоджувачі застосовуються головним чином для кондиціонування повітря. Охолоджена в окремому випарнику вода подається насосом через «гребінку» до форсунок, що створюють «факели бризок», назустріч яким вентилятором засмоктується охолоджуване повітря. Для відділення захоплених повітрям водяних бризок установлюють відповідні відбійники. Після деякого переохолодження повітря для одержання заданої вологості його підігрівають калорифером.

На ринку України різними компаніями пропонуються повітроохолоджувачі марок **Guentner, Basetec, Thermofin, GEA Goedhart, GEA Kueba, Alfa Laval, Thermokey, Lu-Ve Contardo, ECO, Garcia Camara, S.E.R** та ін.

Шведська компанія **Alfa Laval** є світовим лідером у області теплообміну, сепарації й потокопровідного обладнання. Повітряні теплообмінники, такі як повітроохолоджувачі, конденсатори й охолоджувачі рідини виробляються на заводі компанії в Італії. Спектр пропонованих повітроохолоджувачів дозволяє вирішити більшість завдань із охолодження камер або виробничих приміщень.

Найбільш популярними повітроохолоджувачами **Alfa Laval** є серія **AlfaCubic**, призначена для малих і середніх холодильних камер обсягом від 10 до 400 м³ (рис. 10.2).



Рисунок 10.2 – Підвісний повітроохолоджувач Alfa Laval AlfaCubic

У цій серії випускаються повітроохолоджувачі безпосереднього випару (DX), аміачні повітроохолоджувачі з насосною подачею й гліколеві, ропні. Теплообмінник повітроохолоджувачів виготовлений із мідних труб із внутрішнім оребренням номінального діаметра 12 мм (повітроохолоджувачі безпосереднього кипіння) або гладких труб із нержавіючої сталі номінального діаметра 16 мм (в аміачних повітроохолоджувачах із насосною подачею). Труби оснащені гофрованими алюмінієвими ребрами. Як опція можливе захисне епоксидне або катодорезне покриття теплообмінного блока для роботи в корозійно-небезпечних умовах.

Корпус AlfaCubic виготовлений із попередньо пофарбованих алюмінієвих панелей зі спеціальним покриттям, що дозволяє експлуатувати обладнання в складних умовах. Як опція можливе виготовлення корпуса з нержавіючої сталі. Вентилятори приводяться від однофазних електродвигунів із захистом IP54. Убудований тепловий захист із термоконтактами забезпечує надійне

запобігання перегріву електродвигуна. Вентилятори можуть оснащуватися насадками **AlfaStreamer**, що дозволяють збільшити довжину повітряного струменя. Також можлива установка адаптера для приєднання повітроводів (рис. 10.3).



Рисунок 10.3 – Стельовий 4-х потоковий повітроохолоджувач Alfa Laval AlfaTop

Як додаткове обладнання поставляються такі пристрої відтавання: електричні й з використанням гарячого газу. Можлива комбінована система відтавання: гарячий газ подається в трубки охолодного пристрою, а за допомогою електрики нагрівається піддон для стоку конденсату. Можливе установлення кільцевого нагрівача вентилятора при роботі за дуже низьких температур. Можна робити ізоляцію дренажного піддона або його нагрівача.

До складу групи **Alfa Laval** входять також голландська компанія **Helman**, що випускає повітроохолоджувачі, в основному для камер зберігання сільськогосподарської продукції, й фінська компанія **Fincoil**, що виготовляє, крім усього, підвісні випарні батареї без вентиляторів (рис. 10.4).

Повітроохолоджувачі ЕСО – одна з найвідоміших і розповсюдженіших марок Європи. Їх перевагою є широкий діапазон продуктивності й різноманітний модельний ряд випарників. На сьогодні це моделі кубічних повітроохолоджувачів комерційної серії СТЕ й промислової серії ІСЕ; плоскі стельові повітроохолоджувачі серії МІС, STE, EVS, LFE і промислова серія стельових двопоточних повітроохолоджувачів ІДЕ. Кожний тип розроблений для певних умов охолодження, зберігання або заморожування продукції в приміщеннях різного обсягу.

Конструкція повітроохолоджувачів проста, що забезпечує легкість монтажу й експлуатації. Випарники повітроохолоджувачів випробувані затиску 30 атмосфер. Корпуси всіх повітроохолоджувачів виконані із гладкого алюмінієвого сплаву з додаванням магнію, що надає високу механічну міцність і корозійну стійкість.



Рисунок 10.4 – Підлоговий повітроохолоджувач із забором повітря спереду (Helrman)

Відтавання повітроохолоджувачів відбувається за допомогою тенів, виконаних із титану й високоякісної сталі. Швидкість потоку повітря регулюється в межах від 0,5 до 2,5 м/с.

Кубічні повітроохолоджувачі великої продуктивності типу ICE відносяться до серії промислових випарників. Це повітроохолоджувачі великої продуктивності, тому застосовуються для охолодження великих холодильних камер і в процесах повітряної заморожування продукції. Продуктивність цього типу випарників коливається від 12 кВт до 191 кВт. Виконання з високою й низькою швидкістю обертання вентиляторів (рис. 10.5).

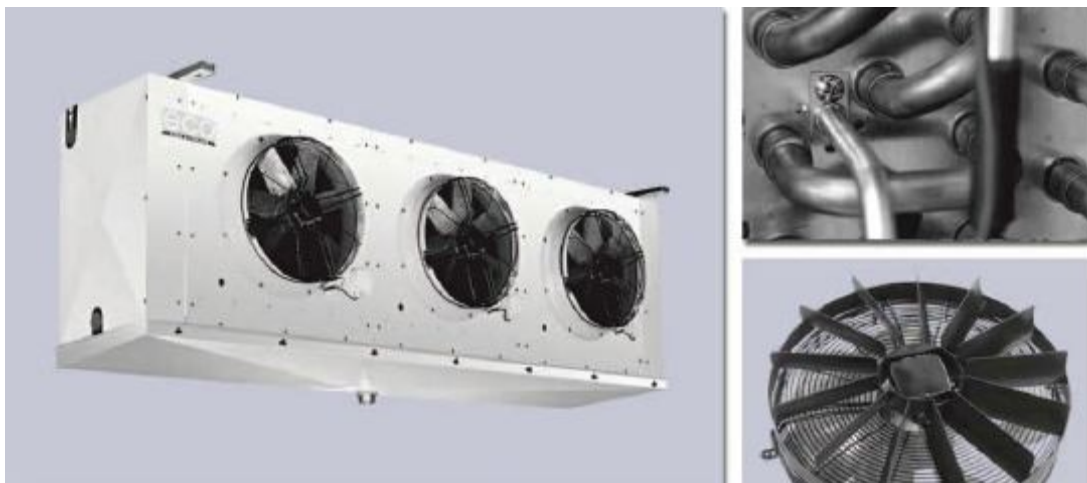


Рисунок 10.5 – Кубічні повітроохолоджувачі великої продуктивності тип ICE

Уся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління вискоефективними змійовиками, виготовленими з мідних труб із внутрішнім оребренням і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Відповідно до температури в камері серія підрозділяється на такі модифікації:

- ICE 06 для високих і середніх температур ($\geq -15^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 6,0 мм;

- ICE 08 – 10 – 12 для низьких температур ($\geq -35^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 8,0...10,0 і 12,0 мм, рекомендується виконання з електричним відтаванням (ED).

Двигуни вентиляторів у стандартному виконанні мають такі характеристики:

- діаметри 450, 560 і 630 мм, із зовнішнім ротором, живлення трифазною напругою 400 В, 50...60 Гц, дві швидкості, сталеві захисні ґрати з епоксидним покриттям;

- ступінь захисту IP 54;

- клас ізоляції В (F для O 630 мм);

- убудоване реле теплового захисту;

- робоча температура $-40...+40^{\circ}\text{C}$.

Виконання зі стандартною електричною системою відтавання (ED), обладнані нагрівачами з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками для трифазної напруги 400 В, 50...60 Гц (рис. 10.6).

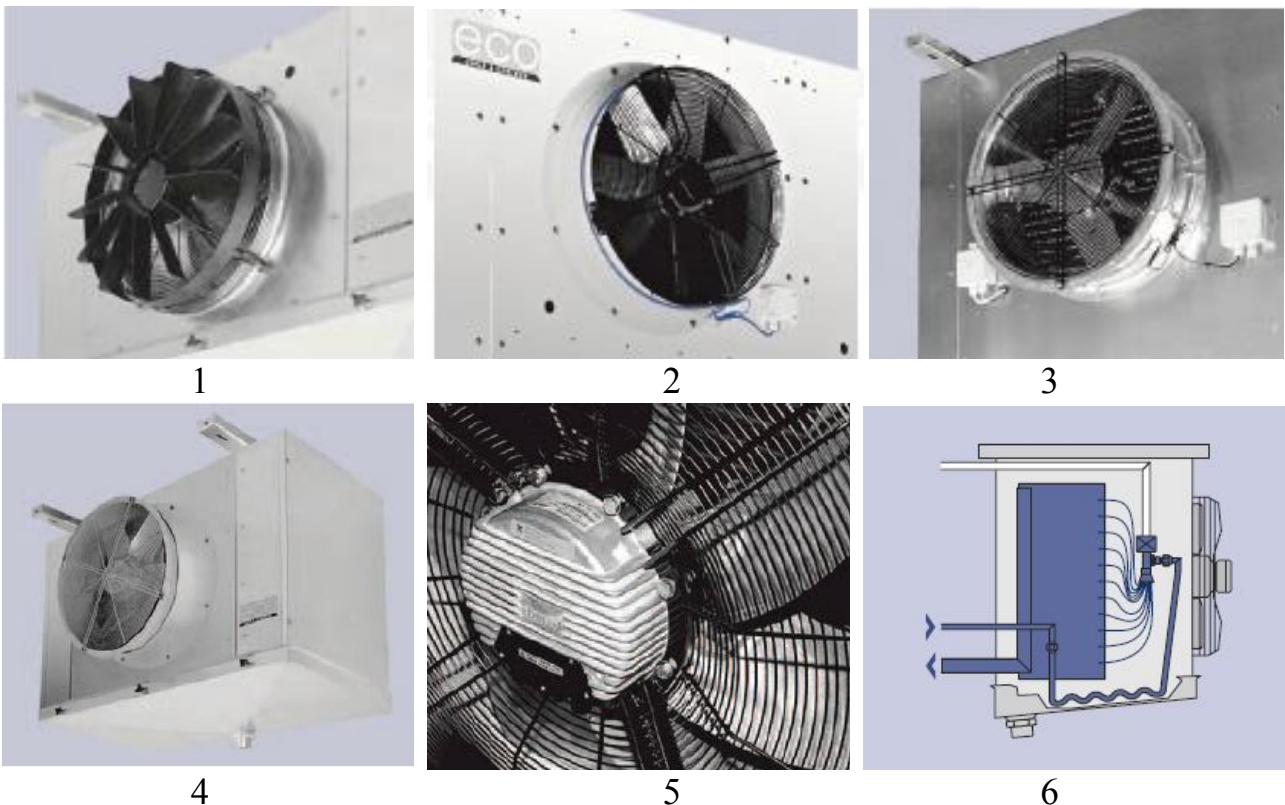


Рисунок 10.6 – Додаткові опції та спеціальне виконання: 1 – стрімери; 2 – додаткове відтавання вентилятора; 3 – модель для скороморозильних апаратів із інтенсивним рухом повітря; 4 – двигуни вентиляторів $\varnothing 710$ мм; 5 – енергозберігальні двигуни; 6 – відтавання гарячими парами

На рисунку 10.7 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача з діаметром вентилятора 450 мм.

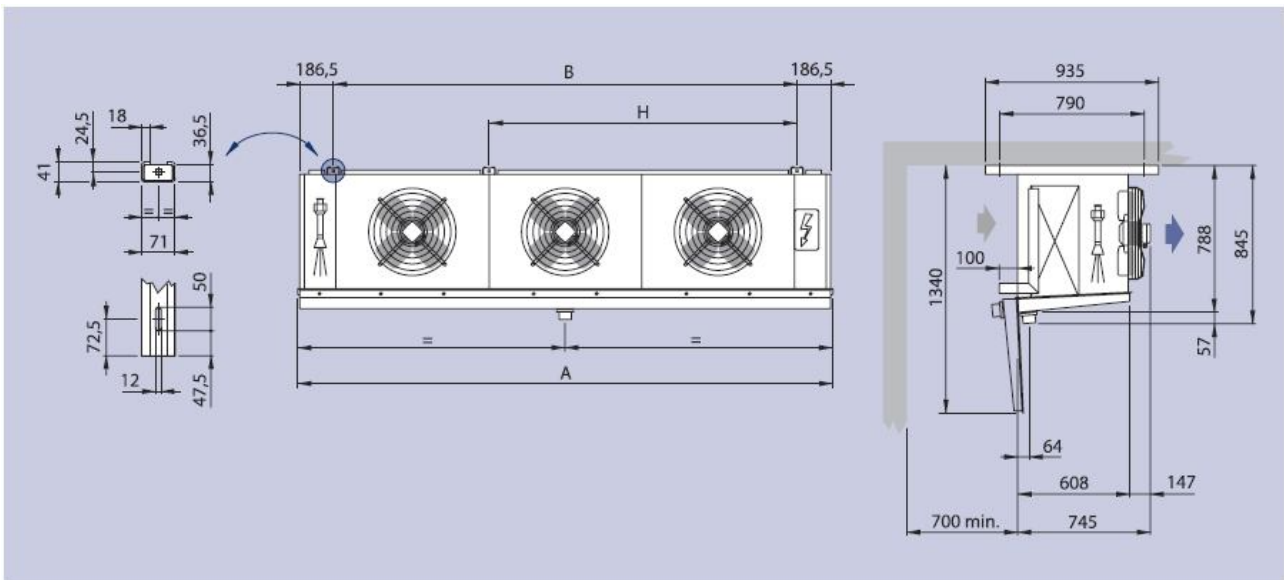


Рисунок 10.7 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ECO серії ICE з діаметром вентилятора 450 мм

Кубічні повітроохолоджувачі малої потужності STE

Повітроохолоджувачі з безпосереднім охолодженням серії STE призначені для холодильних камер для зберігання свіжих і заморожених продуктів.

Універсальний тип, завдяки своїй компактності ідеальний для широкого застосування в системах охолодження. Оптимальна довжина продуву до 25 м дає можливість застосовувати цей тип випарників у більших камерах. Можливий крок ребер: 3,5/6,0/8,5 мм. дозволяє застосовувати їх як для процесів зберігання, охолодження й заморожування продукції в невеликих камерах. Продуктивність серії від 1,5 кВт до 29 кВт (рис. 10.8). Компактність апарата дозволяє максимально використовувати простір камери, у якій він установлений.



Рисунок 10.8 – Кубічні повітроохолоджувачі малої потужності STE

Уся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління високоефективними змійовиками, виготовленими з мідних труб із внутрішнім оребренням і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Відповідно до температури в камері серія поділяється на такі модифікації:

- **СТЕ Н3** для високих температур ($\geq +2^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 3,5 мм;
- **СТЕ Е4 - А4** для високих температур ($\geq +2^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 4,0 мм;
- **СТЕ М6 - Е6 - А6** для середніх температур ($\geq -15^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 6,0 мм, рекомендується виконання з електричним відтаванням (ED);
- **СТЕ L8 - Е8 - А8** для низьких температур ($\geq -35^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 8,5 мм, обладнані системою електричного відтавання (ED).

У цій серії застосовуються різні типи стандартних двигунів вентиляторів:

- а) діаметр 250 мм, з екранованим полюсом, живлення однофазною напругою 230 В, 50...60 Гц, армовані скловолокном поліамідні захисні ґрати;
- б) діаметр 315 мм, із зовнішнім ротором, живлення однофазною напругою 230 В, 50...60 Гц, убудований конденсатор, сталеві з епоксидним покриттям захисні ґрати;
- с) діаметр 350 мм, із зовнішнім ротором, живлення однофазною напругою 230 В, 50...60 Гц, убудований конденсатор, сталеві з епоксидним покриттям захисні ґрати;
- д) діаметр 500 мм, із зовнішнім ротором, живлення трифазною напругою 400 В, 50...60 Гц, сталеві з епоксидним покриттям захисні ґрати.

Усі моделі мають такі характеристики:

- ступінь захисту IP 44 (IP 54 для діаметра 500 мм);
- клас ізоляції В (F для діаметра 350, 500 мм);
- убудоване реле теплового захисту;
- робоча температура мінус 35...+40°C.

Серія зі стандартною електричною системою відтавання (ED) обладнана нагрівачами з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками для трифазної напруги 400 В, 50...60 Гц.

На рисунку 10.9 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача з діаметром вентилятора 250 мм.

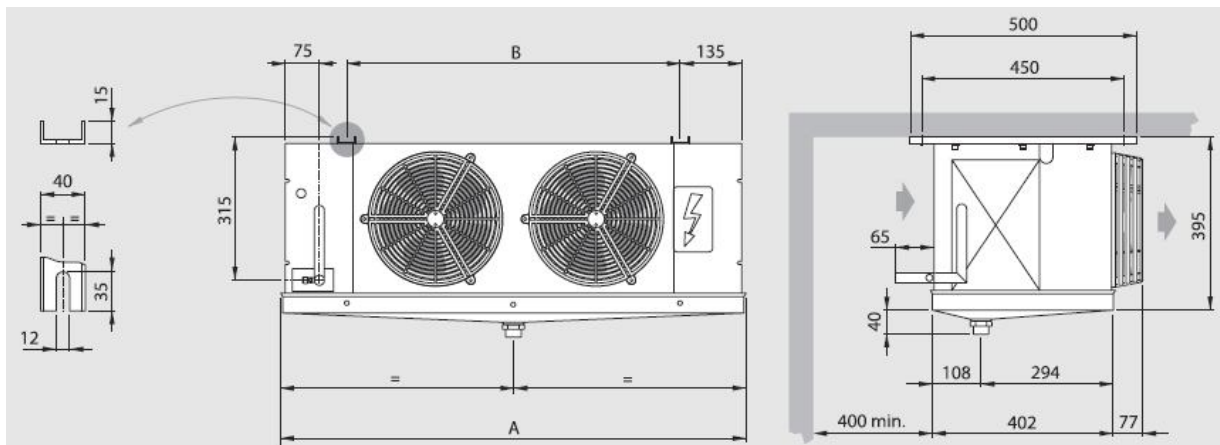


Рисунок 10.9 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ЕСО серії СТЕ з діаметром вентилятора 250 мм

Стельовий плоский повітроохолоджувач типу DFE

Серія повітроохолоджувачів DFE із двостороннім виходом потоку повітря була спеціально розроблена для встановлення в холодильних камерах із обмеженою висотою для зберігання свіжих або заморожених продуктів.

Завдяки середній глибині продуву ідеальний для застосування в робочих приміщеннях (кондиціонування) і для застосування в камерах зберігання продукції, чутливої до змін температури. Крок ребрення в цьому типі: 3,5...7 мм. Серія випускається із частотою обертів вентиляторів двох типів (низькою й високою), що дозволяє регулювати довжину повітряного потоку й продуктивність повітроохолоджувача (рис. 10.10).



Рисунок 10.10 – Стельовий плоский повітроохолоджувач типу DFE

Ці моделі обладнані двошвидкісними двигунами вентиляторів, що дозволяє працювати в режимі нормальної або обмеженої вентиляції (для зниження шуму).

Вся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління високоефективними зміювиками, виготовленими з мідних труб із внутрішнім ребренням і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Відповідно до температури в камері серія підрозділяється на такі модифікації:

- DFE H3 для високих температур ($\geq +2^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 3,5 мм;
- DFE L7 для низьких температур ($\geq -25^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 7,0 мм, рекомендується виконання з електричним відтаванням (ED).

Двигуни двошвидкісних вентиляторів мають такі характеристики:

- діаметр 315 мм, із зовнішнім ротором, живлення однофазною напругою 230 В, 50...60 Гц, убудований конденсатор, захисні ґрати з армованого скловолокном поліаміду;
- ступінь захисту IP 44;
- клас ізоляції F;
- убудоване реле теплового захисту;

– робоча температура $-35...+40^{\circ}\text{C}$.

Виконані зі стандартною електричною системою відтавання (ED), обладнані нагрівачами з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками для трифазної напруги 400 В, 50...60 Гц.

На рисунку 10.11 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача.

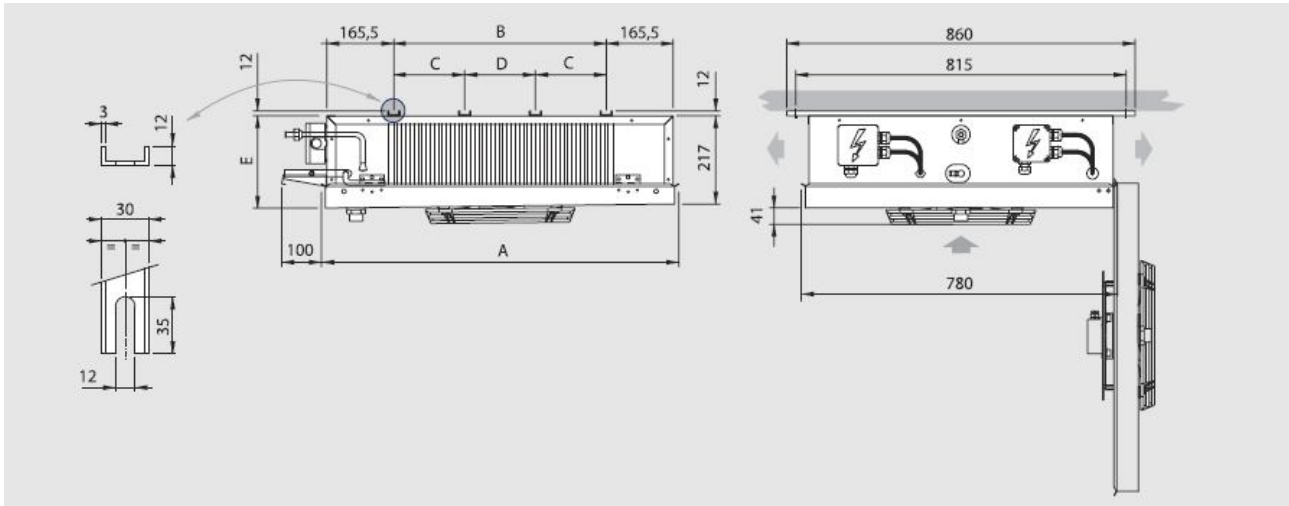


Рисунок 10.11 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ECO серії DFE

Стельовий плоский повітроохолоджувач типу EVS

Серія EVS була спеціально розроблена для встановлення в невеликих холодильних камерах, виставочних вітринах. Крок ребер: 4,5...9 мм (рис. 10.12).

За температурою повітря ця серія поділяється на моделі двох типів:

- EVS для відносно високих температур ($\geq -12^{\circ}\text{C}$), із кроком ребер 3,5/7 мм і електричним відтаванням;
- EVS/B для більше низьких температур ($\geq -25^{\circ}\text{C}$), із кроком ребер 4,5/9 мм і електричним відтаванням.



Рисунок 10.12 – Стельовий плоский повітроохолоджувач тип EVS

Вся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління вискоєфективними змійовиками, виготовленими з мідних труб і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Двигуни вентиляторів у стандартному виконанні мають такі характеристики:

- діаметр 200 мм, одна фаза, 230 В, 50...60 Гц, армовані скловолокном поліамідні захисні ґрати;
- ступінь захисту IP 42;
- клас ізоляції В;
- убудоване реле теплового захисту;
- робоча температура: $-35...+40^{\circ}\text{C}$.

На рисунку 10.13 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача, а на рисунку 10.14 – додаткові опції.

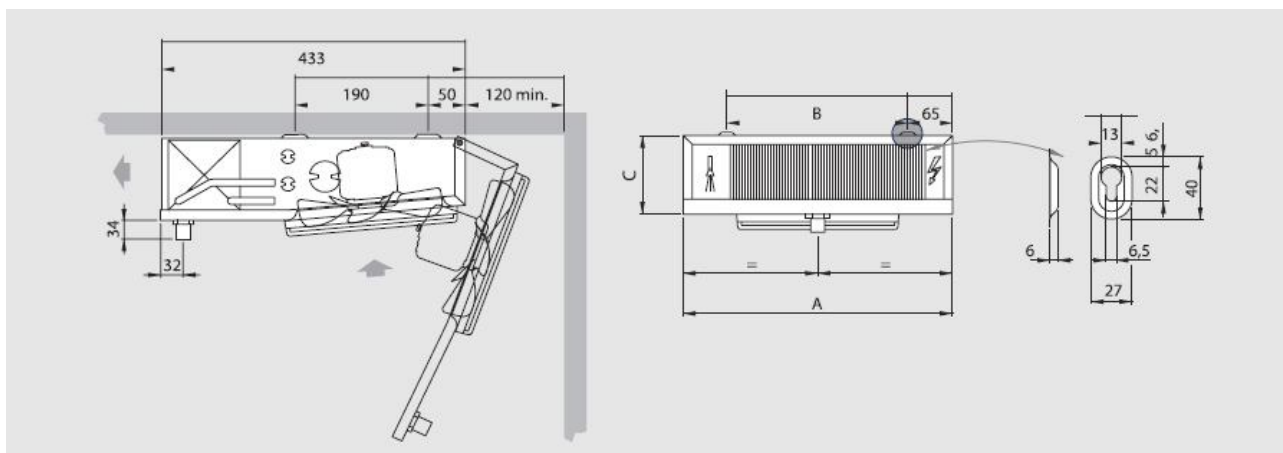


Рисунок 10.13 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ECO серії EVS



1

2

3

Рисунок 10.14 – Додаткові опції повітроохолоджувача ECO серії EVS: 1 – теплообмінник; 2 – ЕС двигун; 3 – піддон для конденсату для настінних моделей

Стельовий плоский повітроохолоджувач типу LFE

Із кроком ребрення 5 мм. Завдяки невеликій швидкості повітряного потоку й двосторонньому обдуву ідеально підходять для застосування їх у камерах зберігання

товарів, що вимагають підтримання певної вологості повітря (фрукти, овочі), а також у робочих приміщеннях (рис. 1015).

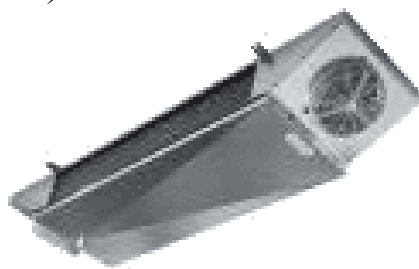


Рисунок 10.15 – Стельовий плоский повітроохолоджувач тип LFE

Стельовий плоский повітроохолоджувач типу МІС

Серія повітроохолоджувачів МІС із двостороннім виходом потоку повітря призначена для встановлення у виставочних вітринах і в невеликих прямокутних холодильних камерах (рис. 10.16).



Рисунок 10.16 – Стельовий плоский повітроохолоджувач типу МІС

Вся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління вискоєфективними змієвиками, виготовленими з мідних труб і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Крок ребер для всієї серії становить 4,5/9 мм (для температури повітря \geq мінус 25°C).

Двигуни вентиляторів у стандартному виконанні мають такі характеристики:

- діаметр 230 мм, одна фаза, 230 В, 50...60 Гц, армовані скловолокном поліамідні захисні ґрати;
- ступінь захисту IP 42;
- клас ізоляції В;
- убудоване реле теплового захисту;
- робоча температура $-35...+40^{\circ}\text{C}$.

Виконані зі стандартною електричною системою відтавання (ED), обладнані нагрівачами з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками для однофазної напруги 230 В, 50...60 Гц.

На рисунку 10.17 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача.

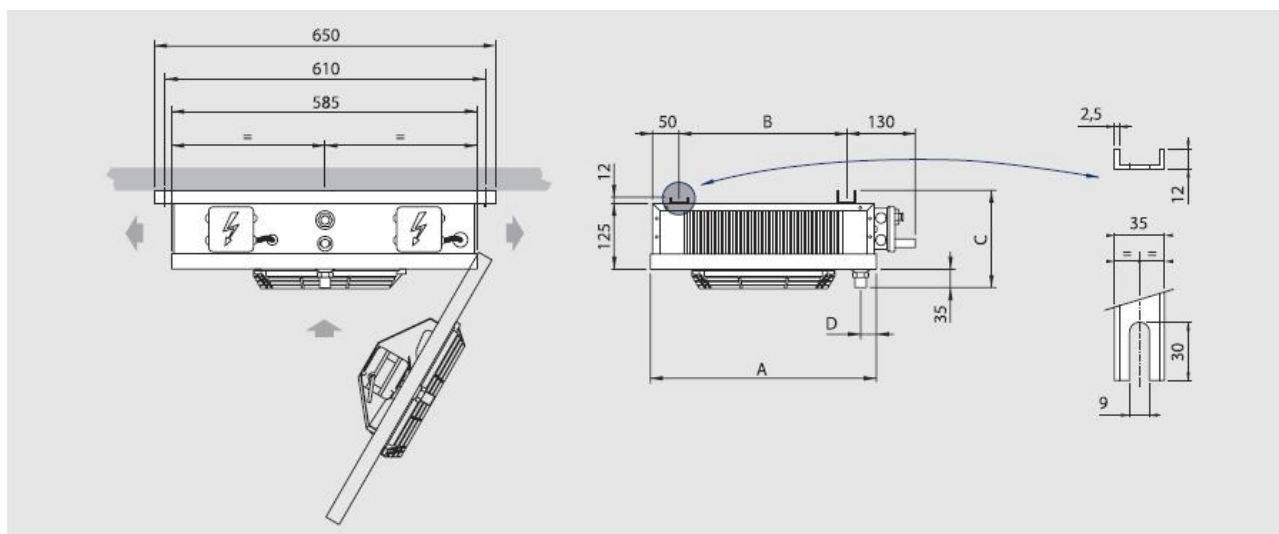


Рисунок 10.17 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ECO серії MIC

Промисловий стельовий плоский повітроохолоджувач типу IDE

Серія повітроохолоджувачів IDE із двостороннім виходом потоку повітря була спеціально розроблена для установлення в великих холодильних камерах із обмеженою висотою для зберігання свіжих або заморожених продуктів. Високопродуктивні блоки (батареї) виготовлені зі спеціально профільованих алюмінієвих ребер і мідних труб, що забезпечує можливість їхньої роботи на будь-яких холодоагентах нового покоління. Характеризуються високою продуктивністю. Крок ребрення – 4,5; 7; 10 мм. Завдяки плоскій формі й великій площі теплообміну, а також двосторонньому обдуву застосовуються в камерах схову з температурою від +10°C до –35°C. Можливе включення вентиляторів повітроохолоджувачів на велику й малу швидкості обертання, що дозволяє регулювати їхню продуктивність (рис. 10.18).

Вся серія обладнана розрахованими на холодоагенти нового покоління високоефективними змійовиками, виготовленими з мідних труб із внутрішнім ребренням і алюмінієвих ребер спеціального профілю.

Відповідно до температури в камері серія поділяється на такі модифікації:

IDE-4 для високих температур ($\geq +2^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 4,5 мм;

IDE-7 для середніх температур ($\geq -25^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 7,0 мм, рекомендується виконання з електричним відтаванням (ED).

IDE-10 для низьких температур ($\geq -35^{\circ}\text{C}$) із кроком ребер 10,0 мм, рекомендується виконання з електричним відтаванням (ED).

Двигуни вентиляторів у стандартному виконанні мають такі характеристики:

- діаметри 450 і 560 мм, із зовнішнім ротором, живлення трифазною напругою 400 В, 50...60 Гц, дві швидкості, сталеві захисні ґрати з епоксидним покриттям;
- ступінь захисту IP 54;
- клас ізоляції В;
- убудоване реле теплового захисту;
- робоча температура $-40...+40^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 10.18 – Промисловий стельовий плоский повітроохолоджувач типу IDE

На рисунку 10.19 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача, а на рисунку 10.20 – додаткові опції.

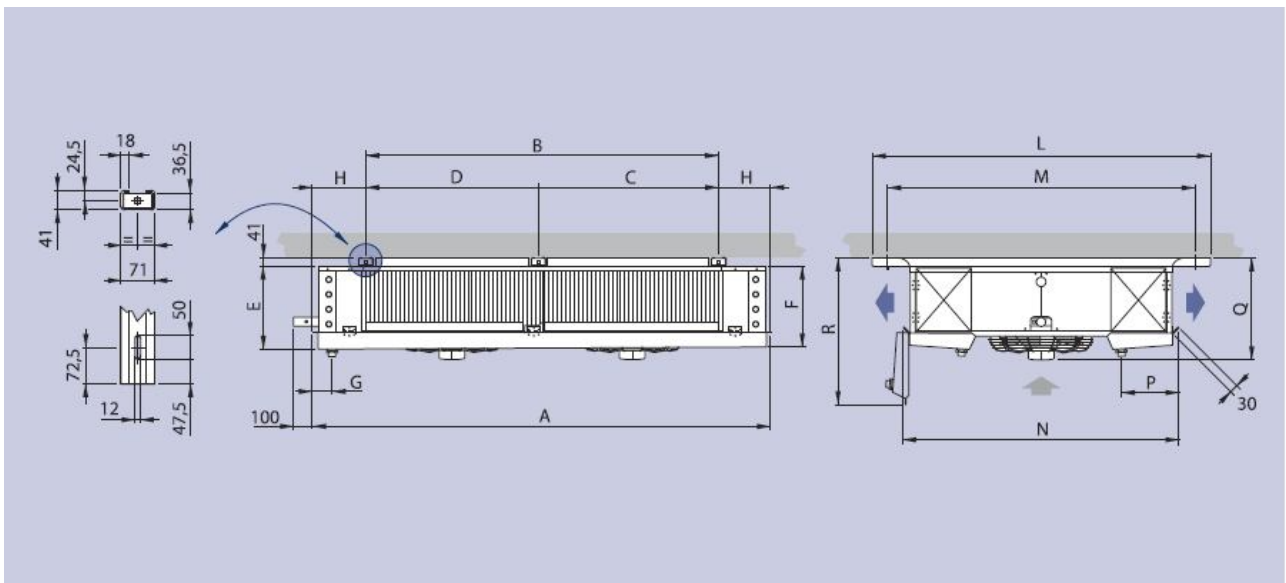
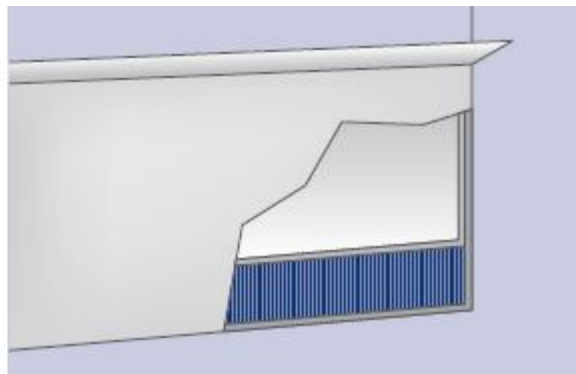


Рисунок 10.19 – Габаритні розміри повітроохолоджувача ECO серії IDE



1



2

Рисунок 10.20 – Додаткові опції: 1 – зворотній повітряний потік під час заморожування; 2 – піддон для конденсату з подвійною ізоляцією

Повітроохолоджувачі підлогового типу

Серія SRE була розроблена з урахуванням основних вимог у сегменті охолодження продуктів харчування відповідно до ефективності й економічності в тих випадках, коли необхідне швидке охолодження (рис. 10.21). Моделі цього ряду спеціально спроектовані для швидкозаморозильних камер і є ідеальним рішенням для різноманітних установок (камер різних розмірів).

Серія SRE – охолоджувачі підлогового типу, що складаються з вертикальних модулів із двома горизонтальними продувами повітря. Для цього ряду моделей існує три різних діаметри вентиляторів (500, 560 і 630 мм), оснащені спеціальними профілями лопатки, які гарантують відповідну повітряну циркуляцію.



Рисунок 10.21 – Повітроохолоджувачі підлогового типу

На рисунку 10.22 наведено габаритні розміри повітроохолоджувача для діаметра вентилятора 500 та 560 мм.

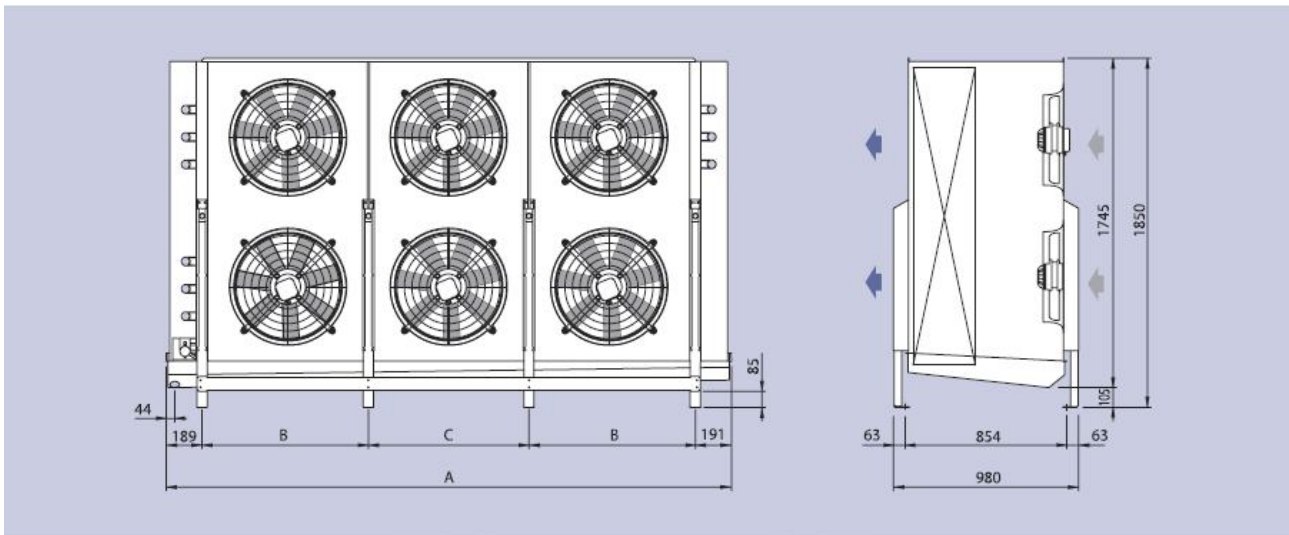


Рисунок 10.22– Габаритні розміри повітроохолоджувача серії SRE

У табл. 10.1 наведено основні характеристики деяких моделей повітроохолоджувачів ЕСО.

Шок-фростери ТЕКО

Компанія ТЕКО поставляє спеціальні повітроохолоджувачі для холодильних систем, в яких за технологією необхідне швидке заморожування обдувом повітря великої кількості продукції – шок-фростери серії WHITELINE (рис. 10.23).







Рисунок 10.23 – Шок-фростери серії WHITELINE

Шок-фростери принципово відрізняються від повітроохолоджувачів у такий спосіб:

- збільшена відстань між ламелями оребрення теплообмінника: 15,8/7,9 мм 20,0/10,0 мм. Це приводить до того, що лід набагато довше намерзає між ламелями, чим у звичайних повітроохолоджувачах. Тому відтавання здійснюється рідше й більше залишається часу на заморожування продукту;
- збільшена потужність системи електровідтаювання шок-фростера.

Таблиця 10.1 – Інші моделі повітроохолоджувачів ЕСО

Серія	Характеристика серії	Ламельний блок	Вентилятори	Відтавання (версія)	Застосування
1	2	3	4	5	6
EP	<ul style="list-style-type: none"> • настінні випарники • 4 моделі з холодопродуктивністю від 0,55 кВт до 2,31 кВт (за $T_{кам} = 0^{\circ}\text{C}$, $\Delta T=8\text{K}$ для R404A) 	<ul style="list-style-type: none"> • рифлено-алюмінієві ламелі • проміжок між ламелями – 3,5/7 мм • мідні труби в послідовній системі з діаметром 9,52 мм • проміжок між трубами – 25×25 мм 	<ul style="list-style-type: none"> • швидкість вентиляторів – 1300 об/хв • від 1 до 3 вентиляторів з діаметром 230 мм • живлення вентиляторів – 230В/1/50Гц 	<ul style="list-style-type: none"> • електричні нагрівачі виготовлені з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками • потужність нагрівачів від 300 Вт до 900 Вт (230В/1/50Гц) 	<ul style="list-style-type: none"> • холодильні меблі й невеликі холодильні камери • для застосування < мінус 5⁰С з електричним відтаванням • для застосування < мінус 12⁰С з додатковим нагрівачем піддона для поталої води
LFE	<ul style="list-style-type: none"> • плоскі стельові випарники • 5 моделей з холодопродуктивністю від 2,96 кВт до 8,43 кВт (за $T_{кам} = 0^{\circ}\text{C}$, $\Delta T=8\text{K}$ для R404A) 	<ul style="list-style-type: none"> • рифлено-алюмінієві ламелі • проміжок між ламелями – 5 мм • мідні труби в послідовній системі з діаметром 12,7 мм • проміжок між трубами – 37,5×32,5 мм 	<ul style="list-style-type: none"> • швидкість вентиляторів – 1300 об/хв • регулювання обертів за допомогою трансформатора напруги • 2 вентилятори з діаметром 250 або 315 мм • живлення вентиляторів – 230В/1/50Гц 	<ul style="list-style-type: none"> • електричні нагрівачі виготовлені з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками • потужність нагрівачів від 2,55 кВт до 6 кВт (400В/3/50Гц) 	<ul style="list-style-type: none"> • приміщення з вимогою невеликої циркуляції повітря • високі й середні температури (вище мінус 10⁰С)

1	2	3	4	5	6
МТЕ	<ul style="list-style-type: none"> • плоскі стельові випарники • 18 моделей з холодопродуктивністю від 0,65 кВт до 3,68 кВт (за $T_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$, $\Delta T = 8\text{K}$ для R404A) 	<ul style="list-style-type: none"> • рифлено-алюмінієві ламелі • проміжок між ламелями – 4 мм або 7 мм • мідні труби з діаметром 12,7 мм • проміжок між трубами – 37,5×32,5 мм 	<ul style="list-style-type: none"> • від 1 до 4 вентиляторів з діаметром 250 мм • живлення вентиляторів – 230В/1/50Гц 	<ul style="list-style-type: none"> • електричні нагрівачі виготовлені з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками • потужність нагрівачів від 450 Вт до 2625 Вт (230В/1/50Гц) 	<ul style="list-style-type: none"> • холодильні камери для зберігання свіжих і морожених продуктів • високі температури ($> 2^{\circ}\text{C}$) – відстань ламелі 4 мм • низькі температури ($> \text{мінус } 25^{\circ}\text{C}$) – відстань ламелі 7 мм
STE	<ul style="list-style-type: none"> • плоскі стельові випарники • 8 моделей з холодопродуктивністю від 1,63 кВт до 8,07 кВт (за $T_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$, $\Delta T = 8\text{K}$ для R404A) 	<ul style="list-style-type: none"> • рифлено-алюмінієві ламелі • проміжок між ламелями – 3,5 мм або 7 мм • мідні труби з діаметром 12,7 мм • проміжок між трубами – 37,5×32,5 мм 	<ul style="list-style-type: none"> • швидкість вентиляторів – 1320 об/хв • від 1 до 4 вентиляторів з діаметром 315 мм • живлення вентиляторів – 230В/1/50Гц 	<ul style="list-style-type: none"> • електричні нагрівачі виготовлені з нержавіючої сталі з покритими гумою наконечниками • потужність нагрівачів від 1,2 кВт до 5,4 кВт (400В/3/50Гц) 	<ul style="list-style-type: none"> • холодильні камери для зберігання свіжих і морожених продуктів • високі температури (відстань ламелі 3,5 мм) • низькі температури (відстань ламелі 7 мм)

Тому відтаювання здійснюється набагато швидше, ніж у звичайних повітроохолоджувачах, і більше часу залишається на заморожування продукту. До речі, у шок-фростерів WHITELINE на час відтавання теплообмінник закривається шторками, тим самим зберігається температура продукту, що заморожується;

– збільшена потужність вентиляторів. Це дозволяє створити в камері досить інтенсивну циркуляцію повітря й прискорити процес заморожування;

– особлива механічна конструкція поділу теплообмінника й блока вентиляторів. Це дозволяє встановлювати шок-фростери WHITELINE не тільки традиційно на стелі або стіні камери, але й на підлозі. Підлогове розміщення шок-фростерів можна робити впритул до стіни, що істотно скорочує «мертвий обсяг» камери й дозволяє максимально ефективно використовувати існуючий теплоізолюваний обсяг. Підлогові шок-фростери можна розміщати й острівним способом (рис. 10.24).

Підсумовуючи відмінності шок-фростерів від промислових повітроохолоджувачів, можна зробити висновок про те, що шок-фростер – це не просто продуктивний повітроохолоджувач, але й принципово новий пристрій, спеціально призначений для систем швидкісного, шокового заморожування.

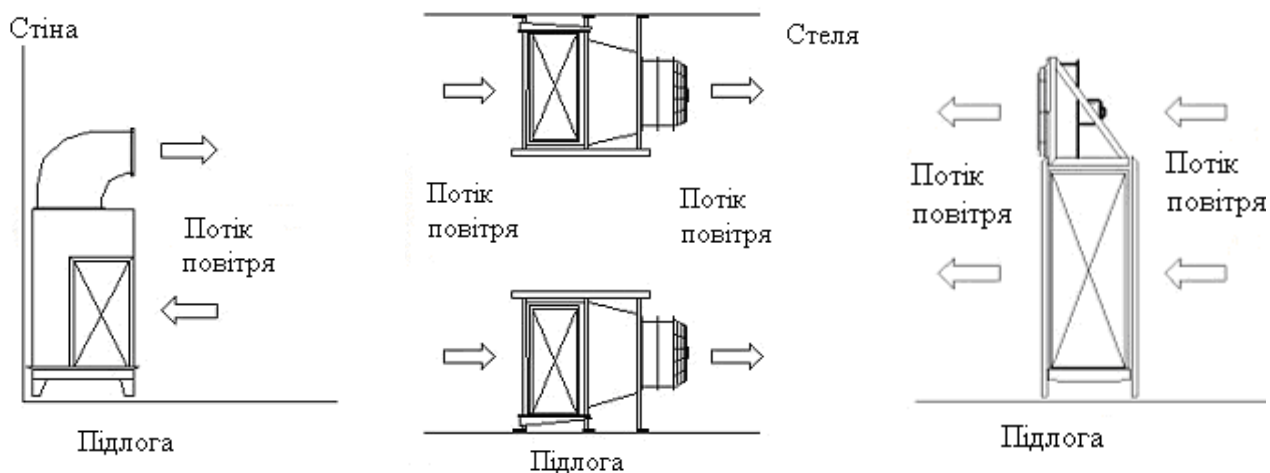


Рисунок 10.24 – Варіанти розміщення шок-фростерів

Для оцінювання різних видів повітроохолоджувачів наведемо порівняння постаментного й кубічного повітроохолоджувачів під час заморожування пельменів і напівфабрикатів 250 кг/год (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 – Порівняння постаментного й кубічного повітроохолоджувачів

Параметр	Тип повітроохолоджувача	
	постаментний	кубічний
Марка	ВП 28/G	GHF 050 1E/37
Площа поверхні, м ²	266	151
Об'єм повітря, м ³ /год	42000	19320
Вартість, EURO	7580	4861
Час роботи без заморожування, год	12	3
Кількість циклів розморожування на добу, шт.	2	6
Кількість робочих годин із вироблення холоду на добу, год	22	18
Кількість замороженої продукції на добу, кг	5500	4500
Кількість замороженої продукції на місяць (22 робочих дня), кг	121000	99000

10.1.2. Батарей

Залежно від виду труб батареї бувають оребреними й гладкотрубними. Внаслідок застосування оребрених батарей зменшується витрата труб, знижується металоємність охолодних приладів, а також скорочується маса холодильного агента, що перебуває у випарній системі. В останні роки в вітчизняних холодильниках стали застосовувати батареї, виконані у вигляді панелей. Залежно від конструктивного виконання батареї можуть бути змієвикові й колекторні. Колекторні бувають із горизонтальним і вертикальним розташуванням труб. Батарей можуть бути пристінні, розташовані уздовж зовнішніх або внутрішніх стін камери, а також стельові, розташовані на стелі охолоджуваного приміщення. За видом охолодного середовища батареї поділяють на батареї безпосереднього охолодження й з холодоносієм.

На вітчизняних холодильниках камери зберігання оснащуються оребреними батареями трьох типів, колекторними однорядними пристінними й стельовими; змієвиковими однорядними пристінними й стельовими; колекторними однорядними стельовими з розрідженим кроком ребер. Для компонування таких батарей передбачені секції одноколекторні, змієвикові хвостові й головні, середні, двоколекторні й змієвикові (рис. 10.25).

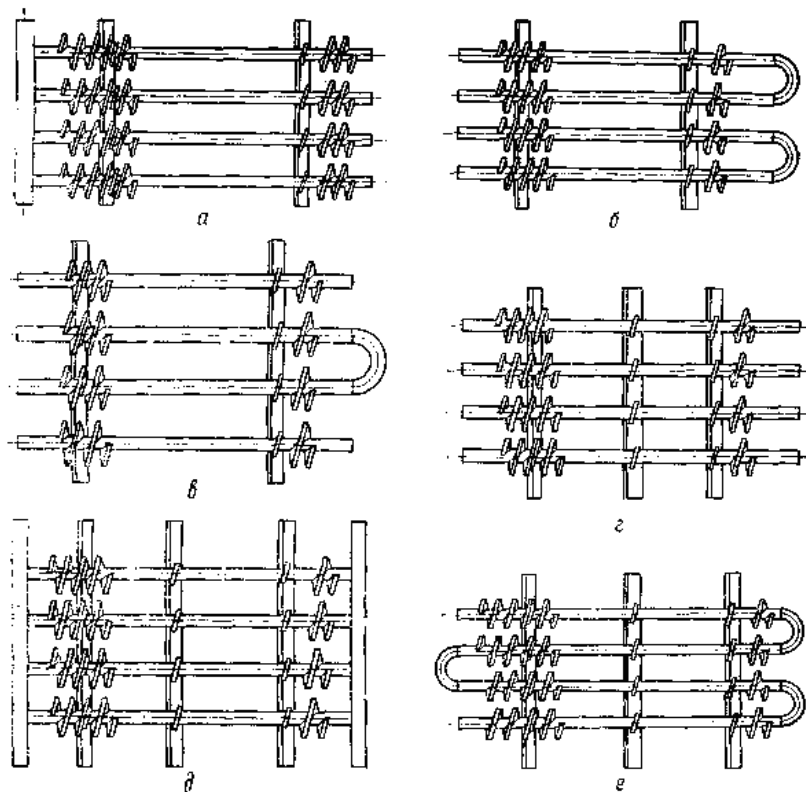


Рисунок 10.25 – Секції для компонування оребрених батарей:
а – одноколекторна; б – змійовикова хвостова; в – змійовикова головна; г – середня; д – двоколекторна; е – змійовикова

Технічна характеристика секцій для оребрених батарей наведена в табл. 10.3.

Під час проектування камер зберігання з батареями важливо правильно розмістити охолодні прилади. За будь-якого розміщення батарей вони повинні відвести всі теплоприпливи, що проникають у приміщення й виникають у ньому. Проте вплив теплоприпливів через огороження приміщення на коливання температури й вологості повітря у вантажному обсязі камери буде найменшим, якщо батареї будуть розміщені на шляху теплоприпливів. За такого розміщення батарей вони локалізують припливи тепла й вологи в місці їхнього проникнення й не допускають їх усередину охолоджуваного приміщення. Очевидно, що батареї, насамперед, повинні розміщатися на тих огороженнях, через які проникає найбільша кількість тепла. Тому батареї доцільно розподіляти по всій поверхні огорожень із найбільшими теплоприпливами. Найпростіше це можна виконати, якщо батареї виготовлені із гладких труб. Гладкотрубні батареї рекомендується рівномірно розподіляти по стелі й зовнішніх стінах камер із кроком між трубами 180...300 мм на відстані 120...150 мм від площини огороження.

Якщо оребрені пристінні батареї не закривають всю площу стіни, то їх розміщують у верхній зоні камери на відстані 150...200 мм від площини стіни.

Холодне повітря, що рухається вниз від охолодних приладів, створює біля стіни холодну повітряну завісу.

Таблиця 10.3 – Параметри секцій батарей

Показники	Секції									
	Одноколекторні довжиною 2750 мм	Змійовикові головні довжиною 2750 мм	Змійовикові хвостові довжиною 2750 мм	Середні довжиною, мм			Двоколекторні довжиною, мм		Змійовикові довжиною, мм	
				300	450	6000	2000	4250	2000	4250
Площа поверхні охолодження, м ² , за кроку ребер 20 мм – кількість труб – 4	16,85	16,85	168,5	18,4	–	36	9,15	–	9,15	–
Кількість труб – 6	25,1	25,1	25,1	–	39	–	–	39,1	–	39,1
За кроку ребер 30 мм – кількість труб – 4	11,7	11,7	11,7	12,75	–	25,3	6,4	–	6,4	–
Кількість труб – 6	17,5	17,5	17,5	–	27	-	–	27,1	–	27,1
Маса секцій, кг, за кроку ребер 20 мм – кількість труб – 4	94,4	90,4	91	98,2	–	272	74,8	–	68	–
Кількість труб – 6	136,2	136,2	136,4	–	20,9	–	–	219	–	212
За кроку ребер 30 мм – кількість ребер – 4	74,2	70,7	70,8	76,1	–	167	60	–	52,6	–
Кількість ребер – 6	110,6	105,5	105,6	–	162	–	–	173	–	162
Висота, мм, за кількості труб – 4	640	640	640	640	–	1280	640	–	640	–
За кількості труб – 6	960	960	960	–	960	–	–	960	–	960
Середній коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	5,2	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,8	4,8	3,8	3,8

Оребрені стельові батареї забезпечують рівномірний розподіл температури у вантажному обсязі камери. У той же час таке розташування стельових батарей створює труднощі під час зняття снігової шуби з їхньої поверхні. Крім того, через розміщення на стелі охолодних приладів зменшується висота штабеля вантажу й скорочується вантажний обсяг камери.

Наявність у камерах батарей, температура поверхні яких нижче температури повітря приміщення, приводить до відносної вологості повітря нижче 100%, а отже, до зростання усушки.

Для зменшення усушки продукту батареї іноді виносять із вантажного обсягу камери зберігання в так звану **повітряну теплозахисну оболонку** (рис. 10.26), де підтримується така ж температура, як і в камері зберігання. У результаті відсутній теплообмін між повітрям у оболонці й повітрям у камері.

Батареї, призначені для відведення зовнішніх теплоприпливів, розташовані у верхній частині повітряної теплозахисної сорочки.

Різновидом повітряної теплозахисної сорочки варто вважати **крижані екрани** (рис. 10.27), які встановлюють на відстані 400 мм від пристінних батарей. Такі екрани виготовляють із дерев'яних рам, обтягнутих грубою тканиною: мішковиною, бяззю або брезентом. Після складання рам на поверхнях тканини з боку камери протягом 10...15 днів. наморожується шар льоду товщиною 10...20 мм. До складу обладнання, використовуваного для наморожування льоду, входить насосна установка, бак із водою (місткістю 200...300 л), система гнучких шлангів із водорозпилювачами.

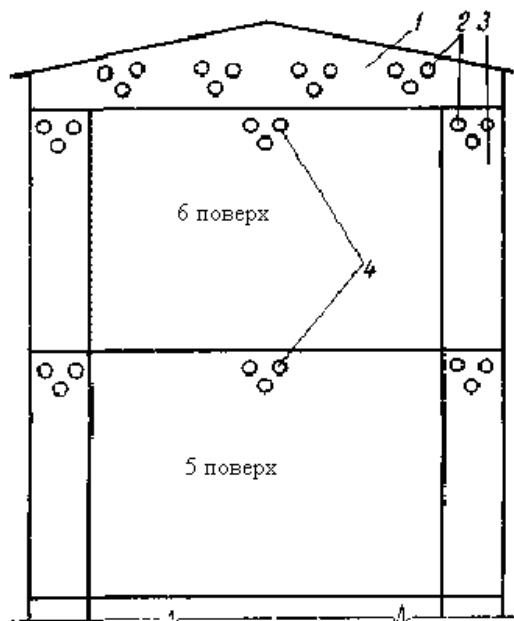


Рисунок 10.26 – Холодильник із повітряною теплозахисною сорочкою: 1 – горіщне приміщення; 2, 4 – оребрені батареї; 3 – повітряна теплозахисна сорочка

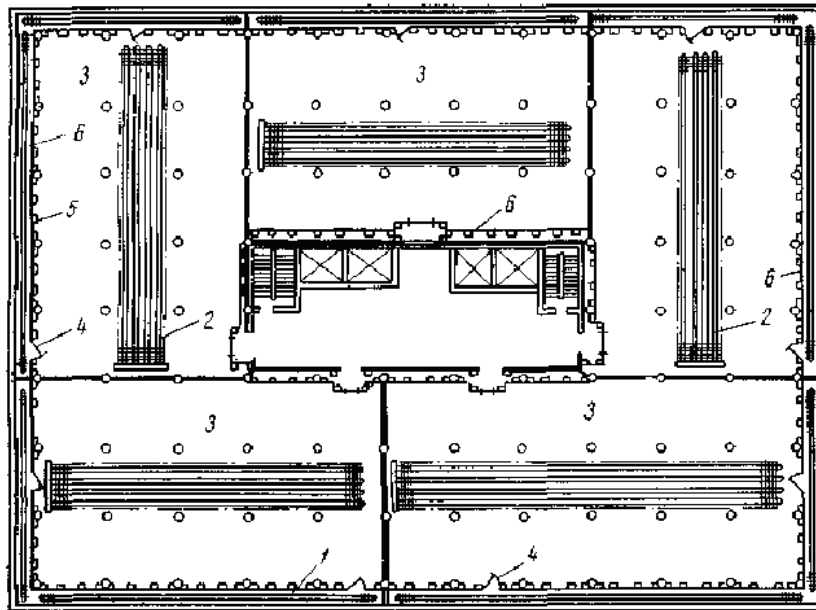


Рисунок 10.27 – Камери зберігання із крижаними екранами: 1 – пристінні оребрені батареї; 2 - стельова батарея; 3 – камера зберігання; 4 – двері; 5 – стійки для кріплення дерев'яних рам; 6 – крижані екрани

У процесі експлуатації камер із крижаними екранами відбувається сублімація замороженого льоду. У міру сублімації відбувається періодичне відновлення крижаної кірки.

Внутрішні теплоприпливи, а також теплоприпливи через перекриття розподіляються стельовими батареями, що перебувають у камері. Для зменшення усушки штабеля вантажу покривають шаром тканини, на яку також заморожують кірку льоду товщиною 20...30 мм. У камерах із крижаними екранами встановлюється підвищена відносна вологість до 90%, масові втрати зменшуються приблизно в 2 рази.

Панельні батареї встановлюються в камері так, що вони утворюють повітряну теплозахисну сорочку (рис. 10.28). Комплекс, що складається з панельних батарей і теплоізоляційних конструкцій камери, утворює панельну систему охолодження. Панельні батареї утворюють підвісну стелю. Батареї, розташовані в зовнішніх стінах із відступом від їхньої поверхні 150...200 мм, утворюють повітряний потік, що виконує роль повітряної теплозахисної сорочки.

Панельні батареї виготовляють із гладких труб із зовнішнім діаметром 38 мм, до яких приварюються сталеві листи товщиною 1,5...2 мм.

Для зменшення металоємності панельні батареї можна виконувати у вигляді льодотрубних батарей із гладких труб діаметром 25 або 38 мм із кроком 300 мм. На каркасі батареї на дерев'яних рамках кріпиться тканина або інший листовий матеріал, на якому заморожується шар льоду товщиною 40...50 мм. Крижаний екран утвориться розпиленням води через форсунки так, щоб лід заповнив простір між трубами.

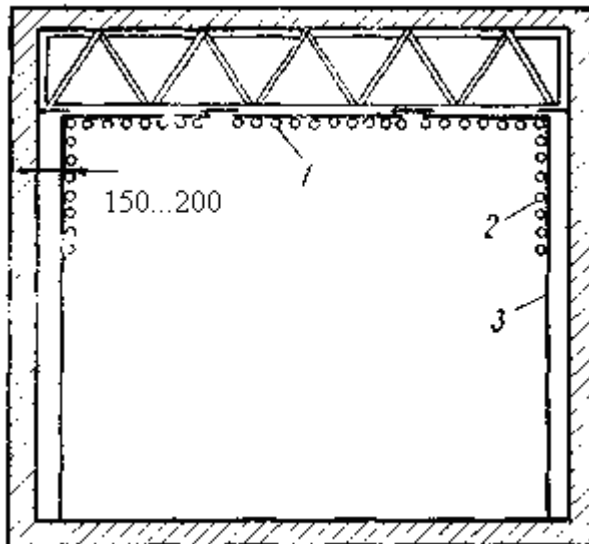


Рисунок 10.28 – Камера зберігання з панельними батареями: 1 – стельова панельна батарея; 2 – пристінна панельна батарея; 3 – паронепроникна тканина

10.2. Зволожуючі пристрої

Зволоження повітря в камерах зберігання проводять із метою регулювання його відносної вологості, яку можна підвищити збільшенням температури поверхні охолодних приладів, зменшенням їх теплопередавальної поверхні, а також подачею вологи в повітря охолоджуваного приміщення.

Щоб збільшити відносну вологість повітря в камерах зберігання, використовують пристрої для зволоження водою або парою.

10.2.1. Пристрої для зволоження повітря водою

Зволоження повітря водою проводиться форсунками або механічними розпилувачами.

Зволожуючий пристрій, який розпилює воду за допомогою пневматичних форсунок (рис. 10.29), складається з форсунок, трубопроводів для подачі стисненого повітря й води до форсунок, бачка з кульовим клапаном і сітчастим фільтром.

Стиснене повітря подається повітряним компресором до форсунок. Від масла повітря очищається масловіддільником. Вода з водопроводу направляється в бачок, а потім – до форсунок. Стиснене повітря, розширюючись на виході, може остудити форсунки на кілька градусів і заморозити воду в них навіть за плюсової температури повітря в камері.

Для запобігання замерзанню води всі трубопроводи, що підводять, і форсуночні стояки, розташовані в холодильних камерах, обігривають електронагрівниками.

Перед форсунками встановлюють фільтри, що не дають їм засмічуватися. Для зменшення тертя води й запобігання утворенню повітряних пухирців і пробок, які впливають на рівномірність її розбризкування окремими форсунками, що підводять водянні трубопроводи до них, вони повинні бути відрегульовані за

рівнем. Крім того, запірні вентиля дозволяють за необхідності вирівнювати подачу води до них. Форсунки бувають із внутрішнім і зовнішнім змішування.

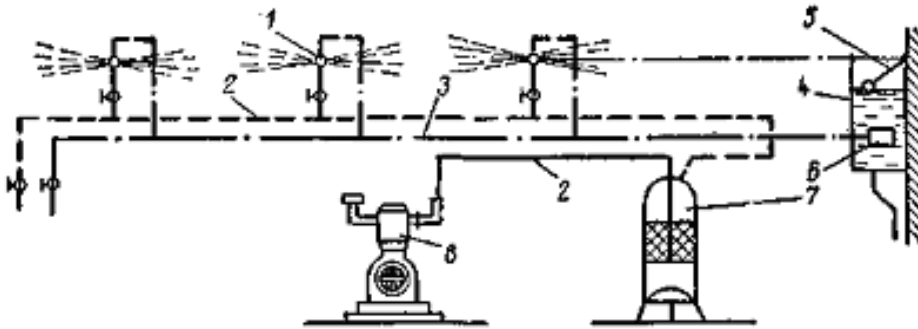


Рисунок 10.29 – Зволожуючий пристрій, що розпоршує воду за допомогою пневматичних форсунок: 1 – форсунки; 2 – трубопровід для подачі стисненого повітря; 3 – трубопровід для подачі води до форсунок; 4 – бачок; 5 – кульовий клапан; 6 – сітчастий фільтр; 7 – масловіддільник; 8 – повітряний компресор

Унаслідок змішування стисненого повітря з водою у форсунці утвориться водно-повітряна суміш, що нагнітається через її вихідний отвір у камеру зберігання. З такими форсунками тиск води повинен бути не більше, ніж на 100...150 кПа нижче тиску повітря. Щоб уникнути можливого забруднення питної води стисненим повітрям, приєднання форсунок внутрішнього змішування безпосередньо до водогінної мережі забороняється.

У форсунках зовнішнього змішування повітря й вода нагнітаються в корпус через окремі отвори й змішуються за його межами. Це усуває можливість зворотного струму повітря у водяну магістраль. Рівень води в бачку підтримується нижче вихідного отвору форсунок. У цьому випадку вода підсмоктується внаслідок ежектуючої дії струменя повітря, що виходить із форсунки. Вода направляється до вихідного отвору, звідки вона разом із повітрям у вигляді дрібних крапельок нагнітається у вантажний обсяг камери схову. Для збільшення продуктивності форсунок вода в них може подаватися з невеликим надлишковим тиском (до 10 кПа).

Останнім часом для зволоження повітря в камерах зберігання стали застосовуватися форсунки з безпосереднім розпиленням води під високим тиском (5000...6000 кПа), що підтримується насосом. Продуктивність насоса відповідає продуктивності форсунок. Для зменшення зношування форсунок, що працюють за високого тиску води, крайки їхніх вихідних отворів виготовляють зі спеціальних твердих сплавів (карбідів). Через малі діаметри вихідних отворів необхідно застосовувати складні фільтри тонкого очищення води.

Автоматичний зволожуючий пристрій із механічним розпиленням води (рис. 10.30) складається з ротаційного розпилювача вологи, коробки керування, регулятора вологості й чутливого елемента.

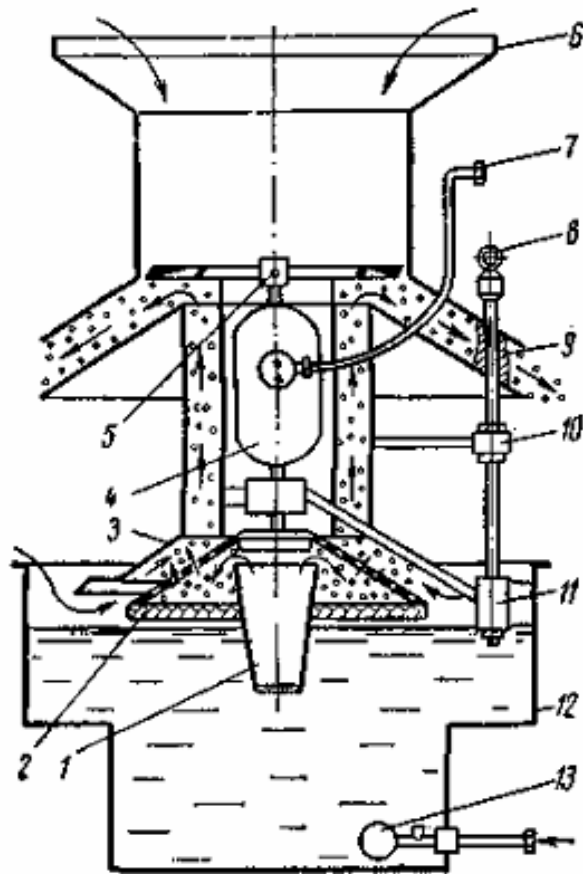


Рисунок 10.30 – Ротаційний розпилювач вологи автоматичного зволожуючого пристрою з механічним розпилювачем води: 1 – конус; 2 – диск, що розприскує; 3 – розпилювач; 4 – електродвигун; 5 – вентилятор; 6 – дифузор; 7 – кабель; 8 – кільце; 9 – втулка; 10 – опорне кільце; 11 – стійка; 12 – плексигласова посудина; 13 – поплавковий регулятор

Призначення ротаційного розпилювача вологи – розбризкування й подача дрібнодисперсних часточок води кількістю від 2 до 6 кг/год у вантажний обсяг камери зберігання. Основним елементом ротаційного розпилювача вологи є плексигласова посудина, у якій за допомогою поплавкового регулятора підтримується постійний рівень води. У плексигласову посудину поміщується конус із диском, який розприскує, що обертається електродвигуном потужністю 0,18 кВт і частотою обертання $46,5 \text{ c}^{-1}$. Під дією відцентрової сили вода через конус попадає на диск, що розприскує, з якого вона з великою швидкістю відкидається на розпилювач і перетворюється на водяний пил. Під дією повітряного потоку, створюваного вентилятором, змонтованим на осі електродвигуна, дрібнодисперсна волога надходить у камеру. Для живлення ротаційних розпилювачів вологи водою до них підводять водяні трубопроводи.

Коробка керування складається із запобіжника електричного кола з тепловим захистом, пускача, перемикача з автоматичного керування на ручне й контрольної лампочки. Всі елементи коробки керування змонтовані в металевому футлярі, що кріпиться до стіни або колони камери. За ручного керування зволожуючим пристроєм включення й вимикання ротаційного розпилювача вологи здійснюється за допомогою кнопок пускача, а за автоматичного – від регулятора вологості.

Переваги: невеликі габаритні розміри, висока точність регулювання відносної вологості повітря приміщення, невеликі енергетичні витрати, простота монтажу.

10.2.2. Пристрої для зволоження повітря парою

У холодильниках застосовують пристрої для зволоження повітря парою, що одержують за допомогою електронагрівників. Такі установки бувають із конденсатором і автоматичним парогенератором.

До складу **пристрою для зволоження повітря парою із застосуванням конденсатора** (рис. 10.31) входять кип'ятильник, призначений для одержання пари, і конденсатор, що служить для конденсації надлишкової пари, яка утворюється, коли зменшується її подача в повітря камери. Конденсація пари здійснюється водою, що подається в конденсатор. Кількість подаваної води автоматично регулюється водорегулятором. Рідина, що утворюється в конденсаторі (конденсат) зворотним трубопроводом знову направляється в кип'ятильник. Рівень води в кип'ятильнику підтримується регулятором рівня, розташованим на трубопроводі подачі води. У кип'ятильнику вода кипить за рахунок тепла, яке підводиться до неї робочими електронагрівниками.

Застосування пристрою для зволоження повітря парою з конденсатором дозволяє ефективно використовувати воду й підтримувати відносну вологість повітря (до 95%) у камерах з температурою від 0°C і вище. Витрата електроенергії на виробництво пари й необхідність охолодження конденсатора водою – причини підвищеної вартості експлуатації такої установки.

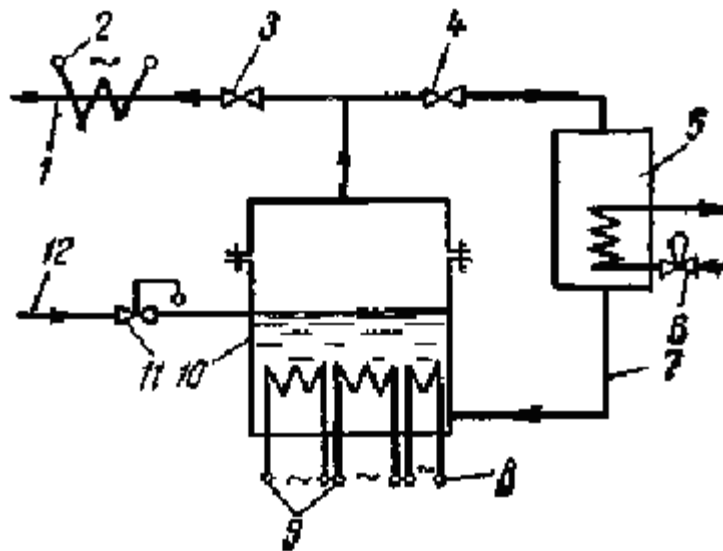


Рисунок 10.31 – Пристрій для зволоження повітря парою із застосуванням конденсатора: 1 – трубопровід, що підводить; 2 – електронагрівник для перегріву пари в трубопроводі, що підводить; 3, 4 – запірні вентиля; 5 – конденсатор; 6 – водорегулятор; 7 – зворотний трубопровід; 8 – електронагрівник води; 9 – робочі електронагрівники; 10 – кип'ятильник; 11 – регулятор рівня; 12 – трубопровід подачі води

Установка для зволоження повітря парою з використанням автоматичного парогенератора показана на рис. 10.32. Вода, що живить автоматичний парогенератор, проходить послідовно через керамічний фільтр, соленоїдний клапан і діафрагму. Системою живильних трубопроводів вода надходить в автоматичний парогенератор, де встановлені дві концентричні сітки, що є електронагрівниками. У верхній частині парогенератора передбачений простір для збирання пари, а нижня частина служить для нагромадження водяного каменя, що періодично видаляється. Пара, що утворюється в автоматичному парогенераторі, під тиском 2...2,5 кПа проходить через діафрагму й надходить у розподільний перфорований паропровід, установлений у потоці повітря, що зволожується. Конденсат, який утвориться в розподільному перфорованому трубопроводі, конденсатовідвідником стікає у воронку й повертається в автоматичний парогенератор. Рівень води в ньому підтримується за допомогою переливної трубки. Для видалення води з автоматичного парогенератора передбачений спеціальний зливальний соленоїдний клапан.

Установка для зволоження повітря парою з автоматичним парогенератором компактна, проста за будовою, надійна в роботі. Необхідність витрати електроенергії на виробництво пари приводить до зростання вартості зволоження повітря.

Під час зволоження повітря в камерах із мінусовими температурами водяною парою або водою можливе замерзання води або конденсату в трубах і підвищене утворення снігової шуби на теплопередавальній поверхні приладів охолодження.

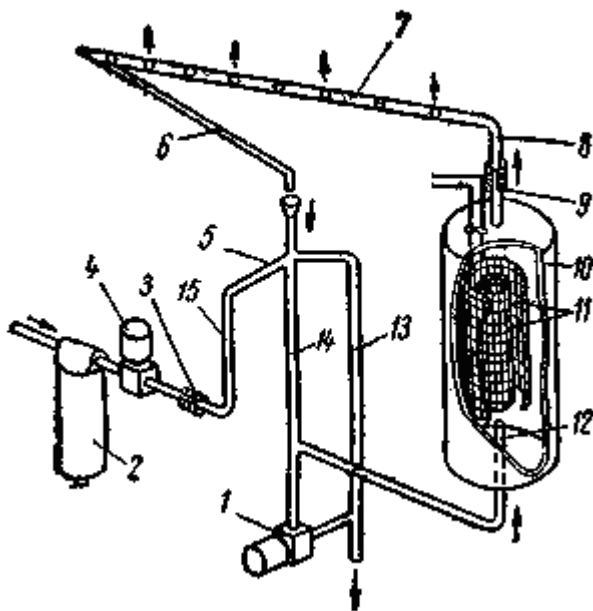


Рисунок 10.32 – Пристрій для зволоження повітря парою з автоматичним парогенератором; 1 – зливальний соленоїдний клапан; 2 – керамічний фільтр; 3, 9 – діафрагми; 4 – соленоїдний клапан; 5 – воронка; 6 – конденсатор-відвідник; 7 – розподільний перфорований трубопровід; 8 – трубопровід; 10 – автоматичний парогенератор; 11 – концентричні сітки; 12, 14, 15 – система живильних трубопроводів; 13 – переливна трубка

Застосовується пристрій для зволоження повітря в обмеженому обсязі камери, у якій підтримується мінусова температура. Звичайно для цієї мети використовується повітряний потік між штабелями вантажу й стіною, на якій розміщені охолодні прилади. У результаті зволоження в потоці утворюється зона насиченого повітря, що створює бар'єр, який перешкоджає руху вологи з вантажного обсягу камери до охолодних приладів.

Подача пари в повітряний потік здійснюється через патрубки (один патрубок на шестиметровий проліт камери). Пара, виходячи із патрубків, захоплюється й поглинається повітрям, що рухається. Рух повітря (зверху вниз) здійснюється осьовим вентилятором, що направляє його у повітропровід із соплами.

Пара, призначена для зволоження повітря, з котельні в холодильник направляється паровою магістраллю. Потім через редукований клапан пар надходить у колектор. Тиск пари в паровій магістралі повинен бути не нижче 150 кПа. Конденсат, що утвориться в колекторі й трубопроводах, виходить через конденсатовідвідник. Для відведення конденсату трубопроводи монтуються з ухилом убік конденсатовідвідника й ізолюються.

У камерах, обладнаних установкою для активного зволоження повітря в обмеженому обсязі, вологість повітря підтримується на рівні 96...98%. Із загального об'єму подаваної пари тільки 10...12% поглинаються повітрям, а основна кількість конденсується на тепло передавальній поверхні охолодних приладів і інших холодних поверхонь камери зберігання. Зволоження повітря в повітряному потоці приводить до інтенсивного утворення снігової шуби на поверхні пристінних батарей. Для її видалення батареї відтають через кожні 2...3 дні. У цьому випадку снігова шуба, що утворилася на пристінних батареях, має невелику товщину, й тривалість її відтавання не перевищує 40...50 хв.

Недоліки: складність системи трубопроводів, труднощі експлуатації охолодних приладів, необхідність створення змушеного руху повітря в повітряному потоці.

10.2.3. Механічний зволожувач повітря

На підприємствах харчової промисловості **зволожувач повітря АГ-1** використовується в:

- копильних камерах;
- сховищах сирів;
- морозильних і холодильних камерах;
- овоче- й фруктосховищах;
- під час зберігання хлібобулочних виробів.

Зволожувач повітря розпорошує рідину до стану аерозолу (туману) з дисперсністю не більше 30 мкм (рис. 10.33). Забезпечує підтримання вологості в діапазоні від 20 до 95%, знижує температуру в приміщенні на 3...5°C, зменшує запиленість. Може експлуатуватися на воді будь-якої якості (табл. 10.4).

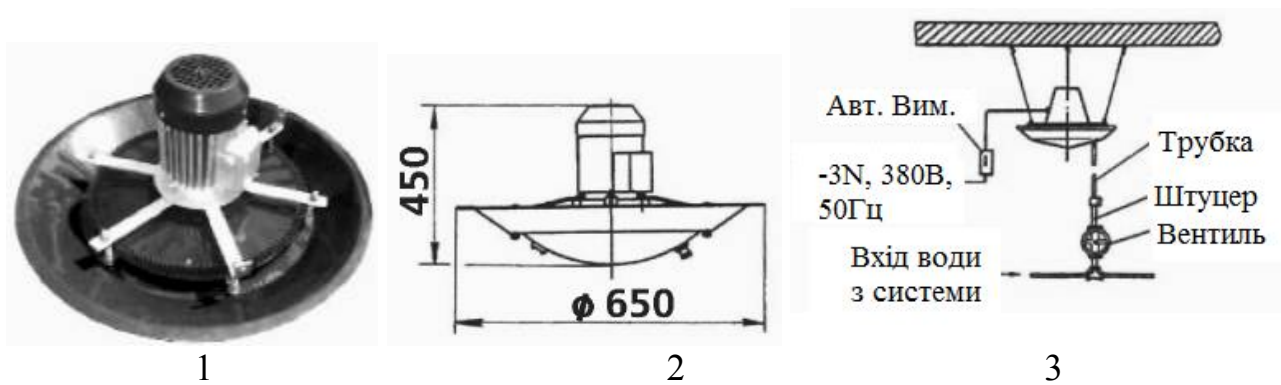


Рисунок 10.33 – Зволожувач повітря АГ-1: 1 – загальний вигляд; 2 – габаритні розміри; 3 – монтаж

Таблиця 10.4 – Технічні характеристики зволожувача повітря АГ-1

Показники	Значення
Витрата води, л/год	5–12
Діапазон регулювання відносної вологості, %	залежить від станції
Точність регулювання відносної вологості, %	залежить від станції
Продуктивність із подачі аерозолі, не менше м ³ /год	700
Потужність електродвигуна, Вт	550
Напруга живильної мережі, В	380
Тиск води на вході	не має значення
Маса, кг	14

10.2.4. Мікропроцесорний регулятор вологості й температури

Мікропроцесорний регулятор вологості й температури «МРВТ» призначений для виміру й автоматичного підтримання заданих користувачем параметрів вологості та температури у виробничих і побутових приміщеннях. Регулятор може працювати зі зволожувачами й нагрівачами будь-якого типу. Всі налаштування приладу можуть бути легко змінені користувачем і зберігаються за відключеного живлення необмежений час. Прилад простий у монтажі. Мікропроцесорний регулятор постійно вимірює поточні параметри в зоні розташування датчика й підтримує їх на заданому рівні, управляючи роботою зволожувачів і нагрівачів. Інтервал між скануваннями становить 1,5 хв. Вивід алфавітно-цифрової інформації здійснюється на шестирозрядний світлодіодний індикатор. Все керування, завдання режимів і перегляд уведених даних виконуються за допомогою трьох кнопок на панелі керування (рис. 10.34).



Рисунок 10.34 – Мікропроцесорний регулятор вологості й температури «MPBT»

10.2.5. Основи розрахунку зволожуючих пристроїв

Якщо під час розрахунку зволожуючих пристроїв у камерах зберігання задані температура повітря, технологічно необхідна відносна вологість повітря, система охолодження, площа поверхні охолодних приладів, вид, кількість і площа поверхні вантажу, що зберігається в камері, то необхідно визначити рівноважну відносну вологість повітря, що встановлюється в камері при притоку вологи тільки від усушки збережених у охолоджуваному приміщенні харчових продуктів; кількість вологи, яку необхідно подавати в приміщення для підтримання технологічно необхідної відносної вологості повітря в камері; необхідну кількість пристроїв, призначених для подачі вологи в камеру.

Рівноважну відносну вологість повітря знаходять із залежності

$$\varphi'_k = \frac{f(F) + \varphi'_0 M'}{f(F) + M'}, \quad (10.1)$$

де $\varphi'_{до}$ – рівноважна відносна вологість повітря;

$$f(F) = \frac{\beta \cdot n \cdot F_n}{\beta_0 \cdot F_0}, \quad (10.2)$$

де β_0 – коефіцієнт конденсації на поверхні охолодних приладів;

F_0 – площа поверхні охолодних приладів, м²;

φ'_0 – мінімальна відносна вологість повітря в камері за відсутності в ній вологоприпливів;

$$\varphi'_0 = \frac{p''_0}{p''_k}, \quad (10.3)$$

де p'_0 – тиск насиченої водяної пари в поверхні охолодних приладів, за їх середньої температури поверхні, Па;

p'_k – тиск насиченої водяної пари за температури повітря камери, Па;

M' – постійна величина для приміщення з певною температурою й певною швидкістю руху повітря;

$$M' = 1 + \frac{b_n}{A_{nc}}, \quad (10.4)$$

де b_n – коефіцієнт лінійної залежності тиску насиченої водяної пари від температури (в інтервалі температур від ± 0 до -10°C $b_n = 0,246$);

A_{nc} – психрометричний коефіцієнт.

Якщо $\varphi_{до} < \varphi_{до}$, то повітря в камері потрібно зволожувати.

Кількість вологи, яку необхідно подавати в приміщення для підтримання технологічно необхідної вологості повітря, можна знайти за виразом

$$W_{звл} = (\varphi_k - \varphi'_k) \frac{p''_k \beta_0 F_0 [f(F) + M']}{M'}. \quad (10.5)$$

Необхідна кількість пристроїв, призначених для подачі вологи в повітря камери, складе

$$n_y = \frac{W_{звл}}{g_y}, \quad (10.6)$$

де n_y – необхідна кількість пристроїв (механічних ротаційних розпилювачів вологи), призначених для подачі вологи в повітря камер, шт.;

g_y – кількість вологи (води), що розпорошується одним механічним ротаційним розпилювачем, кг/с.

10.3. Обладнання для створення та підтримання складу газового середовища

Від інтенсивності дихання залежить швидкість дозрівання плодів і диференціація бруньок у дворічників (бульб, коренеплодів, цибулин) під час їх зберігання. Тому зниженням інтенсивності дихання продукції подовжують тривалість її зберігання.

Проте деякі плоди не можуть зберігатися за температури в холодильній камері $0...1^\circ\text{C}$ і вимагають вищих температур. Поєднання зберігання у холодильниках із зниженням вмісту кисню позитивно впливає на лежкість плодів, їх можна зберігати довше, ніж у звичайних холодильниках. Ця технологія складніша, більш затратна і застосовується для зберігання дуже високоякісних плодів яблуні, груші, винограду.

Для створення герметичної газоізоляції в камерах із застосуванням регульованого газового середовища (РГС) використовують різні конструкції та матеріали. Зокрема, поширений спосіб застосування суцільного металевого покриття стін, стелі, підлоги. Для цього зварюють оцинковані листи завтовшки 1...1,5 мм, які для запобігання корозії покривають бітумом. Цей спосіб герметизації надійний, але дорогий. На сьогодні рекомендовані інші способи та матеріали: панелі на основі поліуретанового утеплювача, облицьованого гофрованим алюмінієм та зовні покритого листом поліефірного склопластику з нанесеним на нього шаром синтетичного желатину. У Франції використовують панелі з пористого пластику (пінополістиролу), який зовні обклеєний гофрованим алюмінієм і покритий протикорозійним лаком. Стики панелей герметизують газонепроникною мастикою. Крім того, постійно стежать за герметичністю дверей.

Камеру перед використанням перевіряють на надійність герметизації, створюючи певний тиск, який повинен підтримуватись на одному рівні 20–30 хв. Іншим способом перевірки герметизації є створення в камері високої концентрації вуглекислого газу (5%), після чого перевіряють інтенсивність зниження концентрації його за добу – не більше 0,15%. Найпростішим способом перевірки герметичності є змочування мильним розчином ділянок стикування, на яких у разі пропускання газової суміші утворюється піна. Якщо в камерах у якості холодоагента використовується фреон, то місця виходу газу (після його подавання в камеру під невеликим тиском) виявляють спеціальним індикатором – галоїдною лампою.

Інколи створюється перепад тиску повітря всередині й зовні камери, що може викликати порушення її герметичності. Для запобігання цьому встановлюють водяний клапан – вмонтовану в стінку трубку, один кінець якої виходить у камеру, а другий – назовні (загнутий її кінець занурюють у воду).

Способів створення газового середовища є багато. Вони поділяються на активні та пасивні. До останніх відносять створення газового середовища самими плодами внаслідок дихання, якщо вони поміщені в закриті камери чи будь-які інші місткості. При цьому необхідний режим створюється протягом 0,5...1 міс., залежно від температури зберігання та інтенсивності дихання плодів. Цим способом користуються, коли строк зберігання треба подовжити ненадовго, застосовуючи, залежно від виду плодів, невеликі упаковки (на 2...3 кг) або ящики чи контейнери, вміщені в герметичні мішки з плівки. При такому зберіганні продукції створюють модифіковане газове середовище, в якому зберігають лише сорти яблук, груш та помідорів, які витримують концентрацію вуглекислого газу понад 3%, наприклад, Пепін шафранний, Ренет шампанський, Ренет Симиренка. При цьому важливо правильно підібрати товщину плівки, з якої роблять пакети на 3...5 кг плодів. Зазвичай вона становить 30...50 мкм. За більшої товщини плівка не пропускає будь-які гази. Тому в разі застосування товстих плівок для виготовлення великих чохла, якими накривають кілька тонн яблук у контейнерах, їх попередньо перфорують – роблять у них отвори, через які відбувається інтенсивніший газообмін. Найкращий газовий режим для зберігання встановлюється тоді, коли в

поліетиленовій упаковці мало плодів або тільки один плід. Модифікацією останнього способу зберігання є нанесення воску на окремі плоди, що забезпечує створення газового середовища та сприяє тривалому зберіганню.

Модифіковане середовище для зберігання плодів із міцним шкірним покривом може бути таким: кисню 10% при вакуумі 49 кПа або відповідно 5% і 24,5 кПа та невелика кількість вуглекислого газу. У такому газовому середовищі в разі використання плівки завтовшки 50...60 мкм гальмується інтенсивність дихання плодів.

Під час зберігання плодів у ящиках середовище модифікують, вистилаючи середину ящика плівкою (з перекриттям) та нещільно накривши нею зверху плоди. За цієї технології зберігаються тургор плодів та газовий склад: внизу ящика міститься 1...3% вуглекислого газу, а у верхній частині – менше, тому ураження продукції грибковими хворобами обмежене.

Під товстою плівкою (понад 100 мкм) може нагромаджуватися значна кількість вуглекислого газу, що може призвести до фізіологічних розладів у плодах. Тому в синтетичну плівку вставляють вікно з силіконової плівки, проникність крізь яку вуглекислого газу набагато вища, ніж для азоту та кисню. В упаковках із силіконовими вставками вуглекислий газ, що нагромаджується, швидше дифундує назовні, а кисень, навпаки, – всередину місткостей. Промисловість серійно випускає великогабаритні контейнери місткістю 600...800 кг із силіконовими вставками. Виготовляються вони з плівки завтовшки 150...200 мкм. Усередину них ставиться піддон із ящиками, а горловину затягують гумовим джгутом. Недолік такого способу зберігання – можливість пошкодження дерев'яною тарою стінок контейнера і порушення внаслідок цього його герметичності. Зручнішим є контейнер із жорсткою основою. За його використання не потрібна додаткова тара місткістю 150...200 кг яблук або помідорів.

Для відведення тепла і вуглекислого газу з контейнерів розроблено пристрій – теплогазообмінник, який також стабілізує режим зберігання та знижує матеріальні витрати.

Недоліком герметичних поліетиленових упаковок є накопичення надмірної вологи, особливо коли вони заповнені неохолодженими плодами. Перед реалізацією продукції упаковки, вийняті з холодильних камер, треба відразу відкрити, щоб на плодах не утворився конденсат.

Недоліком модифікованого газового середовища з використанням невеликих місткостей є великі затрати праці. Тому для зберігання продукції стали створювати штучне середовище у великих герметичних камерах. Найпростішим є газове середовище, за якого гальмується інтенсивність дихання плодів після завантаження камери, внаслідок якого концентрація вуглекислого газу підвищується. При високій інтенсивності дихання (плюсової температури) надлишок вуглекислого газу відкачують за допомогою апаратів очищення, робота яких ґрунтується на здатності карбонату калію, активованого вугілля та етиламину поглинати вуглекислий газ. Ці установки називають скруберами. Принцип їх дії полягає в очищенні повітря, засмоктуваного вентилятором з камери. Очищене повітря знову повертається в камеру.

Для швидкого створення газового середовища з підвищеною концентрацією вуглекислого газу застосовують кристалізовану вуглекислоту (сухий лід) з розрахунку 0,1 кг на 1 т продукції.

У процесі дихання плоди використовують кисень, тому під час зберігання деяких їх сортів до газового складу періодично добавляють кисень до потрібного рівня.

Завдяки використанню високопроникних та селективних кремнійорганічних газорозподільних мембран освоєно серійне виробництво газорозподільних установок для формування та автоматичного регулювання складу газового середовища в холодильних камерах. Зокрема, установка типу БАРС (блок автоматичного регулювання середовища) розрахована на 1000 т продукції. Принцип її дії ґрунтується на різній швидкості проникнення компонентів газового середовища крізь полімерну мембрану внаслідок зміни тиску газу з обох її боків. Установка швидко регулює газовий склад, працюючи в автоматичному режимі. Після заповнення камери плодами з неї викачують повітря, пропускаючи його крізь мембрану, яка знижує концентрацію кисню, потім його знову повертають у камеру. За досягнення концентрації кисню в сховищі 4...6% установку вимикають. Камеру залишають на 2...4 дні закритою. За цей час концентрація кисню зменшується в результаті дихання плодів, а концентрація вуглекислого газу підвищується. При досягненні певного вмісту вуглекислого газу установку вмикають у режим автоматичного регулювання газової суміші. Установка час від часу проводить циркуляцію суміші з камери крізь мембрану, забираючи надлишок вуглекислого газу та добавляючи кисень із повітря.

Для створення регульованого газового середовища (РГС) сконструйовано газогенератор УРГС-2Б, який працює на суміші повітря та горючих газів, наприклад пропану, після спалювання якої утворюється суміш, що складається переважно з азоту (92%) та вуглекислого газу (5%), решта – кисень (3%) та пара води. Для камери місткістю 100 т таку суміш можна одержати за 10...12 год. Одного генератора достатньо для того, щоб створити у сховищі на 1000 т плодів і 1,3 тис. т овочів належне газове середовище.

У камерах невеликої місткості РГС створюють, подаючи готову суміш газів: вуглекислого, кисню та азоту. Ці гази постачаються в сталевих балонах у стисненому стані. Для їх використання у порожньому балоні роблять потрібну суміш газів, яку періодично подають у камеру, де зберігаються плоди.

Останнім часом почали застосовувати стиснений технічний азот, який при подачі в камеру витісняє з неї повітря до необхідного вмісту кисню. Потім у процесі зберігання продукції за допомогою скрубера відкачують надлишок вуглекислого газу. Проте під час використання рідкого азоту треба враховувати те, що при перетворенні у газоподібний стан він створює холод. Тому його подають трубопроводом безпосередньо в камери до розпилювачів, які розміщені перед повітряними холодильними установками. Вентилятор постійно переміщує азот із повітрям камери, в результаті чого продукція охолоджується й насичується азотом. Надлишок вуглекислого газу відкачують скрубером, або він поглинається активованим вугіллям.

Спосіб охолодження плодів рідким азотом використовують під час транспортування плодів на великі відстані. У вагон чи авторефрежератор ставлять резервуар із рідким азотом і вприскують його через невеликі отвори в мідній трубці у верхню частину місткості. Так можна підтримувати постійну температуру в межах 1...1,5°C без значних коливань.

Під час зберігання продукції в РГС у першу-другу добу формування певного режиму проби суміші газу з камери відбирають щогодини. Під час встановлення постійного режиму газового складу суміші його перевіряють двічі на добу. Для контролю за збереженістю продукції, взяття проб, огляду повітроохолоджувачів та догляду за психрометрами один працівник входить у камеру, надівши спеціальний дихальний апарат та взявши з собою переговорний пристрій і рятівний шнур, а другий спостерігає зовні через оглядове вікно. Він має запасний дихальний апарат, балон стисненого повітря (АВС-2) або кисню (КИП-8), розрахованих на 30 хв роботи.

Перед розвантаженням камери газове штучне середовище витісняють атмосферним повітрям за допомогою скидних трубопроводів збірно-скидних колекторів (решта установки вимкнена).

У разі зберігання продукції в РГС знижуються її втрати та зберігається якість, є можливість запобігти низькотемпературним захворюванням плодів деяких сортів, подовжити тривалість їх зберігання.

Вибір того або іншого способу й обладнання для створення й підтримання необхідних газових режимів залежить від прийнятого складу газового середовища, ступеня герметичності камери, енергетичних ресурсів і економічних міркувань.

10.3.1. Будова та принцип роботи газогенераторної установки

Під час створення в камерах газового середовища штучним шляхом застосовують газогенераторні установки, у яких необхідну газову суміш одержують при спалюванні природного газу. Такі установки звичайно складаються із двох незалежних блоків – газогенератора й блока очищення, які можуть працювати спільно або індивідуально на одну чи кілька камер. Газогенератор включається в період виводу камери на заданий режим за порушення її герметичності й часткового вивантаження фруктів. За нормальної стаціонарної роботи камери включається тільки блок очищення.

У газогенераторній установці продуктивністю до 50 м³/год газове середовище утворюється у результаті спалювання природного газу.

Газогенератор являє собою безтопочну камеру згоряння, оснащену каталізатором. Газове середовище, що утворилося в камері згоряння, охолоджується повітрям і водою й через систему чотириходових кранів надходять у один із фільтрів блока очищення. Очищене газове середовище направляється в камеру зберігання.

Газогенераторна установка продуктивністю 60 кг/год складається з газогенератора й двох блоків очищення. Джерелом постачання природного газу для газогенераторної установки може служити газопровід середнього тиску, що перебуває на території холодильника, або спеціальний резервуар підземного чи

наземного зберігання очищеного газу. Тиск газу перед пальником повинен становити 5 кПа. Блок очищення складається із двох адсорберів із активованим вугіллям. У той час як один адсорбер працює в режимі поглинання вуглекислого газу, у другому відбувається регенерація активованого вугілля за допомогою зовнішнього повітря, що подається в адсорбер вентилятором (витрата повітря становить близько 100...120 м³/год).

Технічна характеристика газогенераторних установок наведена в табл. 10.5.

Таблиця 10.5 – Технічні характеристики газогенераторних установок

Показники	Газогенераторні установки продуктивністю, м ³ /год	
	до 50	60
Витрата: природного газу, м ³ /год	3...5	6
Зрідженого газу, кг/год	2,4...4,6	2
Води, м ³ /год	0,5	1,4
Склад газового середовища, %: вуглекислий газ	14	9...18
кисень	20	0,5...3
Температура газового середовища, °С	10...20	10...20
Відносна вологість, %	90...100	90...100

10.4. Фільтри. Озонатори

10.4.1. Фільтри

За наявності в повітрі великої кількості забруднень, особливо за вмісту деяких видів пилу, не змочуваних водою (сажа, вугільний пил), очищення повітря здійснюється за допомогою фільтрів контактної дії.

У таких фільтрах повітря очищається під час проходження запиленого повітря через численні безсистемно розташовані порожнечі в пористих матеріалах (металева стружка, кокс, порцелянові або металеві кільця, синтетичні волокна, тканина, папір).

У фільтрах контактної дії широко застосовують змочування фільтрувальної поверхні спеціальними сортами масел, а також металевих ґрат чистою водою або водою з домішкою емульгаторів.

10.4.2. Озонатори

Озон виробляється в озонаторах пересувного або стаціонарного типу. В озонаторах при електричному розряді високої напруги, що відбувається в повітрі, молекули двоатомного кисню повітря розщеплюються з утворенням трьохатомного озону.

Механізм дії озону: О₃ впливає на оболонку бактеріальної клітки шляхом реакції з подвійними зв'язками ліпоїдів, руйнує дегідрогінази клітки, впливає на її дихання, вміст клітки витікає, й клітка лізірується. Різні види мікроорганізмів за своєю чутливістю до озону варіюють: *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*,

Staphylococcus aureus найбільш чутливі, *Proteus Escherichis coli* і інші менш чутливі. Цвілеві гриби чутливі до озону. Мікробактерії туберкульозу відносно високорезистентні до озону: аеробні спороутворювальні бактерії сприйнятливі до озону, у той час як спори анаеробних бактерій надзвичайно стійкі. Бактерицидні властивості O_3 зростають зі збільшенням відносної вологості повітря.

Відомо, що введення в повітря озону супроводжується утворенням у ньому легких іонів. Саме від'ємні іони озону відіграють важливу роль у забезпеченні повітряного комфорту.

У повітрі приміщень присутні речовини органічної природи (антропогенного походження й техногенної діяльності); порівняно з атмосферним повітрям приміщень дуже забруднене. Озонування сприяє очищенню повітряного середовища приміщень; у результаті озонування знижується концентрація токсичних речовин, мікроорганізмів, усувається їх вплив, поліпшується самопочуття людей, знижується захворюваність.

На відміну від бактерицидних Уф-опромінювачів, які дезінфікують лише частину обсягу приміщення (прямолінійна дія), стаціонарні, енергоємні, вимагають спеціальних комунікацій; Уф-лампи до опромінювачів мають обмежений ресурс, і їхня ефективність із виробітком часом знижується, а контроль ефективності утруднений, екологічно небезпечні, вимагають заміни й утилізації, дезінфекція із застосуванням озонатора має низку переваг.

У результаті щоденного застосування озону для дезінфекції стабільно забезпечується рівень деконтамінації за повітрям – 100%, за поверхнями до 90%, знижується концентрація токсичних речовин, усуваються запахи, поліпшується самопочуття людей, знижується захворюваність. Озонатор «ОЗДВ-РІОС» у встановлених шести режимах продуктивності дозволяє стабільно одержувати в повітрі приміщень обсягом від 20 до 200 м³ за фіксований час роботи ГО 12 хв концентрації озону до 6 мг/м³, що забезпечують за 12 хв 97%, а за 60 хв дезінфекційної витримки 100% загибель санітарно показового мікроорганізму *S.aureus* за початкового рівня обсіменіння $2,4 \times 10^4 + 40\%$ КОЕ на 1 м³.

До складу **пересувного озонатора** (рис. 10.35) входять корпус, розрядна камера, вентилятор, варіатор напруги, високовольтний трансформатор, запобіжник, сигнальна лампа, вольтметр, вимикач, перемикач напруги, штепсельна вилка, блок-контакт, знімна кришка й ручки.

Розрядна камера озонатора являє собою трубчасту конструкцію, що складається з восьми металевих трубок електродів.

У кожному металеву трубку на фіксаторах встановлені скляні трубки, що мають на внутрішній поверхні струмопровідне покриття, до якого підводять змінний струм високої напруги за допомогою рознімних контактів.

Високовольтний газовий розряд коронарного типу виникає в тонкому кільцевому просторі між металевими й скляними електродами. Повітря вентилятором направляється в розрядну камеру й у зоні розряду озонується. Озоно-повітряна суміш надходить у камеру.

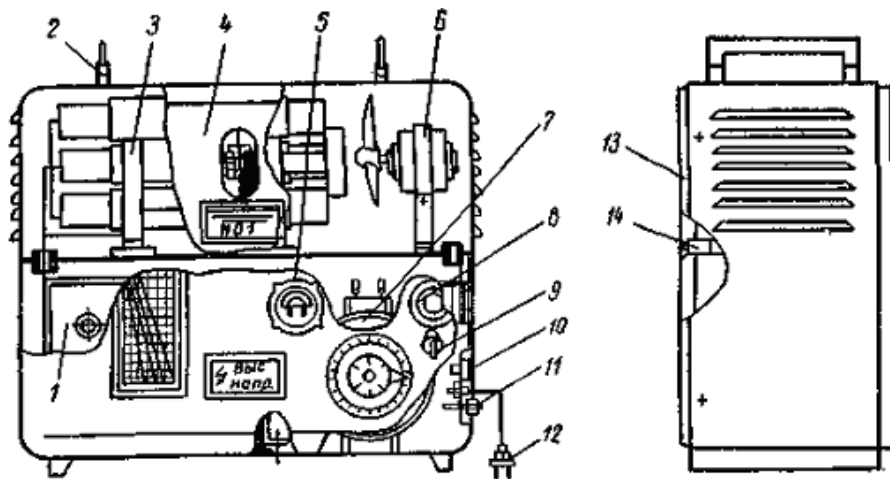


Рисунок 10.35 – Пересувний озонатор: 1 – високовольний трансформатор; 2 – ручки; 3 – камера; 4 – корпус; 5 – вольтметр; 6 – вентилятор; 7 – варіатор напруги; 8 – сигнальна лампа; 9 – вимикач; 10 – перемикач напруги; 11 – запобіжник; 12 – штепсельна вилка; 13 – знімна кришка; 14 – блок-контакт

Продуктивність генератора за озномом регулюється за допомогою варіатора напруги.

Стационарний озонатор з використанням каскадної форми електричного розряду, що порушується в неоднорідних електричних полях за тисків близьких до атмосферного (рис. 10.36), складається з корпусу, пристрою введення оброблюваного середовища, пристрою введення високої напруги, електрода малого радіуса кривизни, електрода-пластини, пристрою виводу оброблюваного середовища, прямої потоку й заземлюючої кнопки.

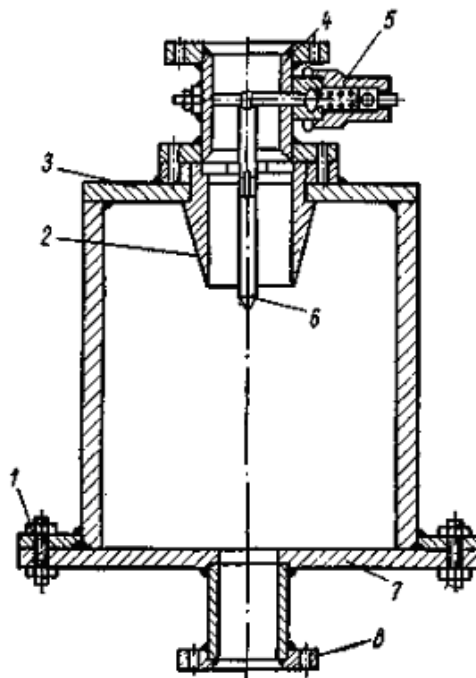


Рисунок 10.36 – Стационарний озонатор: 1 – заземлююча клема; 2 – пряма потоку; 3 – корпус; 4 – пристрій уведення оброблюваного середовища; 5 – пристрій уведення високої напруги; 6 – електрод малого радіуса кривизни; 7 – електрод-пластина; 8 – пристрій виводу оброблюваного середовища

Корпус озонатора виконаний із діелектрика (оргскло або вініпласт) у вигляді циліндра із фланцями. У корпусі знаходиться електрод малого радіуса кривизни, на який через пристрій уведення подається висока напруга.

Повітря, яке озонується, вентилятором через пристрій уведення оброблюваного середовища й напрямну потоку попадає в корпус озонатора, у якому збуджуються електричні розряди каскадного типу. Напрямна потоку забезпечує рух повітря уздовж електричних розрядів, і він озонується.

Із корпуса озонатора повітря, збагачене озоном, виходить через пристрій виводу й направляється в камеру зберігання.

Такі озонатори можуть бути скомпоновані в агрегати, установлювані у повітроводі або в окремому кожусі.

Технічна характеристика озонаторів наведена в табл. 10.6.

Таблиця 10.6 – Технічна характеристика озонаторів

Показники	Озонатори	
	пересувний	стаціонарний
Продуктивність за озоном, г/год	до 12	5...30
Температура повітря, °С	+30...-45	+30...-20
Відносна вологість повітря, %	до 95	80...90
Споживана потужність, Вт	до 200	до 500

Озонатор «ОЗОН-5П» призначений для одержання озону з атмосферного повітря, що містить кисень (рис. 10.37).

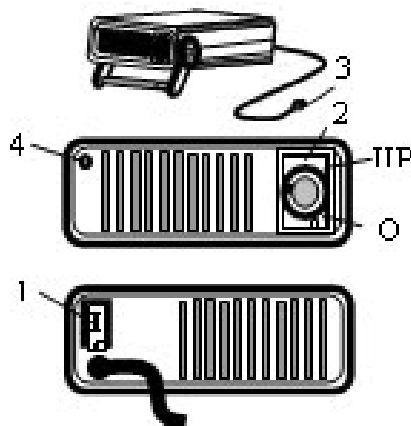


Рисунок 10.37 – Озонатор «Озон-5П»

Озонатор призначений для роботи в закритих опалювальних приміщеннях у таких умовах експлуатації:

- температура повітря від мінус 15°С до 35°С;
- відносна вологість повітря від 45 до 80% за 25°С;
- атмосферний тиск від 86 до 106 кПа (від 645 до 795 мм рт. ст.).

– навколишнє середовище – невибухонебезпечне, не утримуюче агресивних газів, пару та пилу, у тому числі струмопровідного.

Озонатор цього типу може ефективно застосовуватися для таких цілей:

- дезодорація повітря;
- детоксикація повітря;
- біологічне очищення або санація приміщень;
- демеркурація приміщень;
- зміна іонно-озонного балансу в повітрі приміщень;
- збільшення строків зберігання овочів і фруктів;
- у технології переробки й зберігання продукції птахівництва з метою підвищення їхньої збереженості й харчової цінності;

Технічні характеристики наведено в табл. 10.7.

Таблиця 10.7 – Технічні характеристики озонатора повітря «Озон-5П»

Параметр	Значення
Споживана потужність, Вт, не більше	50
Живлення від мережі 50 Гц, В	220
Габаритні розміри, мм, не більше	230×165×320
Маса, кг, не більше	2
Масова концентрація озону на виході, мг/м ³ , не менше	100
Продуктивність пза озоном, г/год	5...8

Озонатор повітря «ОЗОН-60П» призначений для одержання озону з атмосферного повітря, що містить кисень (рис. 10.38).

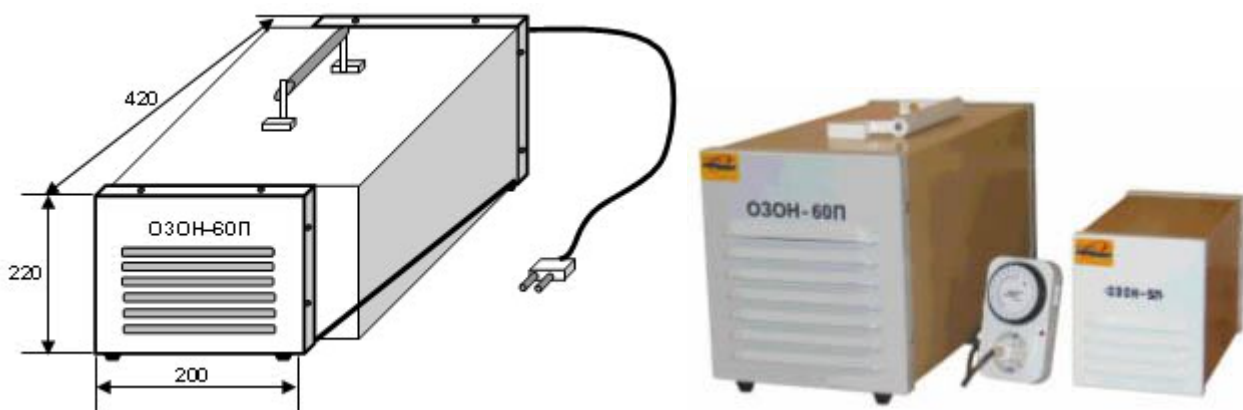


Рисунок 10.38 – Озонатор повітря «ОЗОН-60П»

Озонатор призначений для роботи в закритих опалювальних приміщеннях за таких умов експлуатації:

- температура повітря від 15°C до 35°C;
- відносна вологість повітря від 45 до 80% за 25°C;
- атмосферний тиск від 86 до 106 кПа (від 645 до 795 мм. рт. ст.).

– навколишнє середовище – невибухонебезпечне, не утримуюче агресивних газів, пару та пилу, у тому числі струмопровідного.

Озонатор цього типу може ефективно застосовуватися для таких же цілей, що й конструкція, розглянута вище.

Технічні характеристики озонатора наведено в табл. 10.8.

Таблиця 10.8 – Технічні характеристики озонатора повітря «Озон-60П»

Параметр	Значення
Споживана потужність, Вт, не більше	300
Живлення від мережі 50 Гц, В	220
Габаритні розміри, мм, не більше	200×220×420
Маса, кг, не більше	10
Масова концентрація озону на виході, мг/м ³ , не менше	300
Продуктивність за озоном, г/год, не менше	40

Мікроозонатор «ОЗОН-01П»

Призначений для одержання озону з атмосферного повітря й використовується для очищення повітря в приміщеннях за присутності людей (рис. 10.39).



Рисунок 10.39 – Мікроозонатор "ОЗОН-01П"

Озонатор має два режими потужності – нормальний і посилений. У нормальному режимі продуктивність озонатора така, що концентрація озону в приміщенні не перевищує ні за яких умов середньодобової ГДК (0,03 мг/м³), при цьому вільний обсяг приміщення повинен бути не менше 25 м³, а температура повітря не менше +15°C. Посилений режим використовується у разі значного забруднення повітря (сильні запахи, тютюновий дим) або в періоди епідемій грипу. Під час посиленого режиму людей із приміщення варто вивести або включати озонатор на короткий час (на одну годину).

Технічні характеристики наведено в табл. 10.9.

Таблиця 10.9 – Технічні характеристики озонатора повітря «Озон-01П»

Параметр	Значення
Споживана потужність, Вт, не більше	25
Живлення від мережі 50 Гц, В	220
Маса, кг, не більше	0,6
Продуктивність за озоном, г/год	0,1
Ступінь захисту від ураження електричним струмом	клас 2

Озонатор для дезінфекції «ОЗДВ-РІОС» призначений для дезінфекції повітря будь-якого типу приміщень різного профілю (рис. 10.40). Він складається з генератора озону (ГО) і вентилятора, змонтованих у одному корпусі. ГО генерує з кисню повітря озон до 8500 мг/год. Озон має виражену антимікробну дію відносно всього спектра патогенної мікрофлори і є універсальним, екологічно чистим, ефективним і найдешевшим дезінфікуючим агентом.

Цей апарат є на сьогодні самим портативним, легким (2,5кг) і продуктивним (8,5 г/год) озонатором. За його використання зменшується час дезінфекції, він надійний простий у експлуатації.



Рисунок 10.40 – Озонатор «ОЗДВ-РІОС»

Апарат виконаний у корпусі європейської якості, має сучасний дизайн (три виконання) і може експлуатуватися у двох положеннях: вертикальному – настінному, що дозволяє заощаджувати місце й створює відомі переваги, і горизонтальному – настільному.

Апарат простий і зручний у експлуатації. Елементи управління й контролю озонатора розміщені на корпусі. Всі тимчасові параметри фіксовані й контролювані. Стадії процесу дезінфекції озонатор відпрацьовує в автоматичному режимі. Він характеризується малою енергоємністю – не більше 50 Вт/год за сеанс.

Технічні характеристики наведено в табл. 10.10.

Таблиця 10.10 – Технічні характеристики «ОЗДВ-РІОС»

Параметр	Значення
Номінальна продуктивності за озоном, г/год	від 1,5 до 8,5
Кількість режимів	6
Час роботи в режимі генерування озону, хв	12
Обсяг оброблюваного приміщення, м ³	25, 50, 75, 100, 150, 200
Продуктивність вентилятора, м ³ /год	80
Споживана потужність, Вт	100
Маса, кг, не більше	2,5
Габаритні розміри залежно від корпусу, А, мм, В і С мм	260×270×120 280×350×160
Положення під час експлуатації універсальне	настільний горизонтальний настінний вертикальний
Час генерування озону, хв	12
Час дезінфекційної витримки, хв	60
Час витримки приміщення до ПДК, хв закритого	120
із провітрюванням через квартиру	15

Озонатори повітря «РІОС-10 (20, 40, 60, 80)-0,2» – це портативні, легкі, продуктивні, зручні й надійні в експлуатації апарати, призначені для одержання озону з атмосферного повітря, із широкими можливостями застосування в різних пристроях і технологіях, у т.ч. для дезінфекції, дезодорації й детоксикації повітря, знезаражування обладнання й продуктів харчування

Технічні характеристики озонаторів повітря наведено в табл. 10.11.

Таблиця 10.11 – Технічні характеристики озонаторів повітря «РІОС-10 (20, 40, 60, 80)-0,2»

Характеристика	Значення характеристик				
	Модель озонатора повітря «РІОС»				
	10-0,2	20-0,2	40-0,2	60-0,2	80-0,2
1	2	3	4	5	6
Номінальна продуктивність, О ₃ , г/год					
1-й режим	1,7	3,4	7	10	14
2-й режим	3,5	7	14	20	28
3-й режим	5	10	20	30	40
4-й режим	6,7	13,5	27	40	54
5-й режим	8,3	17	34	50	68
6-й режим	10	20	40	60	80
Витрата повітря, м ³ /година	200	200	200	400	400
Час роботи з таймера, година	0,5	1	2	4	8
Маса, кг	4	5	8	12	15

1	2	3	4	5	6
Габаритні розміри, мм					
- довжина	210	210	210	210	210
- ширина	280	280	280	280	280
- висота	220	220	220	380	380
Споживана потужність, Вт, не більше	120	220	450	650	900
Напруга 50 Гц, В	220				
Концентрація О ₃ на виході, г/м ³ , не більше	0,2				
Температура навколишнього середовища, °С	від -10 до +40				
Відносна вологість повітря за 20°С, %, не більше	80				
Гарантійний строк	2 роки				
Опції	фільтр вхідний пилезахисний вихідний				

Сфери застосування:

– для знезаражування обладнання, виробничих приміщень, готової продукції й вихідної сировини на м'ясо- й рибокомбінатах, молочних, консервних, виноробних і пивоварних заводах, сиросховищах, овочесховищах, фармацевтичних підприємствах;

– на борошномельних млинах й хлібокомбінатах, елеваторах для дезінфекції обладнання й приміщень, для обробки зерна, борошна й хлібобулочних виробів;

– для дезінфекції й дезодорації холодильних камер і складських приміщень, рефрижераторів, вагонів, трюмів, пакувальної тари з метою профілактики бактеріального зараження продукції й ліквідації сторонніх заходів (включаючи застарілі);

– у промислових системах вентиляції й кондиціонування, для детоксикації повітря в робочих зонах промислових підприємств і очищення викидів промислового виробництва від вуглеводнів (фенол, формальдегід, ксилол, толуол, ацетон, аміни й тощо), сірчистих з'єднань та ін.

Озонатор повітря «КУПОЛЬ» виробляє газоподібний озон для дезінфекції й дезодорації повітря, сухої дезінфікуючої обробки технологічних приміщень, складів, холодильних камер, технологічного обладнання (у тому числі ємностей і труб), знищення цвілі й дефенололізації приміщень обсягом до 250 м³. Під час знезаражування холодильних камер знищуються неприємні запахи. За озонової обробки овочевих сховищ бактерицидна дія зберігається протягом 2...3 тижнів. . Технічні характеристики наведено в табл. 10.12.

Таблиця 10.12 – Технічні характеристики озонатор повітря «КУПОЛ»

Параметр		Значення
Маса, кг		12,5
Габарити, мм		250×315×250
Продуктивність за озоном, г/год		8
Споживана потужність, Вт		250
Напруга в мережі, В		220
Кількість програмувальних включень/вимикань на день		7
Час однократного озонування		
Обсяг приміщення, м ³	Режим зберігання продукції, хв	Режим дезінфекції обладнання, хв
10	1	5
40	2	20
100	4,8	50
150	7	80
250	12	120

Промисловий озонатор повітря – повітроочищувач OZONE BLASTER NEW

Living Air Ozone Blaster – спеціально розроблений для дезінфекції й очищення повітря замкнених приміщень від хімічних сполук, бактерій і запахів різного походження. Ozone Blaster (рис. 10.42) забезпечує якісне очищення повітря в житлових приміщеннях, великих залах і ресторанах, нічних клубах і офісах, м'ясопереробних цехах і овочесховищах. Технічні характеристики наведено в табл. 10.13.



Рисунок 10.42 – Промисловий озонатор повітря OZONE BLASTER NEW

Таблиця 10.13 – Технічні характеристики озонатор повітря OZONE BLASTER NEW

Параметр	Значення
1	2
Обсяг приміщення, м ²	до 100
Вихід озону, мг/год	720
Тип екрана й фільтра	Багатошаровий алюмінієвий екран

1	2
Продуктивність вентилятора, м ³ /хв	9,9
Споживана потужність, Вт	30
Габарити, мм	300×247×200
Маса, кг	7
Виробник	Alpine Industries (США)

Запитання до розділу

1. Яким холодильним обладнанням оснащують камери зберігання харчових продуктів?
2. Від чого залежить вибір типу приладів для охолодження повітря в камерах зберігання?
3. Які системи охолодження повітря використовують в камерах зберігання харчових продуктів?
4. Які вимоги висувають до камер зберігання заморожених харчових продуктів?
5. У чому особливість зберігання охолоджених харчових продуктів?
6. Охарактеризуйте повітроохолоджувачі камер зберігання харчових продуктів.
7. Які батареї використовують у камерах зберігання харчових продуктів?
8. Від яких чинників залежить усихання продуктів під час їхнього зберігання?
9. Яким чином регулюють відносну вологість повітря в камерах зберігання харчових продуктів?
10. Охарактеризуйте зволожувальні пристрої камер зберігання харчових продуктів.
11. В якій послідовності виконують розрахунок зволожувальних пристроїв камер зберігання харчових продуктів?
12. Від чого залежить вибір обладнання для створення та підтримання складу газового середовища?
13. Чим відрізняються камери зберігання тваринних харчових продуктів від камер зберігання харчових продуктів рослинного походження?
14. Для чого використовують фільтри в камерах зберігання харчових продуктів?
15. З якою метою застосовують озонатори?
16. Що входить до складу пересувного озонатора?
17. Наведіть комплектацію стаціонарного озонатора.

УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

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 морожених харчових продуктів – їх отеплення для додання властивостей, близьких до незаморожених продуктів. Найбільш поширений спосіб розморожування – теплова обробка морожених продуктів у повітряному середовищі. За всіх способів теплової обробки морожених харчових продуктів у повітряному середовищі створюють підвищену вологість повітря в межах 85...95% (умови пароповітряного середовища).

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

Морожену м'ясну і рибну сировину розморожують до $+10^{\circ}\text{C}$, якщо вона після теплової обробки поступає на обвалювання і оброблення з метою подальшого використання в ковбасному й консервному виробництвах. Оскільки розморожена м'ясна й рибна сировина поступає на переробку для негайного використання, то під час розморожування застосовують підвищену температуру повітря на рівні $20...22^{\circ}\text{C}$ і підвищену відносну вологість 85...95%. При цьому швидкість повітря не перевищує 2,5 м/с.

Морожену м'ясну й рибну сировину в блоках отеплюють до $-5...-6^{\circ}\text{C}$, якщо вона відразу ж поступає на машинну переробку для ковбасного, консервного й інших видів виробництва.

Морожену м'ясну й рибну сировину в блоках розморожують до 0°C , якщо вона призначена для виробництва делікатесних продуктів (буженина, карбонад, язики, рибне філе та ін.). З метою збереження показників якості та зменшення втрат маси делікатесну сировину розморожують за зниженої температури повітря $10...12^{\circ}\text{C}$ (для блоків риби температуру повітря в окремих випадках підвищують до 25°C) і відносній вологості 85...95%, Швидкість циркулюючого повітря звичайно 1...2 м/с. Під час розморожування блоків риби швидкість повітря досягає 5 м/с.

Знижена температура повітря під час розморожування делікатесного м'яса і всіх видів рибної сировини пояснюється необхідністю:

- виключити підвищення температури поверхневого шару з метою зменшення усихання та збереження показників якості сировини;
- запобігти конденсації водяної пари з повітря на поверхні отеплюючих блоків під час виготовлення м'ясних і рибних продуктів.

У відділеннях виробництва м'ясних і рибних продуктів, так само як у сировинних відділеннях ковбасного й консервного виробництва, підтримують температуру 12°C і відносну вологість 70%. Температура точки роси повітря з такими параметрами рівна $6,5^{\circ}\text{C}$. Після отеплення температура на поверхні блоків $9...10^{\circ}\text{C}$, тобто $t_{\text{пов}} > t_{\text{р}}$. Отже, умови конденсації водяної пари виключаються. Але під час розморожування блоків у більшості випадків

конденсації водяної пари не вдається уникнути протягом всього процесу. За середніх параметрів циркулюючого повітря 10...12°C і вологості 85...95% температура його точки роси 7,5...9°C. При цьому температура поверхні розморожуваної сировини змінюється від -10...- 18°C до 9...10°C. Отже, весь процес теплової обробки блоків супроводжується конденсацією водяної пари з повітря. І лише на останній стадії розморожування, коли $t_{\text{пов}} > t_p$, з поверхні блоків випаровуватиметься волога. Тому розморожування блоків вирізки, кускового м'яса й інших видів сировини, що не має захисного шару, виконують у пакувальній плівці, що дозволяє більшою мірою підтримати санітарно-гігієнічний стан сировини.

Морожені блоки вершкового масла для виробництва фасованого продукту, упакованого в пачки заданої маси, розморожують за таких же температурних умов, як і блоки делікатесної м'ясної та рибної сировини.

У процесі розморожування м'ясної та рибної сировини за підвищеної температури повітря утеплення продуктів відбувається в дві стадії.

Перша стадія характеризується умовами конденсації водяних парів із повітря (оскільки температура поверхні мороженої сировини менше температури точки роси повітря), причому спочатку конденсат на поверхні продуктів випадає у вигляді інею, поки температура поверхні не стане вище 0°C, а потім – у вигляді води, разом із конденсатом із поверхні втрачається частина живильних речовин, і деякою мірою погіршуються початкові показники якості м'яса. Тому тривалість першої стадії прагнуть максимально скоротити.

На другій стадії, коли температура поверхні продукту стає вищою за температуру точки роси повітря, відбувається чергування періодів випаровування й конденсації вологи на поверхні. За температури повітря 20°C і середній відносній вологості 90% тривалість першої стадії складає приблизно одну четверту від загальної тривалості процесу, якщо швидкість повітря 1,5...2 м/с. В цей час нагрівально-зволожувальна система здійснює постійне підведення теплоти і вологи. Друга стадія теплової обробки мороженої сировини характеризується періодичним включенням нагрівально-зволожувальної системи за підтримання заданої температури повітря в межах $\pm 1^\circ\text{C}$.

При цьому середня температура поверхні продукту залишається майже постійною і менше, ніж середня температура повітря, приблизно на 2°C. Зміна температури поверхні складає не більше $\pm 0,3^\circ\text{C}$ за зміни температури повітря в межах $\pm 1^\circ\text{C}$.

Відносна вологість повітря підтримується в межах $\pm 5\%$ і змінюється від 85 до 95%. За різного поєднання регульованих параметрів повітря (температури й відносної вологості) чергуються періоди випаровування вологи та її конденсації на поверхні продукту.

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
за видом оброблюваної сировини – для риби, нерибних об'єктів і комбіновані;
за принципом дії – періодичної й безперервної дії;
за способом нагрівання – поверхневого й об'ємного нагрівання;
за видом середовища, яке розморожує – повітряні, рідинні, паровакуумні й електричні (електротермічні й мікрохвильові);
за видом контакту з середовищем, яке розморожує – безконтактні й контактні (занурювальні, зрошувальні й комбіновані);
за характером циркуляції середовища, яке розморожує – із природною й примусовою циркуляцією;
за конструктивною ознакою – конвеєрні, камерні, тунельні, роторні;
за способом механізації – немеханізовані й механізовані;
за видом завантаження – із завантаженням блоками, поштучно, навалом;
за видом транспортних засобів переміщення продукту, який розморожується – візкові, контейнерні, конвеєрні й гравітаційні.

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

11.1. 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, а також установки для комбінованого розморожування харчових продуктів у воді й повітрі.

11.1.1. 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. 11.1).

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

Недоліки: швидкість розморожування м'яса в таких установках відносно невелика й обмежена максимально припустимою температурою поверхневого шару продукту.

Технічні характеристики наведено в табл. 11.1.

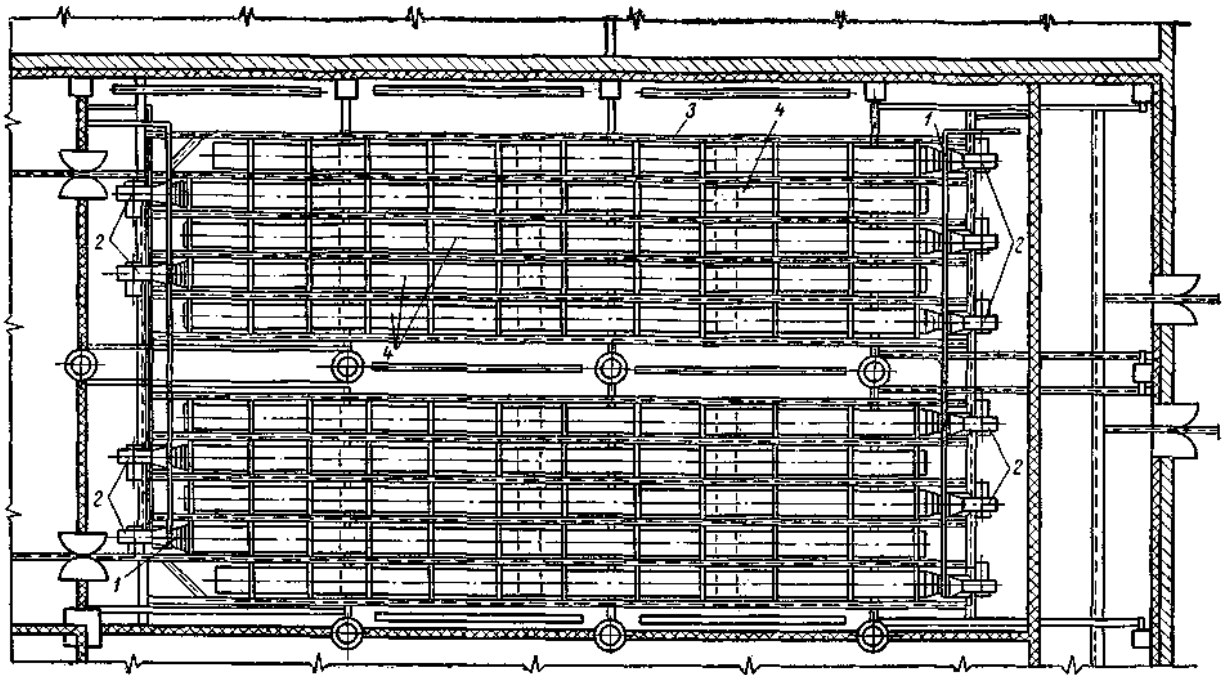


Рисунок 11.1 – Установка для розморожування м'яса в потоці повітря:
1 – калорифер; 2 – вентилятор; 3 – підвісний шлях; 4 – канали з соплами

Таблиця 11.1 – Технічні характеристики установки для розморожування в потоці повітря

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	200
Температура середовища, °С	20
Температура розмороженого продукту, °С	1
Швидкість руху повітря, м/с	1...2
Питома споживана потужність, кВт·год	12,5
Питома витрата води (пари), кг/т	-
Тривалість розморожування, год	12

11.1.2. Обладнання для організації процесу дефростації в камерах

Установка камери дефростації призначена для забезпечення процесу розморожування риби.

Технічні характеристики:

- спосіб дефростації: обдув повітрям замороженої продукції, розміщеної на візках у водяному тумані;
- продукція, яка розморожується: заморожена риба в блоках;
- розміри 1 блока: 800×250×60×65 мм;
- вага 1 блока: 10 кг;
- розміри 1 візка: 900×1300×1725 мм;
- кількість візків, що одночасно знаходяться в 1 камері: 12 шт;
- вага вантажу на 1 візок: 550 кг;

- вага продукту, який завантажується одночасно: 6600 кг;
- тривалість процесу розморожування: 8...9 годин;
- температура вантажу, що поступає на розморожування; не нижче мінус 18°C;
- температура вантажу в кінці процесу розморожування: мінус 2°C;
- діапазон температур повітря зовні камер: +5...+28°C.

Установка складається з однієї теплоізолюваної камери з обладнанням для підтримання необхідних в процесі дефростації параметрів повітря (обладнання розміщується в кожній камері) і комплекту з 12 візків (рис. 11.2). Камера має зовнішні розміри 6670×2900×3095 мм (довжина×ширина×висота).



Рисунок 11.2 – Розташування візків в камері дефростації

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. 11.3). Установлена потужність тенів нагрівання повітря для однієї камери складає 70 кВт.

Охолодження повітря в камері здійснюється за допомогою однієї холодильної установки. Холодильна установка збирається на базі одного поршневого герметичного компресора моделі MT 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 навколишнього середовища +30°C (температура конденсації + 45°C, температура кипіння -10°C), холодоагент – R22. Компресорно-конденсаторні агрегати розміщуються зовні камер, випарники – усередині.



Рисунок 11.3 – Підйомна стеля

Контроль над поточними параметрами температури повітря здійснюється трьома датчиками з комп'ютерне 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.

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

11.1.3. Дефростер Cabinplant TC- 2

Принцип роботи цієї камери полягає в такому. Заморожена продукція з температурою мінус 20°C, укладена на візки, поміщається в камеру (рис. 11.4).

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. При цьому 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, при цьому забезпечується оптимальний горизонтальний рух повітряних мас.



Рисунок 11.4 – Дефростер Cabinplant TC- 2

Технічні характеристики дефростера наведено в табл.11.2.

Таблиця 11.2 – Технічні характеристики дефростера Cabinplant TC- 2

Параметр	Значення
Місткість	2 візки
Продуктивність	1,5т/2,5 години
Тип продукту	заморожена в блоках риба
Розміри	3760×1426×3125 мм
Місткість візка	залежно від розміру блока близько 700 кг за товщині блока 65 мм
Матеріал камери	нержавіюча сталь

11.1.4. Дефростери серії VGKL (Китай)

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 протягом 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.

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 рисунку 11.5а показано зовнішній вигляд камери, а на рисунку 11.5б – розташування візків всередині камери.

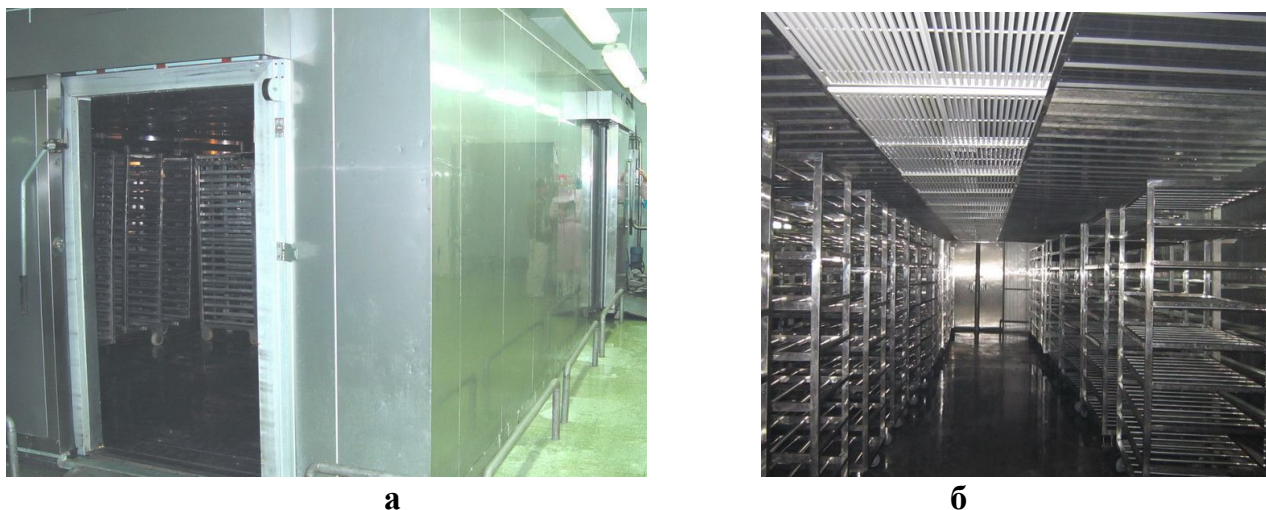


Рисунок 11.5 – Камера дефростації серії VGKL: а – зовнішній вигляд; б – вигляд візків всередині камери

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.

Технічні характеристики камери дефростації серії VGKL наведено в табл. 11.3.

Таблиця 11.3 – Технічні характеристики

Модель	Вихід, кг/за партію	Установлена потужність, кВт	Холодопро- дуктивність, кВт (+35/-10 °C)	Розміри камери, мм		
				L	W	H
VGKJ-100	100	2,0	47	1500	800	1500
VGKJ-1000	1000	8,8	79	3100	1500	2400
VGKJ-10000	10000	15	165	8000	4500	3200
VGKJ-30000	30000	38	320	16800	5800	3300

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.

Дані камери широко використовується 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 при обробці м'ясних і морепродуктів.

11.1.5. Установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря

Установки одержали широке поширення для розморожування рибного філе. Установка складається з ізольованого контуру, вантажного конвеєра, відцентрового вентилятора, калорифера, системи зволоження повітря й повітроводів (рис. 11.6). Технічні характеристики наведено в табл. 11.4.

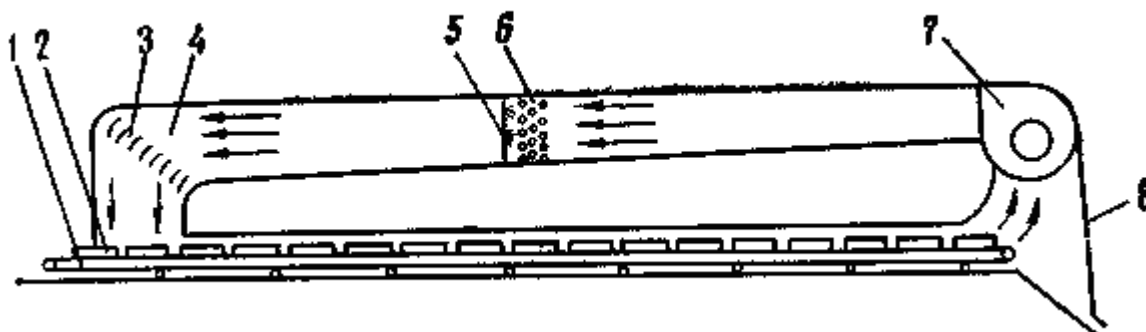


Рисунок 11.6 – Установка для розморожування блокових продуктів у потоці вологого повітря: 1 – вантажний конвеєр; 2 – блоки замороженого продукту; 3 – напрямні щити; 4 – повітропровід; 5 – система зволоження повітря; 6 – калорифер; 7 – відцентровий вентилятор; 8 – ізолюваний контур

Таблиця 11.4 – Технічні характеристики установки для розморожування у потоці вологого повітря

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	100
Температура середовища, °С	21...22
Температура розмороженого продукту, °С	1
Швидкість руху повітря, м/с	5
Питома споживана потужність, кВт·год	-
Питома витрата води (пари), кг/т	1,5
Тривалість розморожування, год	4...5

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 повинна бути такою, щоб блоки за час переміщення в апараті були розморожені. Під час розморожування продуктів у таких установках практично не відбувається втрат маси продукту.

Переваги: простота конструкції й незначні експлуатаційні й капітальні витрати.

Недоліки: недостатня інтенсивність процесу розморожування.

11.1.6. Установки для розморожування харчових продуктів у вакуумі

Розморожування блокових продуктів проводять і в установках для розморожування харчових продуктів у вакуумі (рис. 11.7).

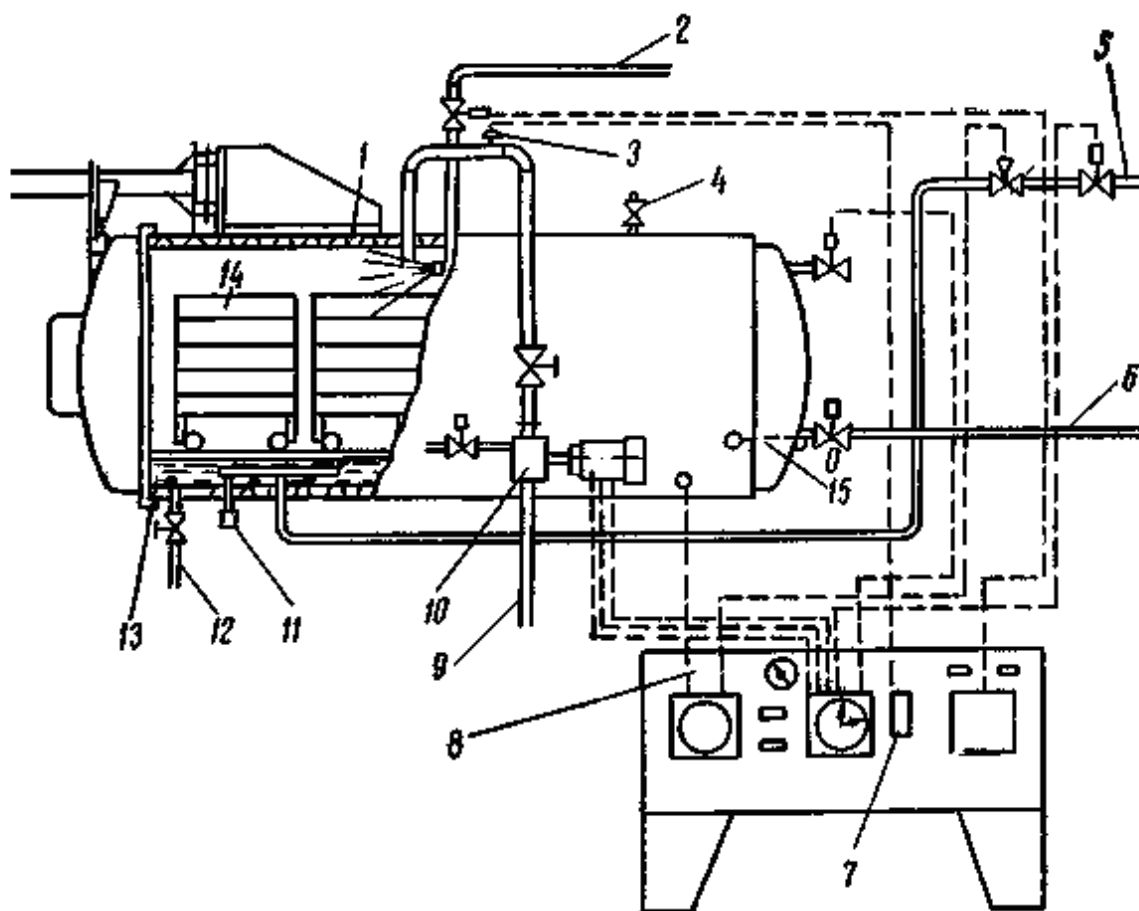


Рисунок 11.7 – Установка для розморожування блокових продуктів у вакуумі: 1 – герметична камера; 2 – трубопровід для миття; 3 – вакуумне реле; 4 – запобіжний клапан; 5 – трубопровід подання пари; 6 – трубопровід для подання води; 7 – вакуумметр; 8 – вимірювальний щит; 9 – трубопровід для відсмоктування 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%-ній відносній вологості повітря в установці процес розморожування блокових продуктів інтенсивний, втрата маси продуктом мінімальна, не відбувається перегріву продукту.

Переваги: невисокі капітальні й експлуатаційні витрати.

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

Технічні характеристики наведено в табл. 11.5.

Таблиця 11.5 – Технічні характеристики установки для розморожування у вакуумі

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	60
Температура середовища, °C	21...22
Температура розмороженого продукту, °C	1
Швидкість руху повітря, м/с	-
Питома споживана потужність, кВт·год	64
Питома витрата води (пари), кг/т	1,2
Тривалість розморожування, год	3...4

11.1.7. Установки для розморожування продуктів зануренням у воду

Широке поширення одержали **установки для розморожування продуктів зануренням у воду** (рис. 11.8). Установка складається з ванни з водою, кошиків із блоками мороженої риби, переміщуваних ланцюговим конвеєром, відцентрових насосів, водопідігрівача, електродвигуна ланцюгового конвеєра з варіатором швидкості.

Блоки мороженої 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.

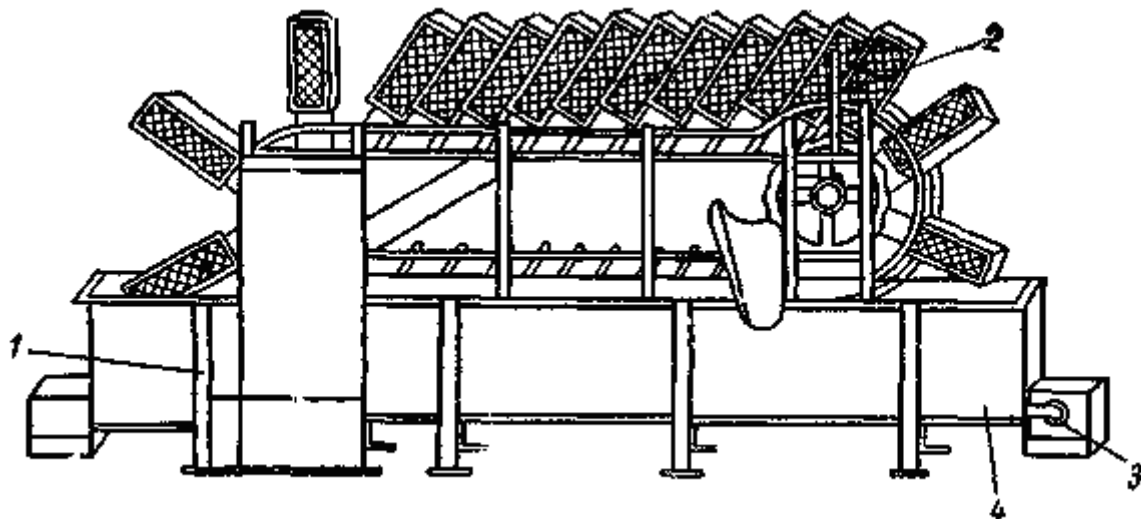


Рисунок 11.8 – Установа для розморожування продуктів зануренням у воду: 1 – каркас установки; 2 – кошики із блоками риби; 3 – відцентрові насоси; 4 – ванна з водою

Переваги: інтенсивність процесу розморожування, простота пристрою, зручність експлуатації.

Недоліки: великі витрати води, відсутність засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Технічні характеристики наведено в табл. 11.6.

Таблиця 11.6 – Технічні характеристики установки для розморожування зануренням у воду

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	100
Температура середовища, °С	15...16
Температура розмороженого продукту, °С	1
Швидкість руху повітря, м/с	-
Питома споживана потужність, кВт·год	-
Питома витрата води (пари), кг/т	18
Тривалість розморожування, год	0,2...0,3

Механізований дефростер занурювального типу (рис. 11.9) призначений для розморожування брикетів мороженої 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 паром до температури 298 К. Витрата води 154 м³/год. Пара (витрати 150 кг/год) подають у паровий барботер для нагрівання води до 25°С і підтримки цієї температури протягом процесу розморожування. Для прискорення розморожування риби воду у ванні турбулізують повітрям (витрата 530 м³/год) під тиском 0,12 МПа.

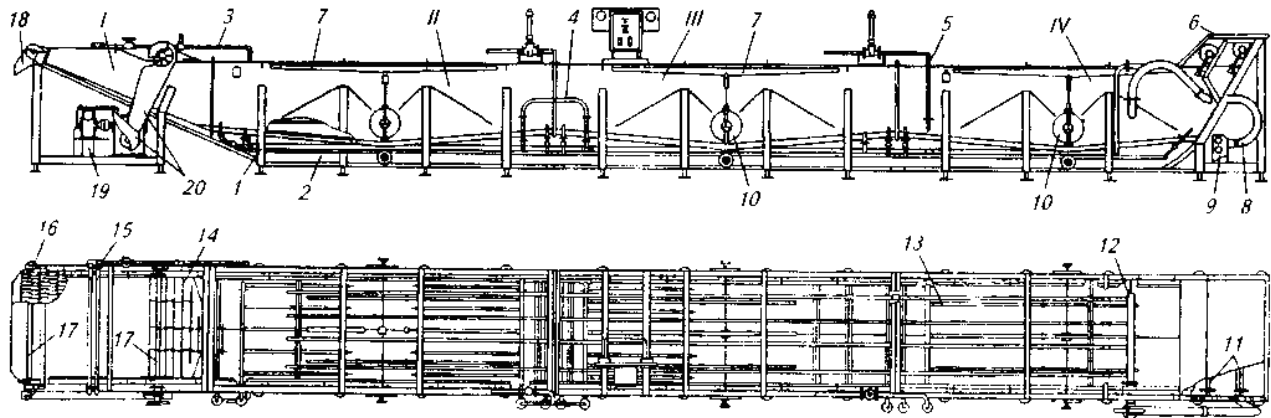


Рисунок – 11.9 – Механізований дефростер занурювального типу: I – привідна секція; II, III – проміжні секції; IV – натяжна секція; 1 – каркас; 2 – ванна; 3, 4, 5, 8 – відповідні трубопроводи води, пари, повітря; 6 – завантажувальна площадка; 7 – зливні жолоби; 9 – компресор; 10 – люки; 11 – натяжні вали; 12 – повітряний барботер; 13 – паровий барботер; 14 – полотно дефростації; 15 – зрошувач; 16 – виносний конвеєр; 17 – приймальні вали; 18 – лотік вивантаження; 19 – привід; 20 – огороження

Блок риби вручну зіштовхують із завантажувальної площадки на полотно дефростації. Швидкості руху полотна 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 лотік 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.

11.1.8. 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. 11.10) 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.

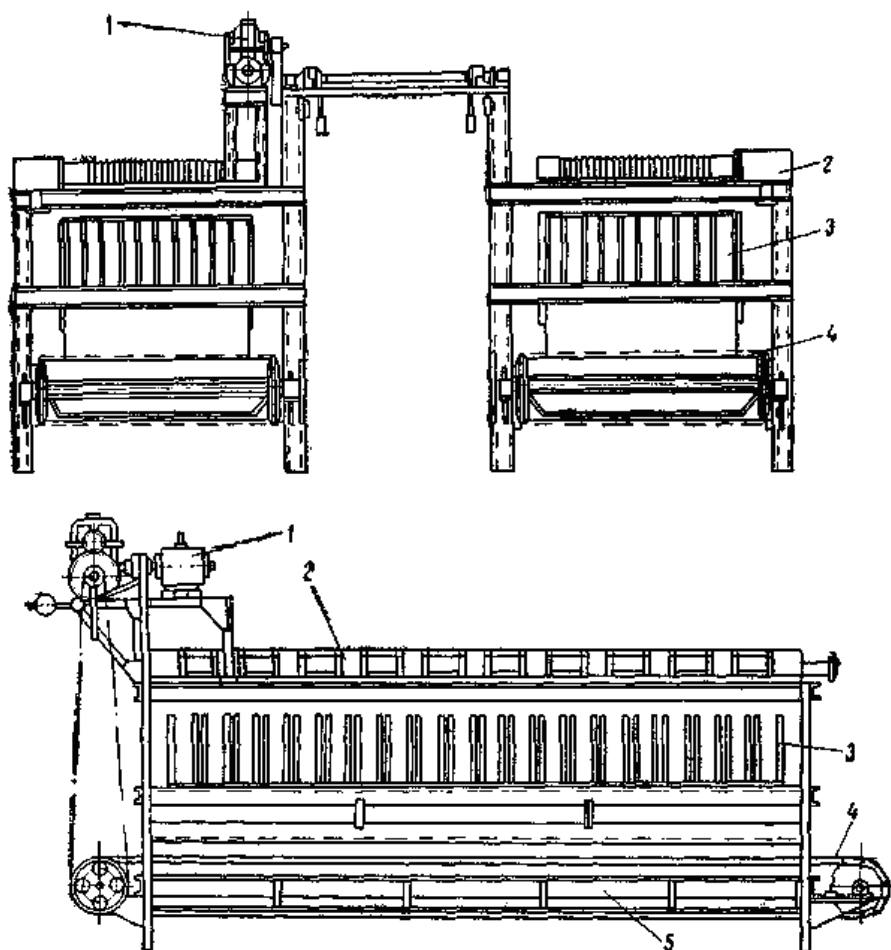


Рисунок 11.10 – Установа для розморожування харчових продуктів у воді шляхом зрошення: 1 – привід конвеєра з варіатором швидкостей; 2 – зрошувальний пристрій; 3 – касети для блоків риби; 4 – сітчастий конвеєр; 5 – піддон

Переваги: гарні санітарні умови розморожування, а також механізація розвантаження розмороженого продукту.

Недоліки: значна тривалість процесу розморожування й ручне завантаження блоків у касети.

Технічні характеристики наведено в табл. 11.7.

Таблиця 11.7 – Технічні характеристики установки для розморожування зрошенням водою

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	50
Температура середовища, °С	18...20
Температура розмороженого продукту, °С	1
Швидкість руху повітря, м/с	-
Питома споживана потужність, кВт·год	-
Питома витрата води (пари), кг/т	330
Тривалість розморожування, год	0,6

Дефростер для блоків морепродуктів призначений для розморожування мороженої риби, кальмарів, креветок (рис. 11.11). Одноразове завантаження апарата 1500 кг блоками розміром 800×250×80 мм. Основна частина дефростера – ванна, дно якої має ухил у бік вивантаження.

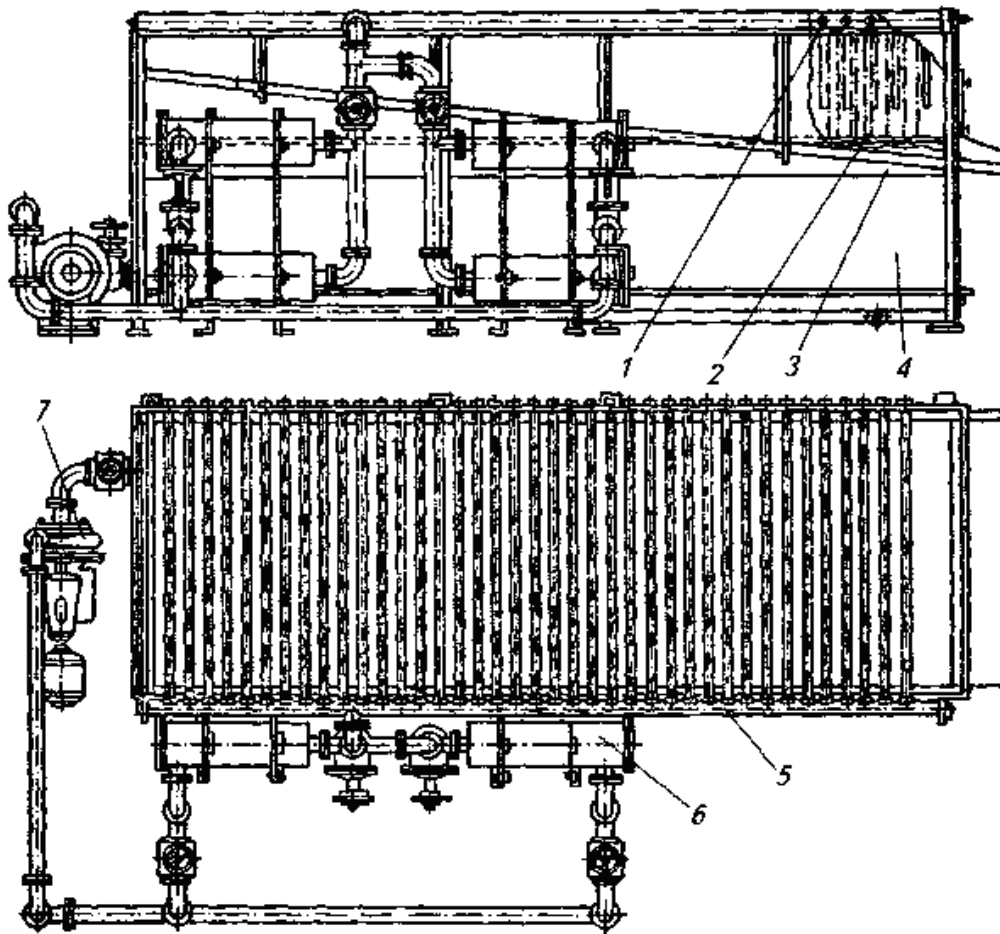


Рисунок 11.11 – Дефростер для блоків морепродуктів: 1 – барботерні трубки; 2 – удаване дно; 3 – корпус; 4 – ємність для збирання води; 5 – колектор; 6 – фільтр для води; 7 – насос

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

Універсальний дефростер безперервної дії зрошувального типу (рис. 11.12а) 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 (рис. 10.17б) 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 вся поверхня блока зрошується водою, що стікає з обтічників. При переході блоків із верхньої на нижню гілку конвеєра упори кронштейнів касети втримують їх від випадання.

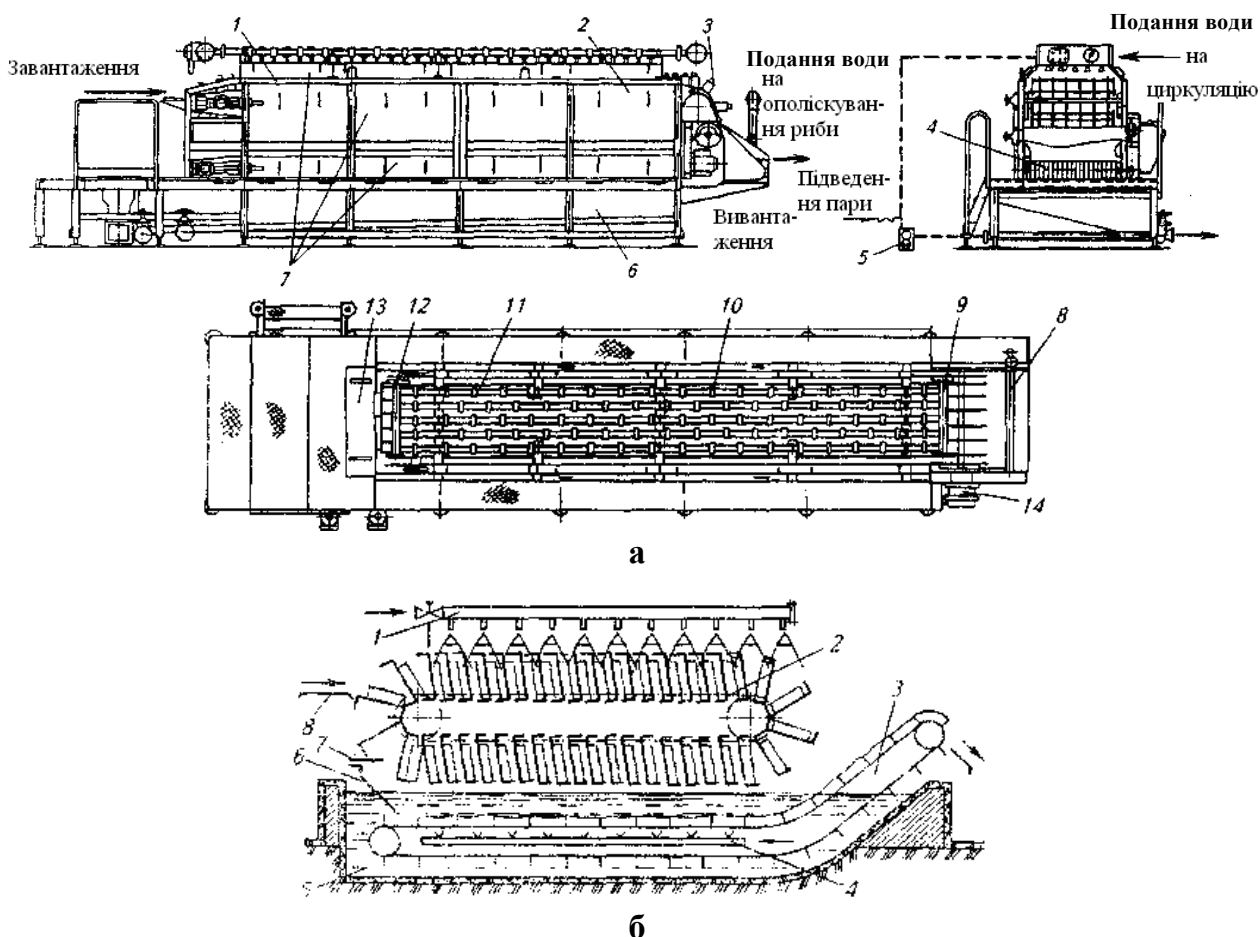


Рисунок – 11.12 – Універсальний дефростер зрошувального типу:
а – загальний вигляд; 1 – секція завантаження; 2 – секція вивантаження; 3, 4 – верхній та нижній конвеєри відповідно; 5 – рибонасосна установка; 6 – ванна; 7 – огороження; 8 – ополіскувач; 9, 11, 12 – колектори; 10 – зрошувач; 13 – завантажувальний стіл; 14 – привід; б – технологічна схема; 1 – зрошувач; 2, 3 – верхній з касетами та нижній конвеєри відповідно; 4 – барботер; 5 – ванна; 6 – вібротіт; 7 – виштовхувач; 8 – вивантажувальний стіл

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 вібрлотік. Під час перевантаження з верхнього конвеєра на нижній блоки риби, потрапляючи на вібрлотік, 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, встановлена потужність електропривода разом із насосом 8,6 кВт.

11.1.9. Дефростери серії Н2-ИТА

фростер універсальний Н2-ИТА110 механізований безперервної дії для розморожування риби та м'яса блоками й розсипом (рис. 11.13).



Рисунок 11.13 – Дефростер універсальний Н2-ИТА110

Колекторами з двох боків дефростера подається вода на зрошувачі. Брикети із столу завантаження вручну скидаються в касету полотна верхнього транспортера під час розкриття касети. З моменту закриття касет брикет зрошується водою, що стікає з обтічників. При переході 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. Технічні характеристики наведено в табл. 11.8.

Таблиця 11.8 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Продуктивність, кг/год	800
Встановлена потужність, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	5500×1640×1860
Маса, кг	2200

Дефростер універсальний Н2-ИТА112

Універсальний механізований дефростер безперервної дії для розморожування риби й м'яса блоками (рис. 11.14).



Рисунок 11.14 – Дефростер універсальний Н2-ИТА112

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 уручну скидається на полотно верхнього конвеєра.

Дефростована риба подається полотном нижнього конвеєра на наступну технологічну операцію.

Вода після зрошування й ополіскування риби збирається у ванні. З метою 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 нижчею 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-ИГА113 призначений для розморожування риби та м'яса, заморожених блоками й розсипом із максимальними розмірами блоків 800×500×120 мм.

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.

Можливі модифікації для обробки блоків інших розмірів.

Блоки мороженої сировини зі столу завантаження уручну 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, з метою 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.

Технічні характеристики дефростерів Н2-ИТА112 та Н2-ИТА113 наведено в табл. 11.9.

Таблиця 11.9 – Технічні характеристики дефростерів серії Н2-ИТА

Параметр	Значення	
	Н2-ИТА112	Н2-ИТА113
Продуктивність, кг/год	1000	400...500
Установлена потужність, кВт	8,6	8,6
Витрата води, м ³ /год, не більше	3	3
Витрата пари, кг/год	310	300
Габаритні розміри, мм	8500×2345×2500	8500×2345×2690
Маса, кг	3700	3800

11.1.10. Установа для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою

Установа призначена для розморожування блоків риби (рис. 11.15), складається з ванни з водою, душового пристрою, вантажного конвеєра, розвантажувального конвеєра, електродвигунів конвеєрів із варіатором швидкостей.

Блоки морозеної риби надходять на верхню гілку вантажного конвеєра й спочатку рухаються в зоні обдування повітрям (5...15 хвилин), потім протягом 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.

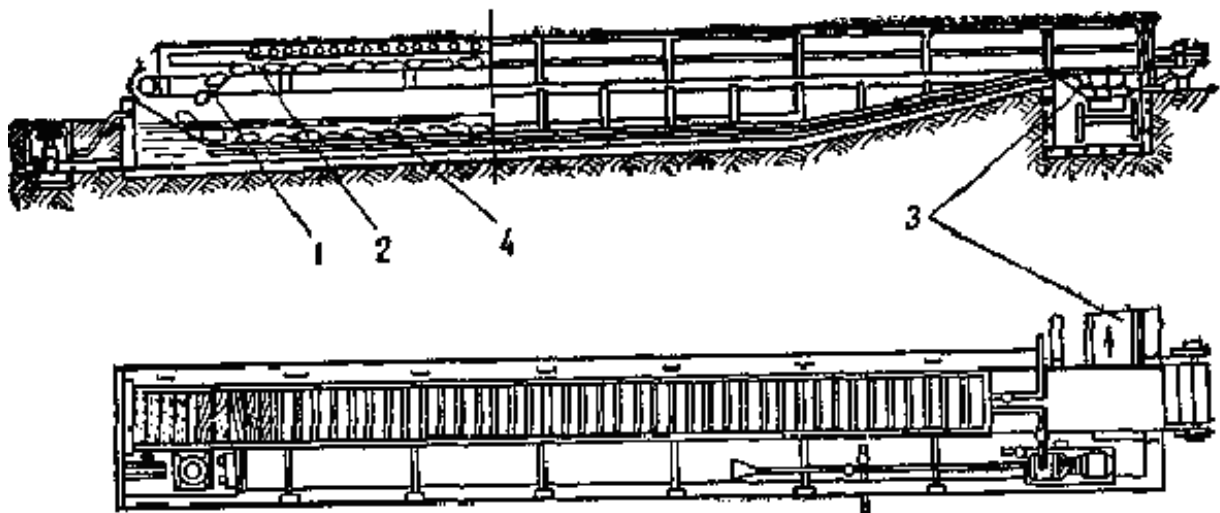


Рисунок 11.15 – Установа для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою: 1 – вузол перевантаження продукту на нижню гілку; 2 – продукт; 3 – конвеєр розвантаження; 4 – ванна з водою

На нижній гілці вантажного конвеєра риба протягом 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 передбачена 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.

Переваги: її компактність, а також механізація завантаження й вивантаження продукту.

Недоліки: риба розморожується у ванні з водою, яка вже використовувалася для зрошення, що збільшує бактеріологічну обсеменінність на виході з апарата.

Технічна характеристика наведена в табл. 11.10.

Таблиця 11.10 – Технічні характеристики установки для розморожування комбіновано повітрям і водою

Показники	Значення
Продуктивність, кг/год	80
Температура середовища, °С	22...24
Температура розмороженого продукту, °С	1
Швидкість руху повітря, м/с	-
Питома споживана потужність, кВт·год	-
Питома витрата води (пари), кг/т	15
Тривалість розморожування, год	1

11.2. Установки з підведенням тепла до об'єму продукту

11.2.1. Високі частоти у харчовій промисловості

Сучасне промислове високочастотне й мікрохвильове обладнання дозволяє швидко нагрівати й розморожувати продукти (м'ясо, птицю, рибу, фрукти, сири й 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 вибіркоче 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) оснований на використанні діелектричних властивостей замороженого продукту. Якщо частота електричного поля складає до 300 МГц, то розморожування здійснюється в полі конденсатора, і джерелом електричних коливань при цьому виступає генератор. За надвисоких частот, більш 300 МГц, розморожування відбувається в полі об'ємного резонатора або випромінювача, і джерелом електричних коливань служить магнетрон.

Особливості технології

1. 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.

2. 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%;
- підвищення якості продукції, покращення смакових та ароматичних показників;
- 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 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 915 МГц

Мікрохвилі частотою 915 МГц підходять для нагрівання протягом декількох хвилин м'ясних блоків (перехід від мінус 20°C до мінус 4–2°C).

При цьому 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. 11.16) 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, яка представляє собою генераторну лампу, що працює при навантаженні з великим коефіцієнтом відбиття й не вимагає складних джерел живлення.

Продукт вручну укладають на діелектричний піддон і завантажують у робочу камеру. Разове 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 й роторного типів.

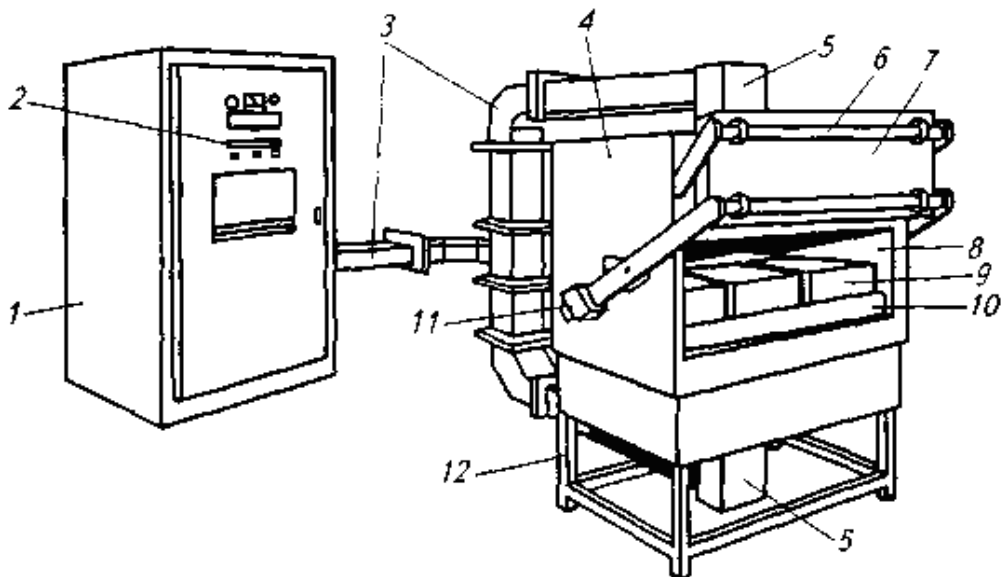


Рисунок 11.16 – Апарат періодичної дії для НВЧ-розморожування:
 1 – шафа; 2 – пульт управління; 3 – вертикальний і горизонтальний хвилеводи; 4 – робоча камера; 5 – вузол уведення енергії; 6 – пристрій для закривання дверей; 7 – двері; 8 – завантажувальне вікно; 9 – продукт; 10 – діелектричний піддон; 11 – противага; 12 – підставка

Апарат конвеєрного типу (рис. 11.17) 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 $4050 \times 1100 \times 2440$ мм, маса 4500 кг.

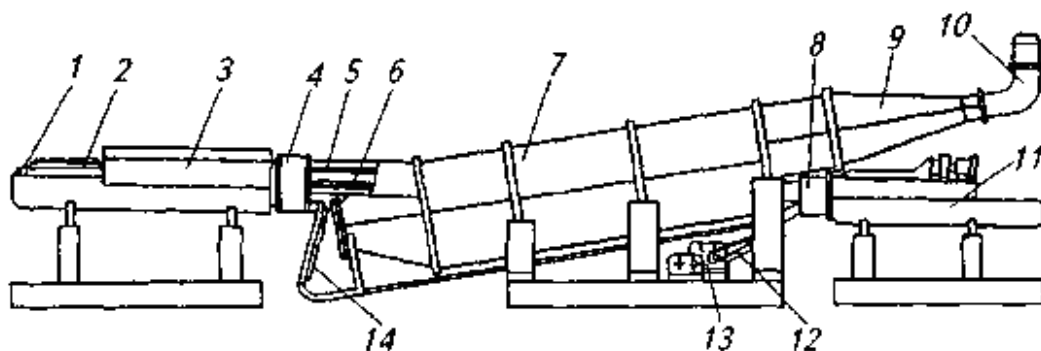


Рисунок 11.17 – Апарат конвеєрного типу для НВЧ-розморожування:
 1 – ланцюговий конвеєр; 2 – діелектричний конвеєр; 3 – пристрій для завантаження; 4, 8 – захисні пристрої; 5 – тунель; 6 – діелектрична конвеєрна стрічка; 7 – робоча камера; 9 – вузол з'єднання робочої камери та хвилеводів; 10 – хвилевод; 11 – пристрій вивантаження; 12, 14 – захисні пристрої; 13 – привід конвеєра

11.2.2. Апарати для розморожування SAIREM (Франція)

Апарати поділяються на кілька типів та категорій залежно від призначення (типу продукту) та способу завантаження – камерні (рис. 11.18) або тунельні (рис 11.19). Один із типів – це мікрохвильові дефростери 915МГц, призначені для швидкого розморожування м'яса та птиці в блоках, масла. Другий тип – високочастотні дефростери 27МГц для риби та морепродуктів. Технічні характеристики наведено в табл. 11.11 та 11.12.



Рисунок 11.18 – Загальний вигляд високочастотних камерних дефростерів марки RF 600, RF 900



1



2

Рисунок 11.19 – Дефростери високочастотні, тунельні: 1 – TRF 20; 2 – TRF 50

Таблиця 11.11 – Технічні характеристики дефростерів RF 600, RF 900

Параметр	Значення	
	RF 600	RF 900
Потужність ВЧ	12кВт, регулюється від 0 до 100%	18кВт, регулюється від 0 до 100%
Частота	27МГц	27МГц
Електроживлення	380/400 В/50 Гц, 3-фазне, максимум 17кВт	380/400 В/50 Гц, 3-фазне, максимум 23 кВт
Охолодження генератора	водяне, витрата 10 л/хв	водяне, витрата 14 л/хв
Продуктивність	150...200 кг/год залежно від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації	300...350 кг/год залежно від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації
Час дефростації	15...20 хвилин для одного завантаження 40...60 кг	15...20 хвилин для одного завантаження 100...120 кг
Висота	1630 мм з відкритими дверима	1630 мм з відкритими дверима
Довжина	2020 мм	2020 мм
Ширина	2600 мм 1200 мм	3350 мм 1510 мм

Технічні характеристики дефростерів TRF 20 TRF 50 наведено в табл. 11.12.

Таблиця 11.12 – Технічні характеристики дефростерів TRF 20 TRF 50

Параметр	Значення	
	TRF 20	TRF 50
1	2	3
Потужність ВЧ	20кВт, регулюється від 0 до 100%	50кВт, регулюється від 0 до 100%
Частота	27МГц	27МГц
Електроживлення	380/400 В/50 Гц, 3-фазне максимум 30 кВт	380/400 В/50 Гц, 3-фазне максимум 70 кВт
Охолодження генератора	водяне, витрата 20 л/хв	водяне, витрата 30 л/хв
Час дефростації	20...40 хвилин від початку завантаження	20...40 хвилин від початку завантаження

1	2	3
Продуктивність	400...600 кг/год в залежності від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації	700...1000 кг/год в залежності від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації
Висота	1980 мм	1980 мм
Довжина	4060 мм	6668 мм
Ширина	935 мм	935 мм
Висота конвеєра	900 мм	900 мм

На рис. 11.20 наведено загальний вигляд дефростера TRF 50 а на рис. 11.21 показано процес роботи дефростера TRF 50.



Рисунок 11.20 – Загальний вигляд дефростера TRF 50



Рисунок 11.21 – Процес роботи дефростера TRF 50: 1 – продукт завантажений для розморожування; 2 – вивантаження продукту після розморожування

Мікрохвильові дефростери AMW 200, AMW 400, AMW 600

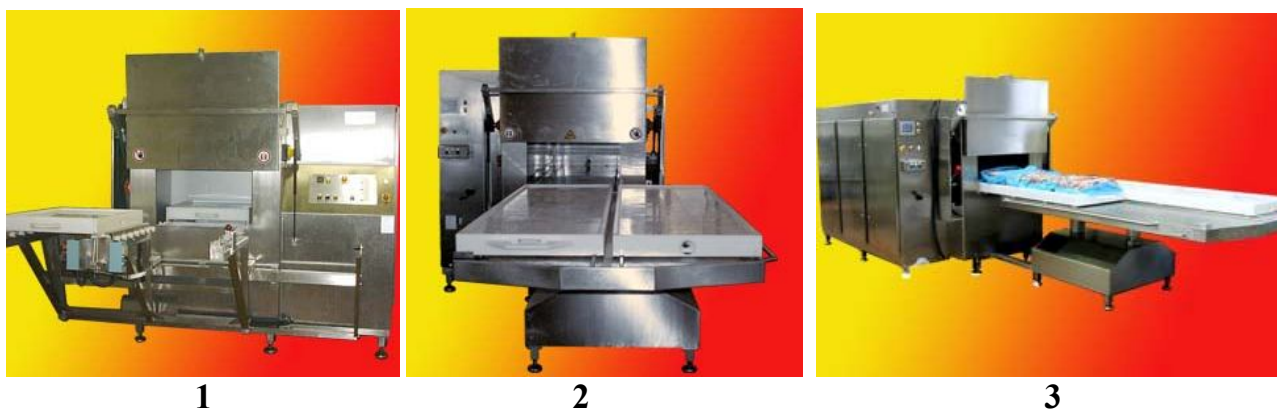


Рисунок 11.22 – Мікрохвильові дефростери: 1 – AMW 200; 2 – AMW 400; 3 – AMW 600

На рисунку 11.23 показано основні етапи роботи мікрохвильового дефростера AMW 200.

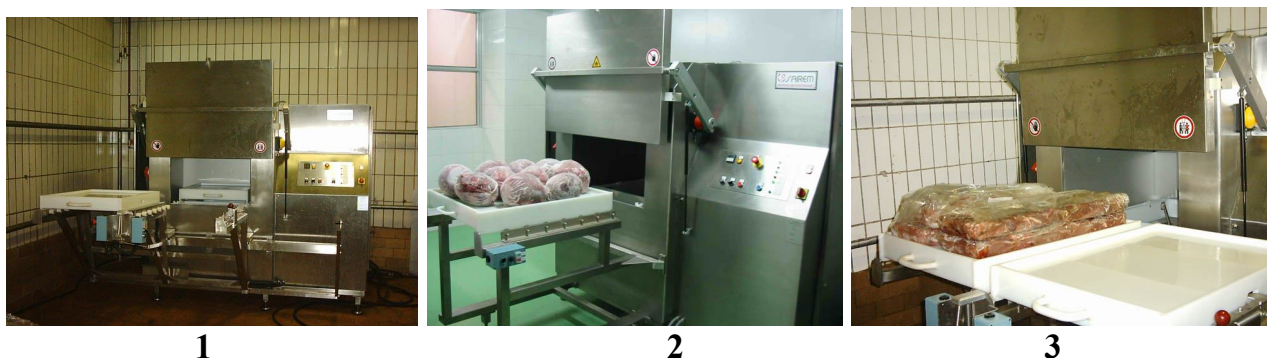


Рисунок 11.23 – Мікрохвильовий дефростер AMW 200 в роботі: 1 – апарат перед початком роботи; 2 – продукт перед завантаженням на розморожування; 3 – продукт після розморожування

На рисунку 11.24 показано основні етапи роботи мікрохвильового дефростера AMW 600.



Рисунок 11.24 – Мікрохвильовий дефростер AMW 600 в роботі: 1 – апарат перед початком роботи; 2 – продукт перед завантаженням на розморожування; 3 – продукт після розморожування

У табл. 11.13 наведено основні технічні характеристики мікрохвильових дефростерів.

Таблиця 11.13 – Технічні характеристики мікрохвильових дефростерів AMW

Параметр	Значення		
	AMW 200	AMW 400	AMW 500
Потужність ВЧ	10кВт, регулятор 100% або 50%	60кВт, регулюється від 5 до 60кВт; крок 1кВт	60кВт, регулюється від 5 до 60кВт; крок 1кВт
Частота	915МГц	915МГц	915МГц
Електроживлення	380/400 В/50 Гц, 3-фазне, максимум 22 кВт	380/400 В/50 Гц, 3-фазне, максимум 90 кВт	380/400 В/50 Гц, 3-фазне, максимум 90 кВт
Охолодження генератора	водяне, витрата 12 л/хв	водяне, витрата 30 л/хв	водяне, витрата 30 л/хв
Продуктивність	350...400 кг/год залежно від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації	800...1400 кг/год залежно від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації	1500...2000 кг/год залежно від типу продукту, початкової та кінцевої температур дефростації
Час дефростації	4...7 хвилин для одного завантаження 50...55 кг	4...7 хвилин для одного завантаження 100...110 кг	4...7 хвилин для одного завантаження 120...180 кг
Висота	1854 мм	1995 мм	1995 мм
Довжина	з відкритими дверима 2270 мм	з відкритими дверима 2270 мм	з відкритими дверима 2270 мм
Ширина	2607 мм	3600 мм	6500 мм
	2413 мм	2990 мм	3120 мм

Мікрохвильові дефростери тунельного типу TMW 75, TMW 150



Рисунок 11.25 – Мікрохвильові дефростери тунельного типу: 1 – TMW 75; 2 – TMW 150

Технічні характеристики наведено в табл.11.14.

Таблиця 11.14 – Технічні характеристики

Параметр	Значення	
	TMW 75	TMW 150
Потужність ВЧ	один генератор 75кВт, регулюється від 5 до 75 кВт; крок 1 кВт	два генератора по 75кВт, регулюється від 5 до 75 кВт; крок 1 кВт
Частота	915 МГц	915 МГц
Електроживлення	380/400 В/50 Гц, 3-фазне максимум 100 кВт	380/400 В/50 Гц, 3-фазне максимум 200 кВт
Охолодження генератора	водяне, витрата 40 л/хв	водяне, витрата 2×40 л/хв
Продуктивність	2500...3000 кг/год залежно від типу продукту початкової та кінцевої температур дефростації	5000...6000 кг/год залежно від типу продукту початкової та кінцевої температур дефростації
Час дефростації	15...25 хвилин від початку завантаження	25...35 хвилин від початку завантаження
Висота	1800 мм	1800 мм
Довжина	9000 мм	12000 мм
Ширина	3000 мм	3000 мм
Висота конвеєра	1240 мм	1240 мм

11.2.3. Мікрохвильові дефростери виробництва АМТЕК Microwaves
Мікрохвильовий дефростер АМТ2142 камерного типу циклічної дії



Рисунок 11.26 – Дефростер АМТ2142

Характеристики:

- регулятор потужності від 6 до 75 кВт;
- частота мікрохвильового опромінення 915 МГц;
- охолодження водяне 35 л/хв;
- тиск води на вході 3...4 бар (можлива установка замкнутого циклу);
- температура охолоджуючої води на вході – (10...20°C);
- споживана потужність 90 кВт за 100% мікрохвильової;
- електроживлення – 380 В, 50 Гц;
- вихідна мікрохвильова потужність – 75 кВт;
- продуктивність – 680 кг на год;
- початкова температура мінус 20°C, кінцева (-2...-1)°C;
- разове завантаження – 2 блока по 20...30 кг (час одного циклу 65 секунд);
- наявність (PLC) контролера для управління режимами дефростації і діагностики несправностей.

Можливість використання імпульсного режиму дозволяє дефростувати особливо делікатні види продукту, і доводити температуру до 0°C.

На рисунку 11.27 наведено габаритні розміри дефростера.

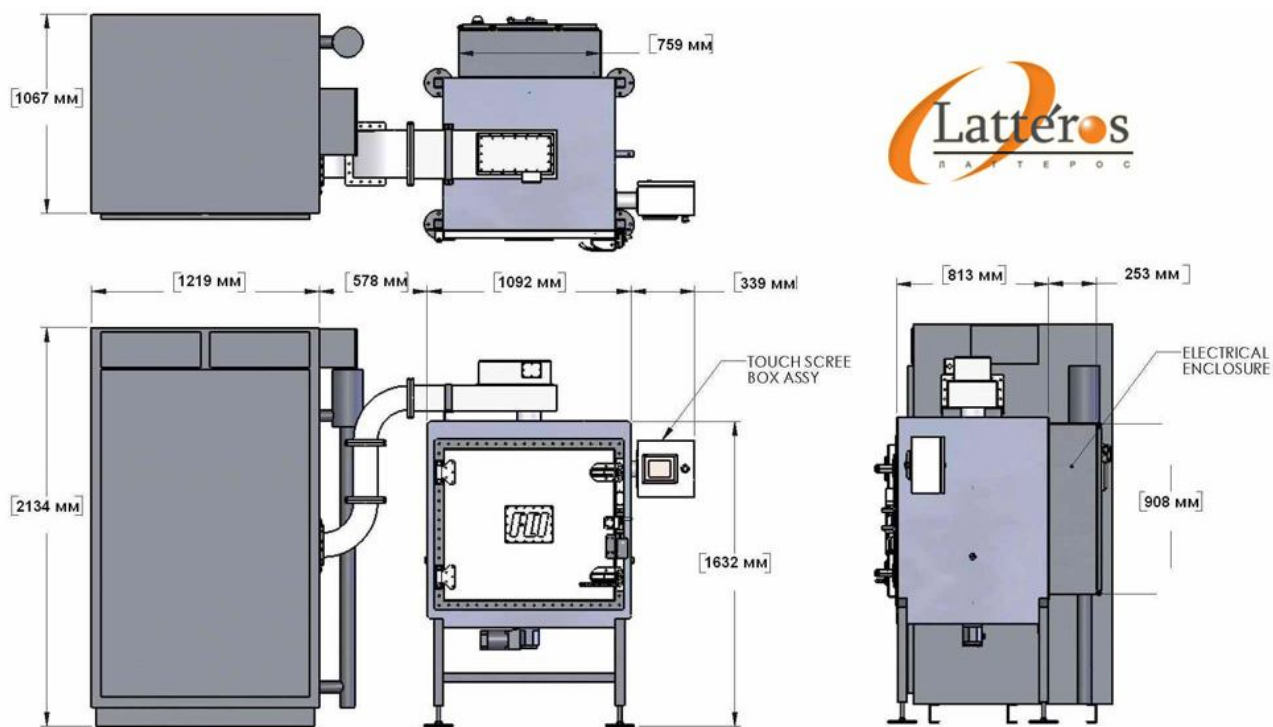


Рисунок 11.27 – Габаритні розміри дефростера АМТ2142

Мікрохвильовий дефростер АМТ2160 камерного типу циклічної дії



Рисунок 11.28 – Дефростер АМТ2160

Характеристики:

- споживана потужність – 103 кВт за 100% мікрохвильової;
- разове завантаження 5 блоків (400×600×200), вага 25 кг, (дефростація 125 кг за 4 хвилини до 0°C);
- електроживлення – 380 В (50 Гц);
- вихідна мікрохвильова потужність – 75 кВт;
- регулятор потужності від 5 до 75кВт;
- частота мікрохвильового опромінення 915 МГц;

- охолодження водяне 30л/хв;
- тиск води на вході 3 бар (можлива установка замкнутого циклу);
- температура охолоджуючої води на вході 15...17°C;
- тиск повітря на вході 6...8 бар;
- продуктивність – 1860 кг на годину (залежно від складу сировини, початкової та кінцевої температур дефростації);
- початкова температура -20°C кінцева -2...-1°C;
- наявність (PLC) контролера для управління режимами дефростації та діагностики несправностей;
- можливість дистанційної діагностики та усунення несправностей через модемний доступ до PLC з віддаленого комп'ютера.

Мікрохвильовий дефростер АМТ4412 безперервної дії тунельного типу



Рисунок 11.29 – Дефростер АМТ4412

Характеристики:

- споживана потужність – 103 кВт (за 100% мікрохвильової потужності), за цикліу використовується – 70...80% потужності магнетрона;
- електроживлення – 400 В, 50 Гц;
- вихідна мікрохвильова потужність – 75 кВт;
- регулятор потужності від 5 до 75кВт;

- частота мікрохвильового опромінення 915 МГц;
- охолодження водяне 40л/хв;
- тиск води на вході 4 бар (можлива установка замкнутого циклу);
- температура охолоджуючої води на вході 10...20°C;
- тиск повітря на вході 6...8 бар;
- продуктивність – від 2000 кг на год (залежно від складу сировини, початкової та кінцевої температури дефростації);
- початкова температура -20°C кінцева -2...-1°C.

11.3. Основи розрахунку установок для розморожування харчових продуктів

Тепловий розрахунок дефростерів полягає у визначенні витрати теплоти на розморожування і його тривалості. Витрати теплоти під час розморожування визначають із рівняння теплового балансу

$$Q_{заг} = Q_p + Q_в, \quad (11.1)$$

де $Q_{заг}$ – кількість теплоти, яка віддається середовищем, що гріє;
 Q_p – кількість теплоти, яка необхідна для власне розморожування риби;
 $Q_в$ – втрати теплоти під час розморожування (в навколишнє середовище, на нагрівання транспортних пристроїв; випаровування рідини з поверхні і тощо), Дж.

За розморожування на повітрі або в рідині

$$Q_p = m \cdot c(t_n - t_k), \quad (11.2)$$

за паровакуумного розморожування

$$Q_p = D \cdot r_{\Omega}, \quad (11.3)$$

за розморожування струмом промислової частоти

$$Q_p = I \cdot U \cdot \tau, \quad (11.4)$$

за розморожування струмом високої частоти

$$Q_p = \varepsilon \cdot f \cdot E^2 \cdot V \cdot \tau \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad (11.5)$$

де m – маса рідини, яка гріє, кг;
 c – середня питома теплоємність рідини в діапазоні температур, $t_n - t_k$;
 t_n, t_k – відповідно початкова та кінцева температура середовища, яке гріє, °C;
 D – кількість пари, що сконденсувалась, кг;
 I – сила електричного струму, А;

U – напруга електричного струму, В;
 τ – тривалість процесу, с;
 ε – діелектрична проникність риби;
 f – частота електричного поля, Гц;
 E – напруженість електричного поля, Вт/м;
 V – об'єм замороженої риби, м³;
 $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс кута діелектричних втрат.

Витрата теплоти в навколишнє середовище за рахунок конвекції й випромінювання, Дж

$$Q_a = \varepsilon \cdot F(t_{cm} - t_n), \quad (11.6)$$

де α – сумарний коефіцієнт тепловіддачі конвекцією та випромінюванням, Вт/(м²·К);

F – площа поверхні, яка віддає тепло, м²;

t_{cm} , t_n – відповідно температура поверхні апарата та навколишнього повітря, °С.

У загальному вигляді

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l, \quad (11.7)$$

де α_k , α_l – відповідно коефіцієнти тепловіддачі конвекцією та випромінюванням, Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, Вт/(м²·К)

$$\alpha_k = 1,4^4 \sqrt{t_{cm} - t_n}. \quad (11.8)$$

Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням, Вт/(м²·К)

$$\alpha_l = \frac{C \left[\left(\frac{T_{cm}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_n}{100} \right)^4 \right]}{T_{cm} - T_n}, \quad (11.9)$$

де C – коефіцієнт випромінювання сірого тіла ($C = E \cdot C_u$, тут E – ступінь чорноти тіла, C_u – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла; $C_u = 5,68$ Вт/(м²·К⁴);

T_{cm} , T_n – відповідно абсолютна температура поверхні стінки апарата та повітря, К ($T_{cm} = 273 + t_{cm}$; $T_n = 273 + t_n$).

Витрата теплоти на випаровування рідини з поверхні, Дж

$$Q_{вип} = k_{вип} \cdot F_{вип} (p_p - \varphi_n \cdot p_p^n) r, \quad (11.10)$$

де $k_{вип}$ – коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря та фізичних властивостей рідини, кг/м²·Па·с);

$F_{вип}$ – площа поверхні випаровування, м²;

p_p – парціальний тиск насичених парів рідини за температури рідини, Па;

p_p^n – парціальний тиск насичених парів рідини за температури навколишнього повітря, Па;

φ_n – відносна вологість повітря, долі одиниці;

r – питома теплота пароутворення, Дж/кг.

Для води

$$k_{вин} = 0,0745(v_n \cdot \rho_n)^{0,8}, \quad (11.11)$$

де v_n – швидкість повітря, м/с;

ρ_n – щільність повітря, кг/м³.

Значення $k_{вин}$ залежно від швидкості руху повітря наведено в табл. 11.16.

Таблиця 11.16 – Значення $k_{вин}$

Параметр	Одиниці виміру	Значення			
		0	1	1,5	2
Швидкість руху повітря, v_n	м/с	0	1	1,5	2
$k_{вин} \cdot 10^{-9}$	кг/(м ² ·Па·с)	129	298	408	520

Втрати теплоти на нагрівання транспортних засобів, Дж

$$Q_{mp} = m_{mp} \cdot c(t_k - t_n), \quad (11.12)$$

де m_{mp} – маса транспортних пристроїв, кг;

c – теплоємність матеріалу, з якого виготовлено транспортні пристрої, Дж/(кг·К);

t_n, t_k – відповідно початкова та кінцева температури транспортних засобів, °С.

Для підігріву води в дефростерах використовується насичена пара.

Витрата пари, кг

$$D = \frac{Q_{заг}}{i - i_k}, \quad (11.13)$$

де $Q_{заг}$ – загальна витрата теплоти, Дж/с;

i, i_k – відповідно тепловміст пари та конденсату, Дж/кг.

Тривалість розморожування залежить від товщини риби, її початкової та кінцевої температур та середовища, в якому протікає процес. Тривалість розморожування, с

$$\tau = \frac{m_0^{1/3} - m_t^{1/3}}{v_{pz}}, \quad (11.14)$$

де $m_0^{1/3}, m_t^{1/3}$ – відповідно початкова маса та маса залишку замороженої риби до часу τ , кг;

v_{pz} – швидкість (темп) розморожування, кг^{1/3}/год.

Темп розморожування v_{pz} для замороженої риби з початковою температурою t_n визначають, використовуючи темп розморожування v_0 за температури $t_0 = -8^\circ\text{C}$, яка вибрана для порівняння,

$$v_{pz} = \frac{v_0}{0,653|t_n|^{0,2}}. \quad (11.15)$$

Для різних способів розморожування v_0 визначають за такими виразами: за розморожування блоків дрібної риби зрошенням водою

$$v_0 = \frac{2,7 \cdot 10^{-4} \cdot t_c^{0,6} \cdot m_c^{0,2}}{\varphi \cdot f^{0,3}}; \quad (11.16)$$

за розморожування зануренням у нерухоме рідке середовище (воду)

$$v_0 = 2,9 \cdot 10^{-6} \cdot t_c^{1,25}; \quad (11.17)$$

за паровакуумного розморожування

$$v_0 = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^{0,75}, \quad (11.18)$$

де t_c – температура середовища, яке розморожує (води), $^\circ\text{C}$;

m_c – витрата середовища (води) на блок, кг/с ;

φ – коефіцієнт форми блока ($\varphi = \frac{F}{\delta}$, тут F – площа поверхні блока, м^2 ;

δ – товщина блока, м);

f – площа грані блока, на яку подається вода, м^2 .

Діаметр патрубку для пари, м

$$d_n = \sqrt{\frac{4D}{\pi \cdot v_n \cdot \rho_n}}. \quad (11.19)$$

Діаметр трубопроводу для води, м

$$d_n = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot v_g}}, \quad (11.20)$$

де D – витрата пари, кг/с ;

v_n, v_g – відповідно середня швидкість пари та води, м/с ;

ρ_n – густина пари, кг/м^3 .

Під час розрахунку внутрішньозаводських трубопроводів приймають такі значення швидкостей: для рідин $0,5 \dots 2 \text{ м/с}$; газів $10 \dots 20 \text{ м/с}$; водяної насиченої пари $20 \dots 40 \text{ м/с}$; перегрітої пари $30 \dots 50 \text{ м/с}$.

Потужність, яку споживає насос, кВт

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{102 \cdot \eta}, \quad (11.21)$$

де V – об’ємна витрата рідини, м³/с;
 Δp – тиск, який надається насосом рідині, що перекачується, Па;
 η – загальний ККД насоса.

Запитання до розділу

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 в 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?
17. В якій послідовності виконують розрахунок дефростерів?
18. Які особливості проведення теплового розрахунку дефростерів?

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 : навчальний посібник / Черевко О. І., Новікова О. В., Потапов В. О. – К. : Ліра-К, 2010. – 648 с.
3. Колач С. Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания : учебник. – М. : Академия, 2003. – 240 с.
4. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха : учебное пособие / Г. В. Нимич, В. А. Михайлов, Е. С. Бондарь. – К. : ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост – Прим», 2003. – 630 с.
5. Оболенский Н. В. Холодильное и вентиляционное оборудование : учебное пособие / Н. В. Оболенский, Е. А. Денисюк. – М. : Колос, 2004. – 248 с.
6. Корякин-Черняк С. А. Холодильники от А до Я. – СПб. : Наука и техника, 2003. – 416 с.
7. Ландик В. И. Современные холодильники NORD : / В. И. Ландик, А. Н. Горин. – СПб. : Наука и техника, 2003. – 144 с.
8. Практикум по холодильному технологическому оборудованию : учебное пособие / А. В. Бараненко, В. С. Калюнов, Б. Н. Малеванный, А. Я. Эглит. – СПб. : СПбГУНиПТ, 2002. – 170 с.
9. Липа А. И. Кондиционирование воздуха // Теоретические основы. Современные технологии обработки воздуха; 2-е изд., перераб., доп. – Одесса: ОГАХ, издательство ВМВ, 2010. – 607 с.
10. Потапов В. О. Фризеры : навчально-методичні вказівки / В. О. Потапов, Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Х. : ХДУХТ, 2008. – 70 с.
11. Потапов В. О. Системы кондиционирования воздуха : навчально-методичні вказівки / В. О. Потапов, Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Х. : ХДУХТ, 2008. – 90 с.
12. Сафонов В. В. Холодильное оборудование : навчально-методичні / В. В. Сафонов, Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Х. : ХДУХТ, 2007. – 180 с.
13. Голянд М. М. Холодильное технологическое оборудование / М. М. Голянд, Б. Н. Малеванный. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 336 с.
14. Ананьев В. А. Холодильное оборудование для современных центральных кондиционеров. Расчеты и методы подбора : учебное пособие / В. А. Ананьев, И. В. Седых. – М. : Евроклимат, 2001. – 96 с.
15. Холодильные машины : учебник / А. В. Бараненко [и др.]; под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Политехника, 2006 – 944 с.
16. Курылев Е. С. Холодильные установки : учебник / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. – СПб. : Политехника, 2002. – 575 с.
17. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://www.klimatvdomi.com>

18. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.insolar.com.ua>

19. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://express-klimat.com.ua>

20. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.patriot-nrg.ua>

21. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.istra.com.ua>

22. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.euro-term.com.ua>

23. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.termoeng.com.ua>

24. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://riverport.pp.ua>

25. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.aquatherm.ua>

26. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osnova.od.ua>

27. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.morozyvo.com.ua>

28. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecoholod.com.ua>

29. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cryst.com.ua>

30. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gelato.com.ua>

31. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.admir.lviv.ua>

32. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrboard.com.ua>

33. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.good.ua/holodilne-obladnannya-kyiv>

34. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrhard.com.ua>

35. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.truba.ua/holod/l-ua>

36. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.assari.com.ua>

37. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://icesatalog.ru>

Навчальне електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

СЕМЕНЮК Дмитро Павлович
ПЕТРЕНКО Олена Володимирівна

ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Підручник

Відповідальний за випуск зав. кафедри холодильної та торговельної техніки
і прикладної механіки В.О. Потапов
Редактор О.В. Щегельська

План 2017 р., поз. 50/

Підп. до друку 13.11.2017. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних Мб. Тираж 100 прим.

Видавець і виготівник

Харківський державний університет харчування та торгівлі

вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 4417 від 10.10.2012 р.