

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи

РОЗРАХУНОК І ВИБІР УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ШОКОВОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ ПРОДУКТІВ

для спеціальності І2 «Готельно-ресторанна справа та кейтеринг»
денної та заочної форми навчання

за курсом «Устаткування закладів готельно-ресторанної справи»

Одеса – 2026

Методичні вказівки підготував кандидат технічних наук, доцент Перетяка Сергій Миколайович – викладач кафедри «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія» Одеського національного морського університету за діючою робочою програмою навчальної дисципліни «Устаткування закладів готельно-ресторанної справи»

Методичні вказівки схвалено кафедрою «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія» 26 січня 2026 р., протокол № 9.

Методичні вказівки затверджено на засіданні НМК ННІ інформаційних технологій та інноваційного підприємництва 13 березня 2026 р., протокол № 5.

Рецензент – кандидат географічних наук, доцент М.Є. Даус

ЗМІСТ

1 Теоретичні відомості	3
2 Практична робота	8
3 Контрольні питання	11
4 Тести для самоперевірки	12
Література	14

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Теорія процесу шокового заморожування

Головна мета шокового заморожування – зберегти якість продукту, мінімізуючи шкоду, яку завдає клітинній структурі традиційне повільне заморожування. Ключовим аспектом є процес кристалізації води, що міститься в клітинах та міжклітинному просторі продуктів.

Весь процес можна розділити на три фази, під час яких температура продукту швидко знижується:

- охолодження (від $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), при цьому температура продукту швидко знижується від початкової (наприклад, після приготування або кімнатної) до точки замерзання води;

- критична зона кристалізації (від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$), це найзначущіший етап в якому вода починає перетворюватися на лід. Швидкість проходження цього діапазону визначає розмір кристалів льоду, що утворюються;

- доохолодження та стабілізація (від $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче), продукт доводиться до кінцевої температури глибокої заморозки (зазвичай $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ для довгострокового зберігання), де він стабілізується.

Головна відмінність шокового заморожування від повільного полягає в механізмі утворення кристалів льоду. При повільному заморожуванні (у звичайній морозилці) процес охолодження займає багато часу. За цей період молекули води встигають сформувати великі макрокристали льоду. Ці великі кристали пошкоджують клітинні стінки та мембрани продукту, буквально розриваючи їх зсередини. Після розморожування така їжа втрачає багато вологи (витікає сік), стає млявою, змінює текстуру та смак.

При шоковому заморожуванні через надшвидке охолодження (поток холодного повітря до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) вода не встигає утворити великі структури. Замість цього формуються дуже дрібні кристали льоду, які рівномірно розподіляються по всьому об'єму продукту. Ці маленькі кристали не руйнують клітинну структуру. Клітинна структура залишається неушкодженою, після розморожування продукт максимально наближений до свіжого стану. Вітаміни та мікроелементи зберігаються значно краще, ніж при інших видах заморожування, крім того, швидке проходження «небезпечної» температурної зони ($+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$) це діапазон, де бактерії розмножуються найактивніше; мета шоку – пройти його за 90 хвилин, що підвищить безпечність продукту. Втрати вологи при шоковому заморожуванні мінімальні, тому втрати маси продукту (усушка) не перевищує 1%. Продукти зберігаються у 2-3 рази довше, ніж при звичайному заморожуванні.

1.2 Обладнання для шокового заморожування

Бласт-фризери або шафи шокового охолодження (Blast Chillers/Freezers), (рис. 1) призначені для швидкого зниження температури продуктів з $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до -

18°C за короткий проміжок часу (від 30 хвилин до 4 годин). Камери шоквої заморозки роблять швидке охолодження і заморожування продуктів. Різне зниження температури дозволяє зберегти свіжість і аромат щойно приготованих блюд.

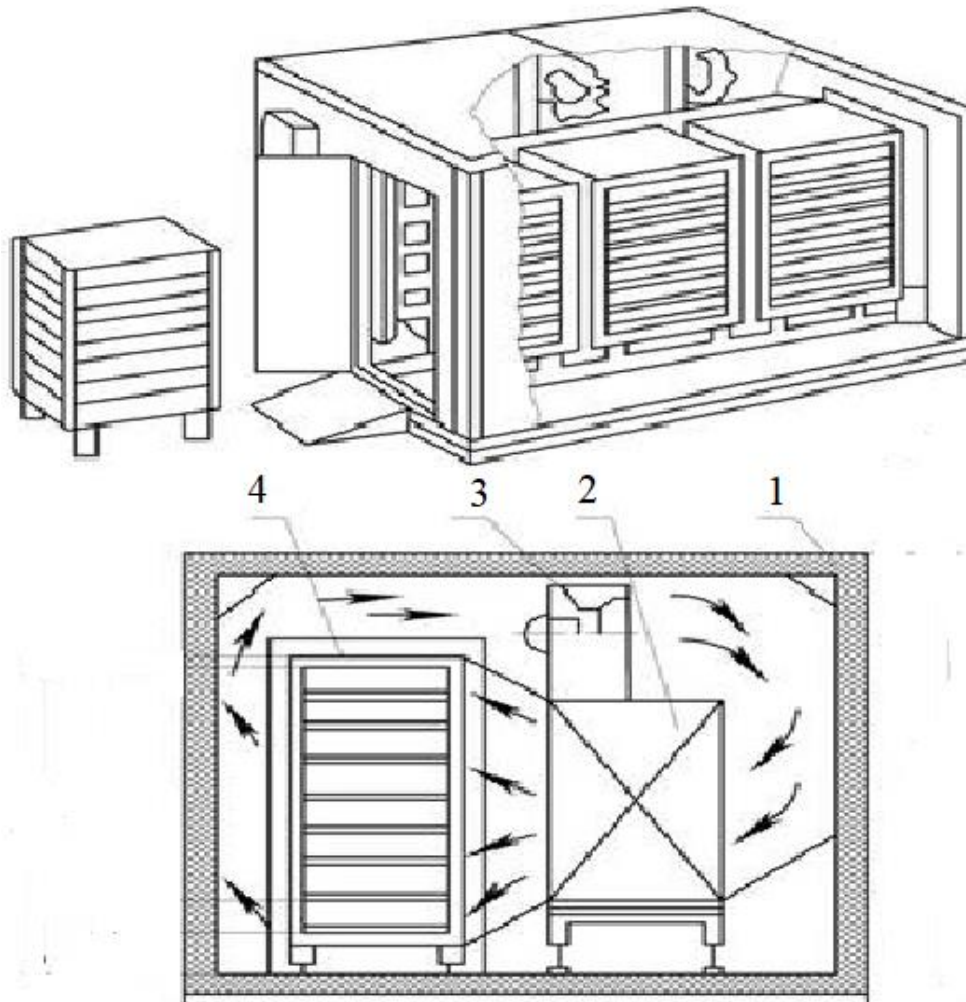


Рис. 1 – Швидкоморозильний апарат тунельного типу

а – загальний вигляд; б – схема: 1 – морозильна камера; 2 – випарник; 3 – вентилятор; 4 – візок

Основні сфери застосування наступні:

- створення високоякісного, кремового морозива з мінімальним утворенням кристалів льоду, що покращує його текстуру;
- швидке охолодження приготованих страв (супи, соуси, гарніри, десерти), запобігає розмноженню бактерій та зберігає свіжість для подальшого розігріву, що ідеально для кейтерингу;
- заморожування напівфабрикатів (м'ясо, риба, овочі, ягоди) без втрати їхньої структури та смаку.

Обладнання для шокового заморожування схоже на звичайні холодильні шафи, але мають потужнішу систему охолодження, яка створює інтенсивний потік холодного повітря (до -40°C для заморожування), розраховані на певну кількість рівнів для гастроємностей.

При виборі обладнання необхідно враховувати:

- задану продуктивність, тобто скільки кілограмів продукту потрібно заморозити за цикл;
- температурний режим, необхідність як охолодження (від $+90^{\circ}\text{C}$ до $+3^{\circ}\text{C}$), так і заморожування (до -18°C).

Апарати шокового заморожування складаються з теплоізольованої камери, потужної холодильної установки (компресор, випарник, конденсатор) для швидкого зниження температури до $-30\text{...}-40^{\circ}\text{C}$, системи інтенсивної циркуляції повітря (вентилятори, повітроводи) та механізму подачі/переміщення продукту (стрічки, візки, конвеєри), а також електронного щита керування для контролю процесу. Надзвичайно важлива наявність термощупа у бласт-фризері для контролю температури всередині продукту, це гарантує досягнення заданої температури заморожування. Тому що температура повітря або на поверхні продукту не дорівнює температурі в середині продукту. Щуп показує, коли саме центр продукту досягає потрібної температури заморожування. Сучасні бласт-фризери використовують дані термощупа для автоматичного завершення циклу заморозки або охолодження. Як тільки серцевина досягає потрібного значення (наприклад, -18°C для заморозки або $+3^{\circ}\text{C}$ для охолодження), пристрій переходить у режим зберігання, що заощаджує електроенергію та запобігає переохолодженню.

Камера шокового заморожування – це герметичне, теплоізольоване приміщення, яке обладнане дверима та системою дренажу. Внутрішня поверхня камери виконується із нержавіючої сталі, тому що вона стійка до корозії та агресивних миючих засобів. Дверний проріз облаштовано пристроєм для підігріву для запобігання примерзання ущільнювача до корпусу камери, що може призвести до заблокування дверей льодом. Компресор стискає холодоагент. Випарник розміщується всередині камери, відбирає тепло від продуктів. Конденсатор відводить тепло з системи назовні. Вентилятори, що забезпечують рівномірне та швидке переміщення (до 6 м/с) холодного повітря, що дозволяє миттєво відбирати тепло від поверхні та серцевини продукту. Спеціальні дефлектори (направляючі) спрямовують потоки повітря так, щоб продукти на всіх рівнях (стелажах) заморожувалися одночасно, вони усувають «мертві зони», де повітря затримується. Для переміщення продукту застосовують конвеєри або ручні візки. Для контролю та регулювання температури, часу заморозки та швидкості повітря використовують блок управління. При охолодженні повітря стискається, що призводить до створення вакууму в холодильній камері, для легкого відкриття дверей в камері встановлюють клапан вирівнювання тиску, який впускає порцію повітря ззовні.

Критичним механізмом для підтримки стабільного теплообміну та енергоефективності є система автоматичного розморожування (відтаювання) у

бласт-фризерах. Камери шокової заморозки працюють за екстремально низьких температур, тому іній на поверхні випарника утворюється миттєво, що без відтаювання призвело б до падіння потужності охолодження.

Шокове заморожування є передовою технологією, однак, має низку недоліків та обмежень, які варто враховувати перед впровадженням:

- висока вартість обладнання та експлуатації: ціна бласт-фризера значно вища за вартість звичайних морозильних камер через використання потужніших компресорів, посиленних вентиляторів та складної електроніки. Охолодження повітря до $-35...-45^{\circ}\text{C}$ і постійна робота потужних вентиляторів потребують значних витрат електроенергії;

- технічні обмеження та вимоги: через роботу потужних агрегатів обладнання генерує багато шуму та виділяє велику кількість теплоти в приміщення. Система потребує регулярного сервісу професіоналами, оскільки працює в пікових режимах навантаження;

- ризики для якості продуктів (при порушенні технології): «морозний опік», якщо продукт не упакований належним чином (або не має захисної глазури), тоді інтенсивний потік сухого холодного повітря може «випалити» поверхню, що призведе до появи білих плям і зміни смаку; завітрювання, якщо тонкі або ніжні продукти (наприклад, зелень або дрібні ягоди) не мають пакування, тоді можуть втратити частину вологи з верхнього шару через високу швидкість обдування;

- організаційні недоліки: необхідність чіткої організації, переваги шокової заморозки нівелюються, якщо після камери продукт потрапляє у звичайну морозилку з нестабільною температурою або транспортується без дотримання режиму -18°C ;

- вимоги до персоналу: для ефективної роботи персонал повинен чітко розуміти правила розташування продуктів (залишати проміжки для повітря), вміти користуватися термометром та обирати правильні режими, щоб не зіпсувати сировину.

Шокове заморожування – це дороге рішення для професіоналів. Воно окупається лише за великих обсягів виробництва або при роботі з преміальними продуктами, де збереження структури, смаку та маси є критичним.

1.3 Безпечна експлуатація бласт-фризерів

Безпечна експлуатація бласт-фризерів вимагає дотримання наступних правил:

- регулярна перевірка роботи електроапаратури, опору заземлення, приладів автоматичної герметичності холодильної системи;

- змачування рухомих частин харчовим вазеліном після миття;

- миття бласт-фризера теплою водою з миючими засобами до прозорості води (1 раз на дві доби);

- обробка дезінфікуючим розчином деталей, що контактують з продуктом, з подальшим промиванням чистою водою;

- навчання працівників правилам безпеки.

2 ПРАКТИЧНА РОБОТА

Вибрати із таблиці 1 дані для розрахунку бласт-фризера для заморожування продукту масою (m) від початкової температури ($t_{п}$) до температури заморожування ($t_{з}$), частка води в продукті (ϕ), час циклу заморожування (τ).

Таблиця 1. Дані для розрахунку

Перша буква прізвища	Продукт	Маса продукту, m , кг	Початкова температура, $t_{п}$, °C	Температура заморожування, $t_{з}$, °C	Частка води, ϕ	Теплоємність продукту, Сп/Сзп, Дж/(кг °C)	Час циклу заморожування, τ , год
А, Б	морозиво	10	+4	-18	0,60	3800/2100	1
В	м'ясо	15	+6	-18	0,65	3300/1700	2
Г	риба	30	+4	-18	0,80	3350/1670	1,5
Д	полуниця	20	+25	-18	0,90	3800/1900	1
Е	зелений горошок	30	+75	-18	0,85	3800/1900	1,5
Є, Й	морозиво	15	+5	-18	0,55	3800/2100	1
Ж	м'ясо	18	+4	-18	0,70	3300/1700	4
З	риба	25	+6	-18	0,80	3350/1670	2
І, Ш	полуниця	15	+20	-18	0,90	3800/1900	1,5
Ї, Щ	зелений горошок	25	+80	-18	0,85	3800/1900	2
К	морозиво	12	+6	-18	0,65	3800/2100	2
Л	м'ясо	17	+5	-18	0,75	3300/1700	2
М	риба	35	+4	-18	0,80	3350/1670	1
Н	полуниця	25	+22	-18	0,90	3800/1900	2
О, Я	зелений горошок	28	+70	-18	0,85	3800/1900	1,5
П	морозиво	20	+4	-18	0,60	3800/2100	1,5
Р	м'ясо	32	+3	-18	0,70	3300/1700	3
С	риба	18	+5	-18	0,80	3350/1670	3
Т	полуниця	10	+27	-18	0,90	3800/1900	1

У, Ц	зелений горошок	18	+80	-18	0,85	3800/1900	2
Ф, Ю	морозиво	8	+3	-18	0,70	3800/2100	2
Х, Ч	м'ясо	27	+5	-18	0,75	3300/1700	3

2.1 Теплове навантаження для охолодження продукту до точки замерзання (від $t_{п}$ до t_0), Дж:

$$Q_1 = m \cdot C_{п} \cdot (t_{п} - t_0)$$

де $C_{п}$ – теплоємність охолоджуємого продукту, Дж/(кг °С);

t_0 – температура замерзання, $t_0 = 0$ °С.

2.2 Теплове навантаження для кристалізації води при 0°С, Дж:

$$Q_2 = m_{\text{води}} \cdot r$$

де $m_{\text{води}}$ – маса води в продукті, кг, $m_{\text{води}} = m \cdot \phi$

r – теплота плавлення льоду ($334 \cdot 10^3$ Дж/кг).

2.3 Теплове навантаження для охолодження замороженого продукту (від t_0 до t_3), Дж:

$$Q_3 = m \cdot C_{зп} \cdot (t_0 - t_3)$$

де $C_{зп}$ - теплоємність замороженого продукту, Дж/(кг °С).

2.4 Загальне теплове навантаження від продукту, кДж:

$$Q_{\text{заг}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) / 1000$$

2.5 Розрахунок необхідної потужності апарата, кВт:

$$N = Q_{\text{заг}} / (3600 \cdot \tau)$$

2.6 Розрахунок реальної потужності апарата, кВт:

$$N_p = k \cdot N$$

де k – коефіцієнт запасу, який враховує реальні умов експлуатації та теплопритоки, $k = 1,3 \dots 1,5$.

2.7 На підставі розрахунку вибрати із таблиці 2 бласт-фризер.

Таблиця 2. Каталог бласт-фризерів

Назва моделі	Потужність апарата, Np, кВт	Маса продукту, т, кг
Friulinox/Convemat BF051ET	1,1	7,0
Fagor CBC-051	1,1	10,0
Angelo Po BF51H	1,4	10,0
Apach ASH10K LP	2,0	20,0
Apach ASH15K DF	3,5	20,0
ШНЗ-40	4,5	20,0
Friulinox/Convemat BF121DF	3,5	24,0
Brillis VBL10-2/1-R290	3,5	30,0
Samaref PO 12T 3N	3,5	40,0

3 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Мета шокового заморожування.
2. Температурні фази заморожування.
3. Головні переваги шокового заморожування.
4. Параметри вибору обладнання для шокового заморожування.
5. Роль вентиляторів у камері заморожування.
6. Капітальні й експлуатаційні витрати шокового заморожування.
7. Ризики для якості продуктів від роботи вентиляторів в бласт-фризерах і способи уникнення.
8. Вимоги до персоналу, який обслуговує устаткування для шокового заморожування.
9. Умова швидкого терміну окупності устаткування для шокового заморожування.
10. Періодичність миття бласт-фризера.

4 ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Варіант 1

(перша буква прізвища: А; Л; Х; Б; М; Ц; В; Н; Ч; Г; О; Ш; Д; П; Щ)

1. Головні переваги шокового заморожування:

а) змінює текстуру та смак продукту; б) зневоднення продукту; в) пригнічує розмноження бактерій; г) зберігаються вітаміни та мікроелементи; д) клітинна структура продукту залишається неушкодженою.

2. За якими параметрами обирають бласт-фризери?:

а) скільки кілограмів продукту потрібно заморозити за цикл; б) вид холодильного агенту; в) температурний режим; г) загальна маса устаткування; д) спосіб завантаження продуктів.

3. Головні відмінності шокового заморожування від повільного:

а) температура заморожування; б) механізм утворення кристалів льоду; в) наявність вентилятора у холодильній камері; г) спосіб завантаження; д) час заморожування.

4. Чому швидке проходження зони кристалізації є критично важливим для якості продукту?:

а) щоб запобігти розриву клітинних оболонок великими кристалами льоду; б) щоб продукт не встиг змінити колір; в) щоб зупинити роботу компресора раніше; г) для збільшення вмісту цукру в продукті.

5. «Небезпечна» температурна зона для харчових продуктів:

а) від -18°C до -40°C ; б) від 0°C до -18°C ; в) від $+70^{\circ}\text{C}$ до $+3^{\circ}\text{C}$; г) від $+100^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$; д) від $+3^{\circ}\text{C}$ до $+0^{\circ}\text{C}$.

6. Який ефект дає висока швидкість обдування повітрям (до 6 м/с)?:

а) створює захисну «крижану глазур» навколо продукту; б) максимально швидко відводить тепло з прикордонного шару повітря біля продукту; в) знижує споживання електроенергії вдвічі; г) сприяє кращому проникненню кисню в тканини.

7. Призначення вентилятора у камері шокового заморожування:

а) забезпечення рівномірного переміщення холодного повітря; б) покращення смаку продукту; в) зменшення витрат енергії на заморожування; г) здування вологи з поверхні; д) прискорення процесу заморожування.

8. Для чого в камерах шокового заморожування використовуються повітряні дефлектори (направляючі)?:

а) для захисту стінок камери від інію; б) для рівномірного розподілу повітряних мас між усіма рівнями гастроємностей; в) для підігріву дверного ущільнювача; г) для зменшення шуму роботи компресора; д) для підтримки температури електронного блоку управління.

9. Для чого потрібен клапан вирівнювання тиску?:

а) регулює тиск фреону в системі; б) потрібен для легкого відкриття дверей після різкого зниження температури в камері; в) використовується для зливу конденсату; г) подає сигнал про перевантаження компресора; д) підтримує надмірний тиск в камері.

10. Яку роль відіграє система автоматичного розморожування (відтаювання) у конструкції?:

а) охолоджує компресор після циклу; б) видаляє іній з поверхні випарника; в) нагріває продукт перед вивантаженням; г) очищує камеру від бактерій; д) стерилізує камеру.

Варіант 2

(перша буква прізвища Е; Р; Є; Ж; С; Й; З; Т; Ю; І; Ї; У; К; Ф; Я)

1. Який головний фізичний процес відрізняє шокову заморозку від звичайної?:

а) повне випаровування вологи з продукту; б) формування мікрокристалів льоду замість великих гострих кристалів; в) стерилізація продукту за допомогою низьких температур; г) підвищення концентрації солі в клітинах.

2. Головні недоліки шокового заморожування:

а) погіршує текстуру та смак продукту; б) складніше обладнання; в) пришвидшує розмноження бактерій; г) втрачаються вітаміни та мікроелементи; д) значні витрати електроенергії.

3. В якому температурному діапазоні відбувається «критична точка» кристалізації води в продуктах?:

а) від $+5^{\circ}\text{C}$ до 0°C ; б) від 0°C до -5°C ; в) від -10°C до -20°C ; г) від -30°C до -40°C ; д) від $+75^{\circ}\text{C}$ до $+5^{\circ}\text{C}$.

4. Який відсоток втрати маси продукту (усушка) вважається нормою для професійної шокової заморозки?

а) до 0,5% – 1%; б) 1% – 5%; в) 5% – 10%; г) 10% – 15%; д) втрата маси відсутня повністю.

5. «Небезпечна» температурна зона для харчових продуктів:

а) від -18°C до -40°C ; б) від 0°C до -18°C ; в) від $+70^{\circ}\text{C}$ до $+3^{\circ}\text{C}$; г) від $+100^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$; д) від $+3^{\circ}\text{C}$ до $+0^{\circ}\text{C}$.

6. Який термін зберігання продуктів, заморожених шокним методом, порівняно зі звичайним заморожуванням?:

а) однаковий; б) у 2-3 рази довший; в) коротший через інтенсивну дію холоду; г) термін зберігання не змінюється, змінюється лише температура.

7. Яку функцію виконує термощуп?:

а) контролює витрати холодоагенту; б) регулює завантаження холодильної камери; в) вимірює температуру повітря у камері шокового заморожування; г) вимірює температуру на поверхні продукту; д) вимірює температуру в середині продукту.

8. Яку функцію виконує підігрів дверного прорізу у камерах шокового заморожування?:

а) прискорення процесу заморожування; б) запобігання примерзанню ущільнювача до корпусу камери; в) стерилізація повітря при відкритті дверей; г) підтримка температури електронного блоку управління; д) відтаювання

замороженого продукту.

9. З якого матеріалу виготовляється внутрішній корпус камери?:

а) оцинкована сталь; б) харчовий пластик; в) нержавіюча сталь; г) алюміній; д) деревина.

10. Яким чином вдається уникати утворення в камері «мертвих зон», де повітря може затримуватися?:

а) періодично відкривають двері камери; б) за допомогою клапана вирівнювання тиску; в) встановлення спеціальних направляючих (дефлекторів); г) регулярне миття камери; д) очищення інію з випарника.