

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Теплове обладнання

Опорний конспект лекцій
для студентів напряму підготовки
6.050502 «Інженерна механіка» усіх форм навчання

Харків 2012

Укладачі:

ДЕЙНИЧЕНКО Григорій Вікторович, д-р. техн. наук, проф.
МАЗНЯК Захар Олександрович, канд. техн. наук, доц.
ЧЕРВОНИЙ Віталій Миколайович, канд. техн. наук, асист.

Опорний конспект лекцій обговорено та затверджено на засіданні кафедри устаткування закладів ресторанного господарства, протокол засідання № 13 від «14» травня 2012 р.

Зав. кафедри _____ д-р. техн. наук, проф. Г.В. Дейниченко
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією факультету обладнання та технічного сервісу, протокол засідання № 9 від «28» травня 2012 р.

Голова комісії _____ канд. техн. наук, доц. Д.П. Семенюк
(підпис)

Рецензент:

д.т.н., проф. кафедри процесів,
апаратів та автоматизації
харчових виробництв ХДУХТ

(підпис)

Л.В. Кіптела

ВСТУП

Опорний конспект лекцій з курсу «Теплове обладнання» складено відповідно до освітньо-професійної програми за напрямом підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» з професійним спрямуванням за спеціальністю 7.05050313 «Обладнання переробних та харчових виробництв» всіх форм навчання.

В сучасних економічних умовах в усіх закладах ресторанного господарства дуже важливо вміти правильно, а головне економічно вигідно, підібрати устаткування, а у випадку непередбаченої поломки будь-якого устаткування швидко та без тривалих затримок вміти його полагодити. Тому головною метою курсу «Теплове обладнання» є придбання студентами необхідних знань та навичок, пов'язаних з вибором, призначенням, будовою, принципом дії, монтажем, експлуатацією, налагодженням та усуненням неполадок теплового устаткування у закладах ресторанного господарства .

В конспекті викладено основні теми, які стосуються теплового устаткування закладів ресторанного господарства. Питання кожної теми надано у суворій послідовності, а їх матеріали максимально стислими, але дуже дохідливими для поняття. У викладенні кожної з тем підкреслено основні моменти, а саме розставлено акценти на будову та принцип дії теплового устаткування.

На початку кожної теми поданий план та перелік літератури, обов'язкової для вивчення.

Для перевірки засвоєння теми студентами розроблені питання для самоконтролю.

Під час написання опорного конспекту були використані наступні символи:



– перелік обов'язкової літератури до даної теми



– визначення, які потребують запам'ятовування



– питання для самоконтролю



– тести, задачі

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕПЛОВІ АПАРАТИ

Лекція №1

План лекції

1. Мета теплової обробки. Показники, що характеризують готовність продуктів.

2. Традиційні та об'ємні способи теплової обробки, їх характеристика. Класифікація допоміжних способів за сукупністю технологічних процесів. Передача теплоти при допоміжних способах теплової обробки харчових продуктів (теплопровідність, конвекція, випромінювання).

3. Поняття про тепловий потік, густину теплового потоку, температурний градієнт. Здатність продуктів проводити теплоту (теплопровідність). Вплив теплопровідності на якість готового продукту.

4. Форми зв'язку вологи з матеріалом. Потенціали переносу теплоти та вологи. Капілярний потенціал. Парціальний тиск пари і осмотичний тиск. Перенос вологи під впливом температурного градієнта. Термовологопровідність.

5. Фізична суть та режими теплової обробки продуктів у НВЧ- та ІЧ-полі. Особливості теплової обробки харчових продуктів у НВЧ- та ІЧ-полі. Основні переваги об'ємного прогріву харчових продуктів.

6. Характеристика парку теплового устаткування, що застосовується в галузі.



Література: [1, с. 5- 33]; [2, с. 7 - 26]

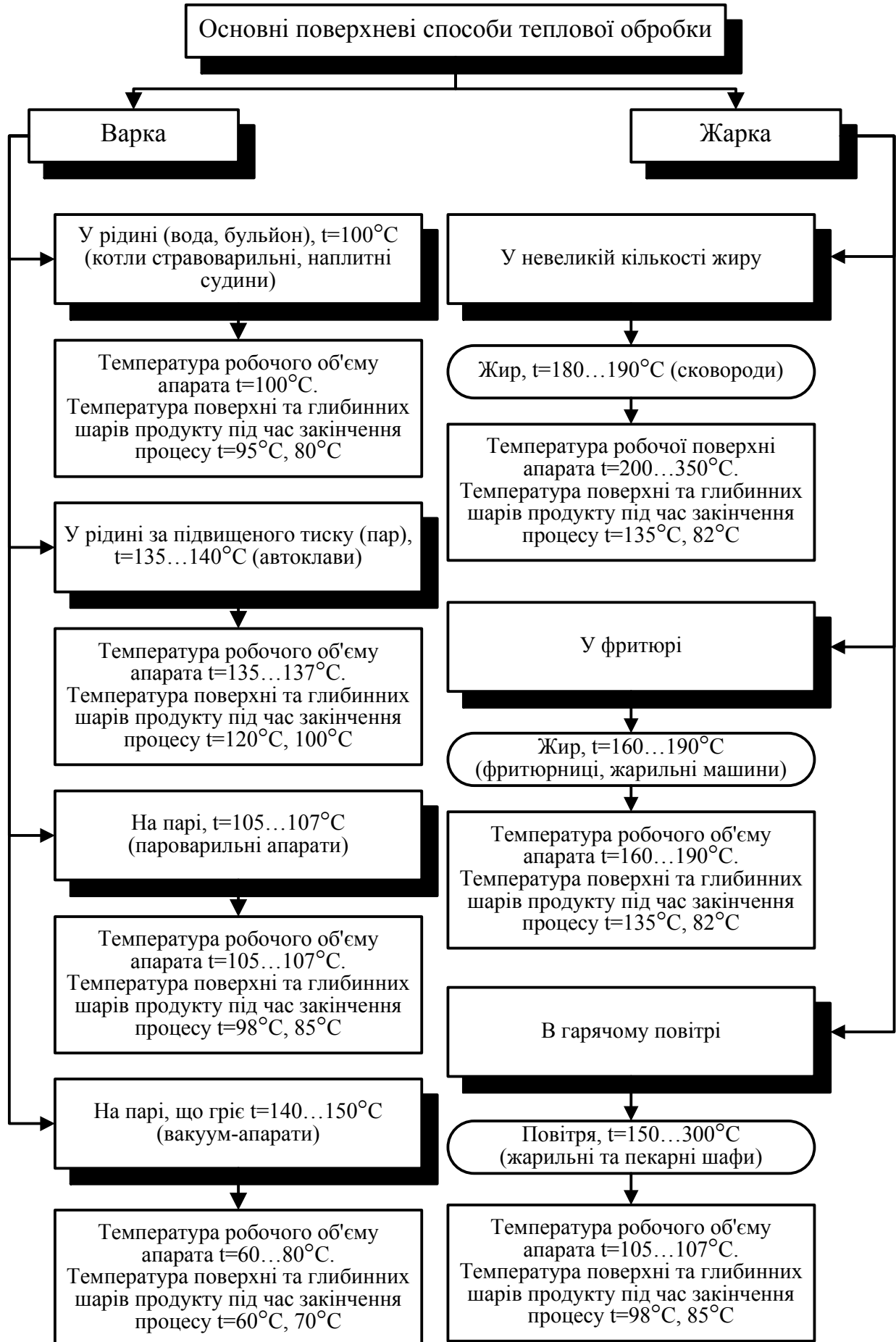
Ключові слова: тепла обробка, конвекція, теплопровідність, випромінювання, тепловий потік, температурний градієнт, капілярний потенціал.



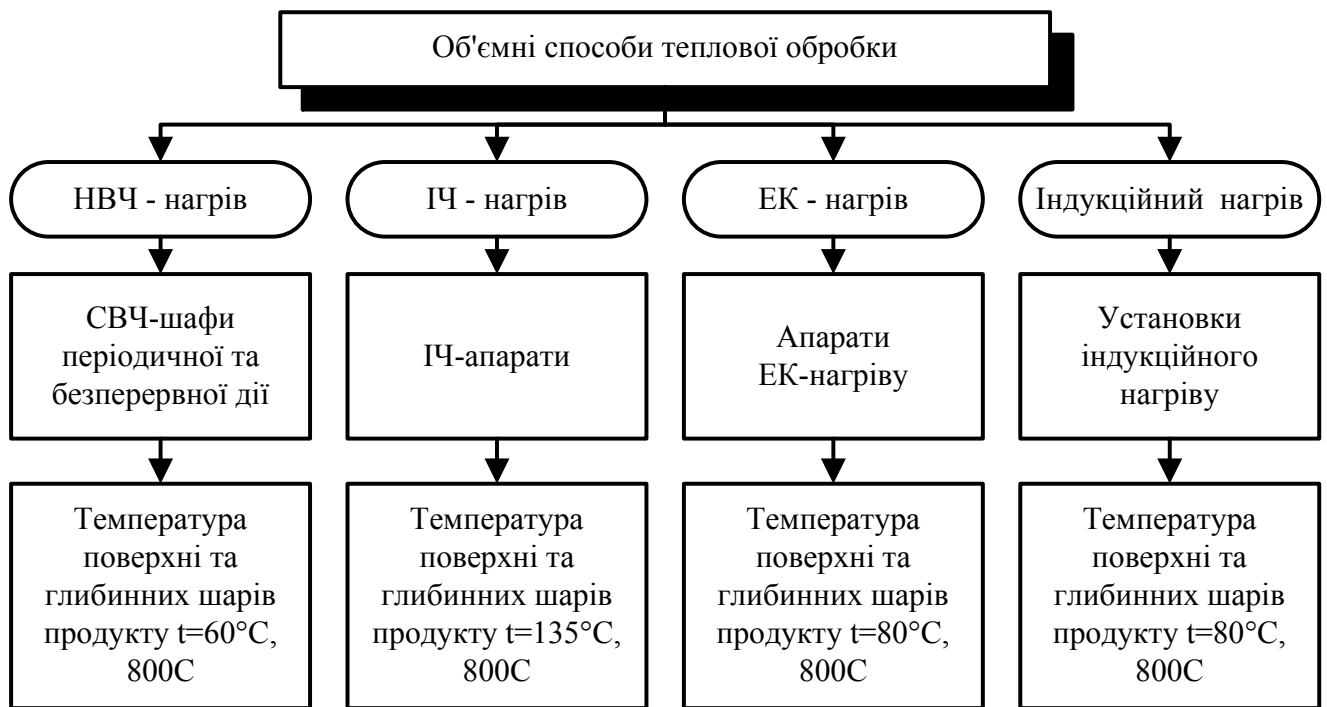
Теплова обробка – це технологічний процес, який базується на зміні теплового стану продуктів і середовищ, що беруть участь в цьому процесі. Метою теплової обробки є доведення продуктів до стану кулінарної готовності.



► Основні способи теплової обробки



► **Об'ємні способи теплової обробки**



Об'ємні способи нагріву продуктів базуються на взаємодії продукту (та перш за все з вільною водою, що міститься в його структурі) з електромагнітним полем.

► **Класифікація допоміжних способів за сукупністю технологічних процесів**



Допоміжні способи кулінарної обробки харчових продуктів використовують для покращення якості страв, та прискорення теплових процесів.

► **Передавання тепла при допоміжних способах теплової обробки харчових продуктів**



Тепловий потік – потік теплоти, який спрямований від більш нагрітого середовища до менш нагрітого.

Густина теплового потоку – величина, яка залежить від величини теплоти, що підводиться.

Температурний градієнт – різниця температур по обидва кінці продукту.

Теплопровідність – самостійний процес, що може протікати тільки у твердих тілах. У рідинах і газах теплопровідність протікає спільно з конвекцією або випромінюванням, або з обома цими процесами водночас. Передача теплоти теплопровідністю пов'язана з наявністю різниці температур. Таким чином, рушійною силою всіх теплових процесів є різниця температур.



Найважливішими параметрами, що зумовлюють кулінарну готовність страви, є температура і час витримки продукту при цій температурі. Так як всі харчові продукти мають низьку теплопровідність, співвідношення цих параметрів повинне бути оптимальним.



Під час всіх способів нагрівання харчових продуктів зовнішній теплообмін супроводжується масопереносом, в результаті чого змінюється вологовміст продуктів: частина вологи переходить до зовнішнього середовища або поглинається продуктами. Крім того, під час теплової обробки продуктів в рідких середовищах разом з вологою втрачається частина сухих речовин.



Практично всі харчові продукти являються капілярно-пористими тілами. В капілярах рідина знаходиться під дією сил поверхневого натягу, які й утворюють капілярний потенціал. При нагріванні капілярний потенціал зменшується. Таким чином, якщо нагріти один кінець капіляру, то капілярний потенціал з цього боку зменшується, і рідина починає переміщуватись від нагрітого кінця до холодного.

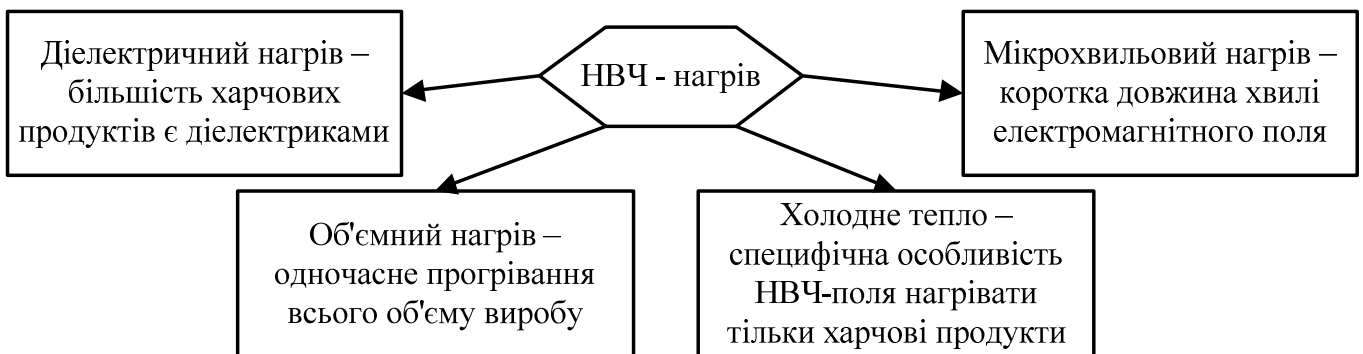
Осмотичний тиск – тиск, величина якого прямо пропорційна концентрації рідини, тобто $\pi = cRT$.

Під час жарка продуктів волога поверхневих шарів частково випаровується, а частково переміщується усередину до менш нагрітих частин. Така міграція вологи називається термовологопереносом.

► **Фізична сутність та режими теплової обробки продуктів у НВЧ- та ІЧ-полі**



У продукті, який розташовано в електричному НВЧ-полі, виникають струми провідності та струми зміщення, внаслідок чого відбуваються втрати енергії поля та виділення її у вигляді тепла, тобто відбувається нагрів продуктів. Такий нагрів називається діелектричним.



В основі ІЧ-нагріву лежить властивість харчових продуктів поглинати енергію хвиль електромагнітного поля. Носіями енергії є електромагнітні коливання з довжиною хвиль від долі мікрометра до багатьох кілометрів.





Джерелом випромінювання (генератором) інфрачервоної енергії, головним чином є температурні випромінювачі (електричні, ртутні, кварцові лампи, напіввипромінювальні тенти, селітові електронагрівачі, металеві та керамічні випромінювачі газових пальників).

► **Основні переваги об'ємного прогріву харчових продуктів:**

- швидкість приготування їжі (час приготування зменшується приблизно в 10 раз у порівнянні з поверхневим нагрівом);
- зберігаються споживні речовини та значно покращуються смакові якості харчових продуктів;
- НВЧ-апарати не дають забруднень за нагрівання і практично безінерційні в керуванні;
- відсутній холостий хід та пов'язані з цим втрати теплоти;
- можливість розморожування як готових страв так і напівфабрикатів. Процес розморожування протікає в 35-45 разів швидше за традиційний. При цьому краще зберігається зовнішній вигляд продукту, смакові властивості та споживні речовини;
- використання ІЧ-випромінювання для термообробки м'ясних кулінарних виробів дає змогу скоротити тривалість обробки на 40...60%, питому витрату електроенергії на 20...60%, а вихід готової продукції збільшується на 10...16% у порівнянні з традиційним способом.

► **Характеристика парку теплового устаткування, що застосовується в галузі**

Теплові апарати, що використовуються в закладах ресторанного господарства, відрізняються будовою, принципом дії, конструктивним виконанням, видом палива, призначенням і правилами експлуатації. Можна виділити основні групи теплових апаратів: котли, сковороди, плити, фритюрниці, автоклави тощо.

► **Форми енергії, що застосовуються в теплових апаратах закладів ресторанного господарства**



► **Ефективність перетворення енергії у тепловому апараті з газовим та електричним обігрівом**



Використання електронагріву забезпечує найбільш точне підтримання температури та регулювання технологічного процесу.

Електрична енергія є найбільш досконалим енергоносієм. Під час перетворення 1 кВт·год електроенергії виділяється 3,6 МДж теплоти.

Газ – найбільш зручне, економічне, а в деяких випадках і незамінне джерело теплоти. Питомі витрати теплоти на газифікованих підприємствах нижчі, ніж на підприємствах, які використовують тверде або рідке паливо. Вартість 1 кДж теплоти, що отримується при спалюванні газу, в декілька разів нижча, ніж під час використання електроенергії.



1. Що таке теплова обробка харчових продуктів і яка її мета?
2. Які способи теплової обробки належать до традиційних?
3. Які способи теплової обробки продуктів належать до об'ємних?
4. Які існують способи теплової обробки харчових продуктів?
5. Які існують форми зв'язку вологи з матеріалом?
6. Що таке капілярний потенціал і яким чином відбувається перенесення вологи під впливом температурного градієнта?
7. Чим відрізняються НВЧ- та ІЧ-нагріву і які особливості цих двох способів?
8. Якими є основні переваги об'ємного прогріву харчових продуктів?
9. Надати коротку характеристику парку теплового устаткування, що застосовується в галузі.



1. До основних способів теплової обробки харчових продуктів належать:
 - а) пасерування;
 - б) варка;
 - в) обсмалювання;
 - г) ошпарювання;
 - д) термостатування;
 - ж) колорювання;
 - з) жарка.
2. Розрахуйте осмотичний тиск 0,5%, 1,5%-розчину NaCl за температури 65°C.
3. Під час використання якого устаткування відбувається прогрів продукту випромінюванням:
 - а) НВЧ- печі;
 - б) грилю;
 - в) варильного;
 - г) жарильного?

4. Яке з перелічених нижче видів устаткування доцільніше використовувати для розморожування м'яса або риби:

- а) термостат;
- б) духова шафа;
- в) теплова шафа;
- г) ІЧ-апарат;
- д) НВЧ-піч?

5. Капілярний потенціал залежить від:

- а) тиску;
- б) температури;
- в) тривалості теплової обробки.

ТЕМА 2. ПАЛИВО, ТЕПЛОНОСІЇ

Лекція №1

План лекції

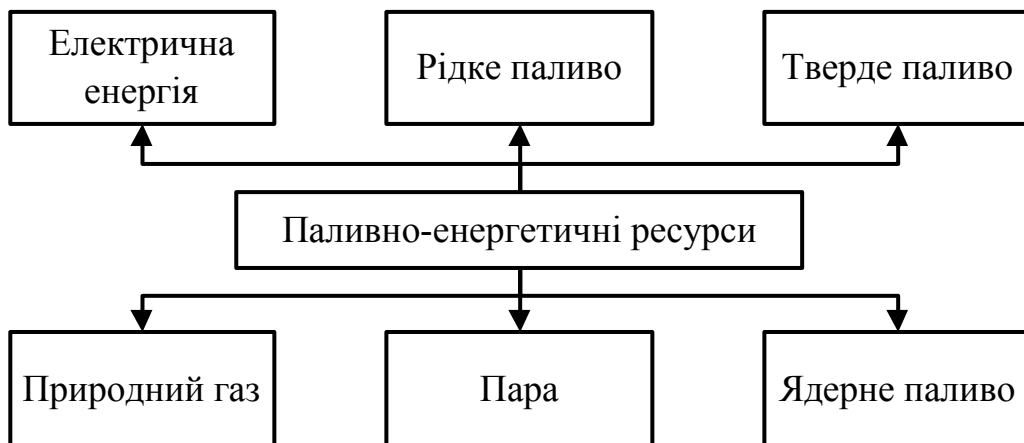
1. Використання паливно-енергетичних ресурсів по галузях господарства в світі. Переваги та недоліки використання газового та електричного устаткування в підприємствах ресторанного господарства.
2. Класифікація палива. Характеристика паливних газів. Швидкість розповсюдження полум'я. Нижча та вища теплота згорання. Теоретична та теоретично необхідна кількість повітря, коефіцієнт надлишку повітря.
3. Поняття про безпосередній та непрямий обігрів. Характеристика проміжних теплоносіїв, їх особливості, переваги та недоліки. Засоби економічного використання палива в теплових апаратах.



Література: [1, с. 99 - 110]; [2, с. 40 - 462]

Ключові слова: паливо, теплоносії, безпосередній обігрів, непрямий обігрів, коефіцієнт надлишку повітря.

► *Використання паливно-енергетичних ресурсів по галузях господарства в світі*



► *Переваги та недоліки використання газового та електричного устаткування в закладах ресторанного господарства:*

- завдяки відсутності полум'я, яке неминуче в газовій апаратурі, при електронагріві зменшується небезпека пожежі та відпадає необхідність в заготовці і збереженні зрідженого газу;
- в електротеплових апаратах є можливість регулювання робочої температури в широких межах за рахунок зміни потужності, що підводиться до

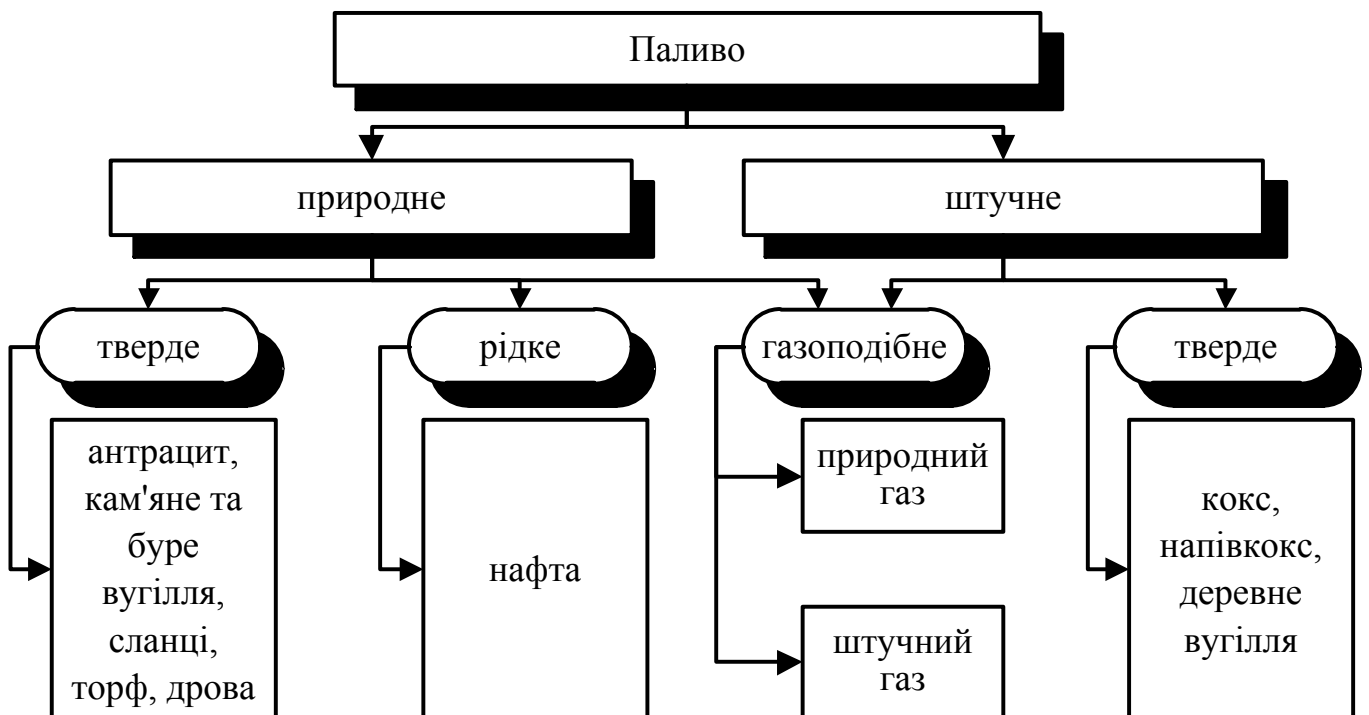
електронагрівальних пристроїв. В той час як в газових теплових апаратах регулюється тільки кількість теплоти, що підводиться до поверхні нагріву, без зміни температури самого полум'я;

- використання електроенергії дає можливість автоматизувати процеси теплової обробки харчових продуктів і регулювати такі параметри як температура, тиск, тривалість обробки, рівень рідини тощо;
- використання електроенергії дає можливість секціонувати та широко децентралізувати нагрів апаратів приготування їжі, конструювати спеціалізовані апарати;
- перевагою електротеплових апаратів є також те, що за їх експлуатації можна отримувати необхідну кількість теплоти, а також необхідну температуру практично в любий відрізок часу та в певному вузлі апарата, причому з малими втратами і точним урахуванням витрати електроенергії;
- електротеплові апарати надійні в експлуатації, ремонт зводиться лише до заміни електронагрівачів, вони прості в обслуговуванні та значно кращі щодо санітарно-гігієнічних умов праці;
- перевагою газових апаратів порівняно з електричними є те, що їх експлуатація є значно дешевшею.

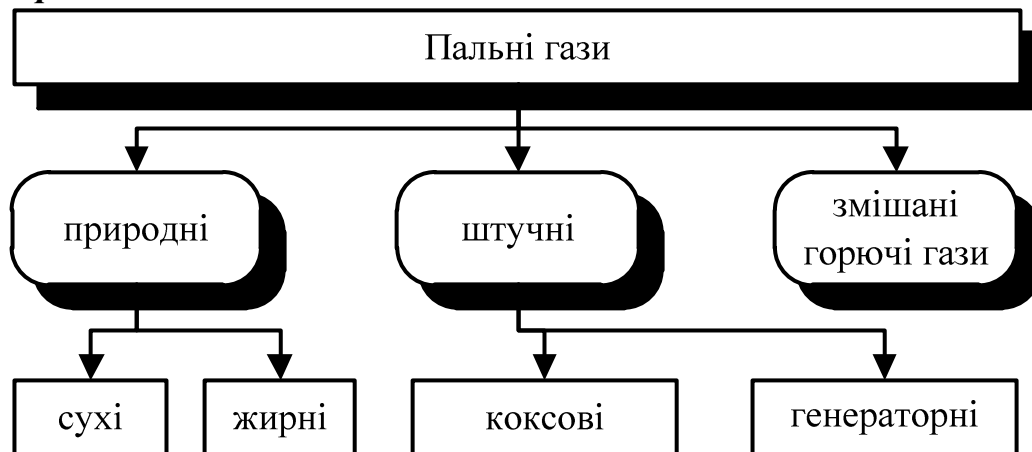
► *Класифікація палива*



Паливом називаються складні органічні сполуки, під час згорання котрих виділяється теплота.



► Характеристика паливних газів



Сухі газів – газів, що складаються переважно з метану (90...98%). Добувають їх з газових родовищ, що не містять нафти. Сухі природні газів не мають ні кольору, ні запаху. Тому для контролю, у випадку аварійної втрати газу, в нього вводиться сильний адорант - етилмеркаптан. Всі газів чисто газових родовищ легші за повітря. Їх густина коливається в залежності від складу ($\rho=0,73...0,80$ кг/м³), а теплота згорання складає $Q_{зг.}=30,0...36,0$ МДж/м³.

Жирні газів – попутні газів, що отримують під час видобутку нафти. Вони містять менше метану і підвищену кількість більш важких вуглеводнів. Теплота згорання жирних газів вища і коливається в межах від 35,0 до 65,0 МДж/м³. Їх густина також вища і може перевищувати густину повітря.

Коксовий газ – попутний продукт виробництва коксу. $Q_{зг.}=15...20$ МДж/м³, $\rho=0,45...0,50$ кг/м³.

Генераторний газ – газ, що отримують в результаті генераторного процесу, який здійснюється в газогенераторах. Цей процес являє собою термічну обробку твердого палива в присутності окислювача (вільного або зв'язаного кисню з водяною парою) з переведенням всієї горючої частини палива в газ. $Q_{зг.}=4,5...15,7$ МДж/м³.

Зріджені газів – пропанбутанові фракції, що витягаються з газів нафтових та газоконденсатних родовищ. За атмосферних умов ці фракції знаходяться в газоподібному стані, за підвищеного тиску або за низьких температур - в рідкому. Зріджений газ зберігають в балонах за тиску 0,8...1,0 МПа і температури 20⁰С. Теплота згорання зрідженого газу залежить від співвідношення в суміші пропану та бутану і знаходиться в межах $Q_{зг.}=90,0...110,0$ МДж/м³.

Чим більша теплота згорання палива, тим менші витрати його на одиницю теплоти, що виробляється. Умовним прийнято вважати паливо, теплота згорання котрого дорівнює 29,4 МДж/кг. Розрахунок перекладу натурального палива (B_n) в умовне (B_y) виконують за формулою:



$$B_y = B_n \cdot \frac{Q_n^p}{29,4} \quad (2.1)$$

► **Швидкість розповсюдження полум'я. Нижча Q_H^p та вища Q_B^p теплота згорання**

Швидкість розповсюдження полум'я – це швидкість, з якою прогрівається ламінарно-текуча газоповітряна суміш до температури запалення. Прогрівання суміші здійснюється головним чином за рахунок дифузійного переносу та теплопровідності продуктів згорання, що мають високу температуру та стикаються з холодною газоповітряною сумішшю. Нормальна швидкість розповсюдження полум'я має розмірність лінійної швидкості (м/с).



Вища теплота згорання робочого палива – це теплота, яка виділяється за повного згорання 1 кг палива. При цьому вважають, що водяні пари, що утворюються при згоранні, конденсуються.

Нижча теплота згорання робочого палива – це теплота, що виділяється за повного згорання 1 кг палива, без врахування теплоти, яка витрачається на випаровування вологи, що міститься в паливі, і вологи, що утворюється від згорання водню.

► **Дійсна та теоретично необхідна кількість повітря, коефіцієнт надлишку повітря**

Теоретично необхідну кількість повітря V_T визначають при заданому складі палива на основі законів горіння для повного спалювання 1 кг або 1 м^3 палива за умови, що весь кисень повітря буде використаний для горіння. Кількість сухого теоретично необхідного повітря для повного згорання 1 м^3 сухого газу визначають в залежності від складу газу за наступним рівнянням:

$$V_T = 0,0476 \cdot (0,5 \cdot H_2 + 0,5 \cdot CO + 1,5 \cdot H_2S + 2 \cdot CH_4 + 3 \cdot C_2H_4 + 3,5 \cdot C_2H_6 + 4,5 \cdot C_3H_6 + 5 \cdot C_3H_8 + 6 \cdot C_4H_{10} + 8 \cdot C_5H_{12} - O_2), \quad (2.2)$$



де $H_2, CO, CH_4, \dots, C_mH_n$ - компоненти газу, % за об'ємом.

Практично паливо згорає за вищих витрат повітря, які перевищують теоретично необхідні з-за того, що важко забезпечити повне змішання палива з повітрям, а отже і повноту його згорання. Такі витрати повітря називаються *дійсними* (V_D). В залежності від виду палива, способу його спалювання та типу камери згорання дійсна кількість повітря перевищує теоретичну на 10...60%.

Коефіцієнт надлишку повітря - відношення кількості повітря, що дійсно поступило до топки V_D , до теоретично необхідного V_T .

$$\alpha = \frac{V_D}{V_T}. \quad (2.3)$$

► **Мінімальні коефіцієнти надлишку повітря для теплогенеруючих пристроїв апаратів закладів ресторанного господарства:**

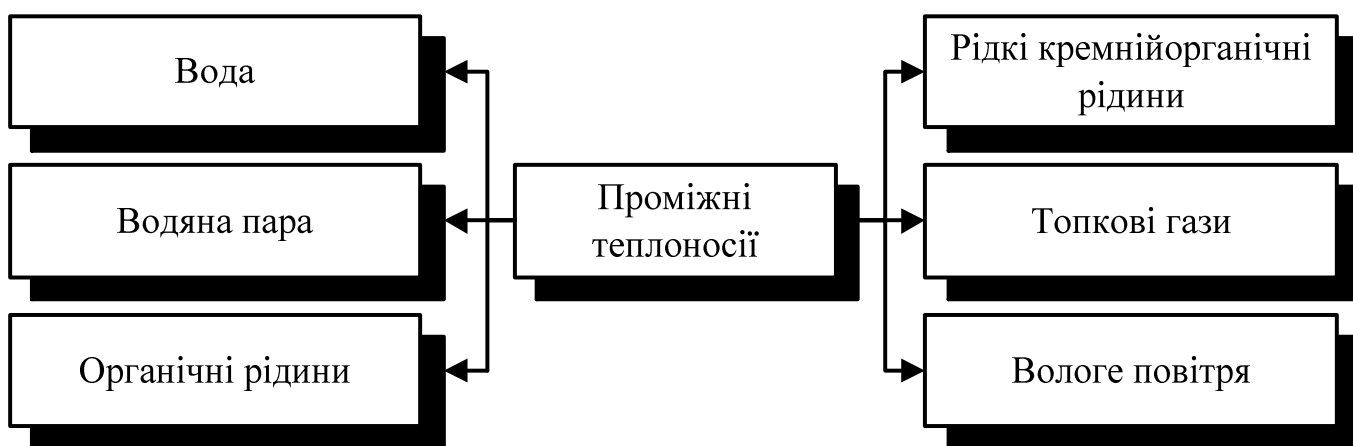
Вид палива	Коефіцієнт надлишку повітря α
Деревина	1,3...1,4
Торф	1,35...1,48
Кам'яне та буре вугілля	1,4...1,5
Антрацит	1,4...1,5
Природний газ при згоранні в пальниках: безполумєневих факельних інжекційних	1,03...1,05 1,2...1,3
Мазут	1,1...1,2

► **Безпосередній та непрямий обігрів**

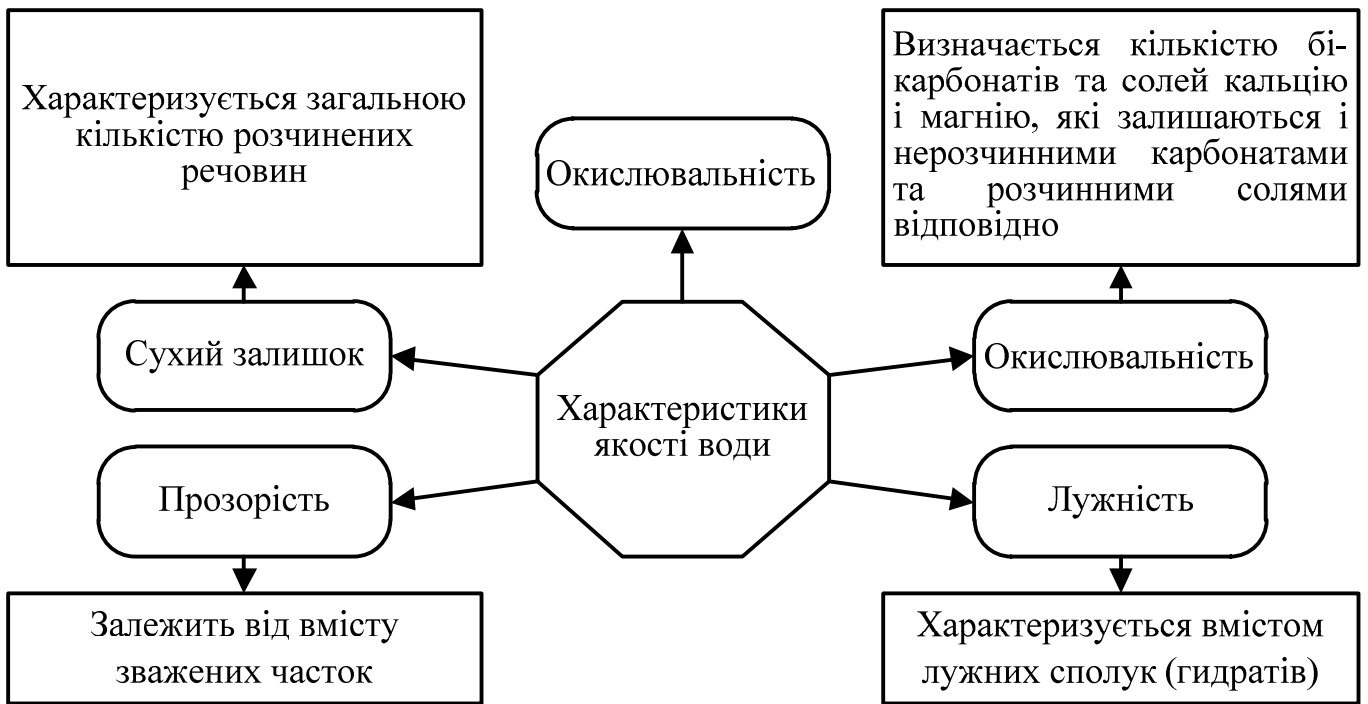
Безпосередній обігрів – процес передачі теплоти безпосередньо від джерела теплоти до продукту.

Непрямий обігрів – процес передачі теплоти від джерела теплоти до продукту через проміжний теплоносій.

► **Характеристика проміжних теплоносіїв, їх особливості, переваги та недоліки**



Вода в теплових процесах закладів ресторанного господарства використовується як теплоносій (середовище, що гріє) для безпосереднього нагріву харчових продуктів (варка) і як непрямий теплоносій в рубашках апаратів (використовується в мармітах).



Недоліки використання води як теплоносія у порівнянні з вологою насиченою парою:

- більш низький коефіцієнт тепловіддачі;
- висока теплова інерційність апарата.

Водяна пара – один із найбільш широко використовуваних теплоносіїв, використовується в автоклавах, котлах, пароварильних шафах. Властивості водяної пари, її основні розрахункові параметри та характеристики наочно ілюструються $p - v$, $t - s$ та $i - s$ -діаграмами. Діаграма $i - s$ є робочою і використовується під час технічних розрахунків (рис. 2.1)

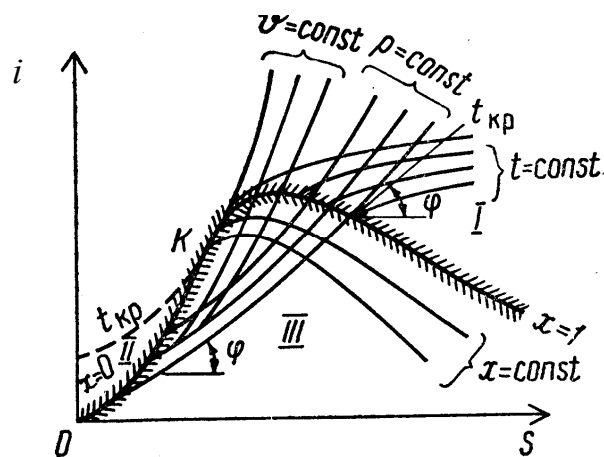
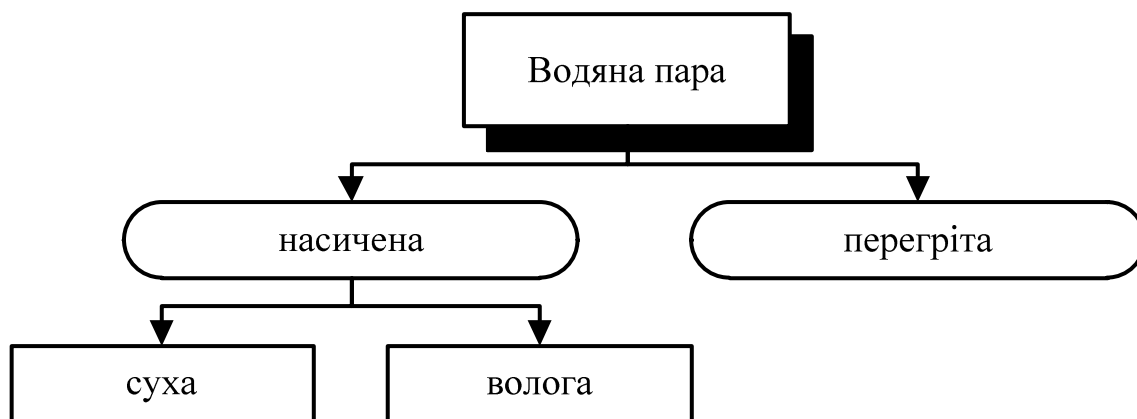


Рис. 2.1 $i - s$ -діаграма водяної пари



В теплових апаратах закладів ресторанного господарства найбільш широко використовується волога насичена пара.

Насичена пара відрізняється від перегрітої тим, що незначне ізобарне охолодження не переводить деяку її частку у конденсат, а тільки знижує температуру перегріву.

Перегріта пара володіє великою потенційною енергією, але має незначний коефіцієнт тепловіддачі, тому вона широко застосовується в парових машинах та турбінах.

Суха насичена пара нестійка: при охолодженні вона переходить у вологу пару, а при нагріві – у перегріту.



Процеси жарки та випікання протікають за більш високих температур, ніж варки, а в якості проміжних теплоносіїв використовують так звані високотемпературні теплоносії: органічні та кремнійорганічні рідини, топкові гази.

Органічні рідини являють собою індивідуальні органічні речовини (гліцерин, етиленгліколь), деякі похідні ароматичних вуглеводнів (дифиніл та ін.): диарілметани (дитолілметан-ДТМ, дикумілметан-ДКМ), дифенильна суміш (даутерм А). Використовуються в сковородах, шафах, котлах, автоклавах. Вимогам теплових процесів у найбільшій мірі відповідають дифенильна суміш, ДКМ і ДТМ (легкорухливі рідини жовтуватого кольору з різким характерним запахом, горять полум'ям, що коптить).

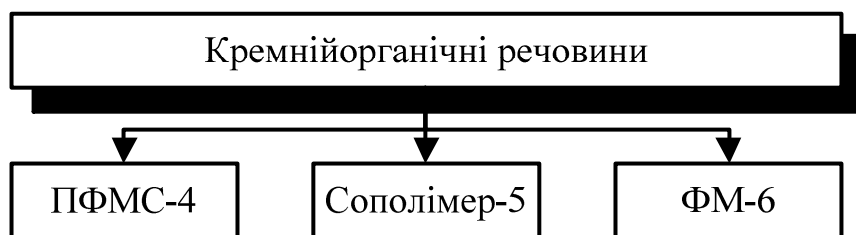


Температури кипіння органічних рідин складають відповідно: ДКМ – 336 °С, ДТМ – 296 °С, дифенильна суміш – 258 °С.

Недоліки використання органічних теплоносіїв:

- різкий запах, що потребує ретельної герметизації рубашок теплових апаратів для забезпечення нульової концентрації їх у навколишньому середовищі;
- ДКМ і ДТМ мають високу температуру кипіння;
- необхідність вакуумування.

Кремнійорганічні речовини займають проміжне положення між органічними та неорганічними сполуками. В якості теплоносіїв використовуються тільки в рідкій фазі. Застосовуються в сковородах, шафах, котлах, автоклавах.



Переваги використання кремнійорганічних речовин в якості проміжних теплоносіїв:

- низька температура загушення (-60...-140 °С);
- висока теплопровідність;
- стійкість до окислення;
- хороші діелектричні властивості;
- мала густина;
- вибухобезпечні;
- не володіють запахом та корозійною активністю.

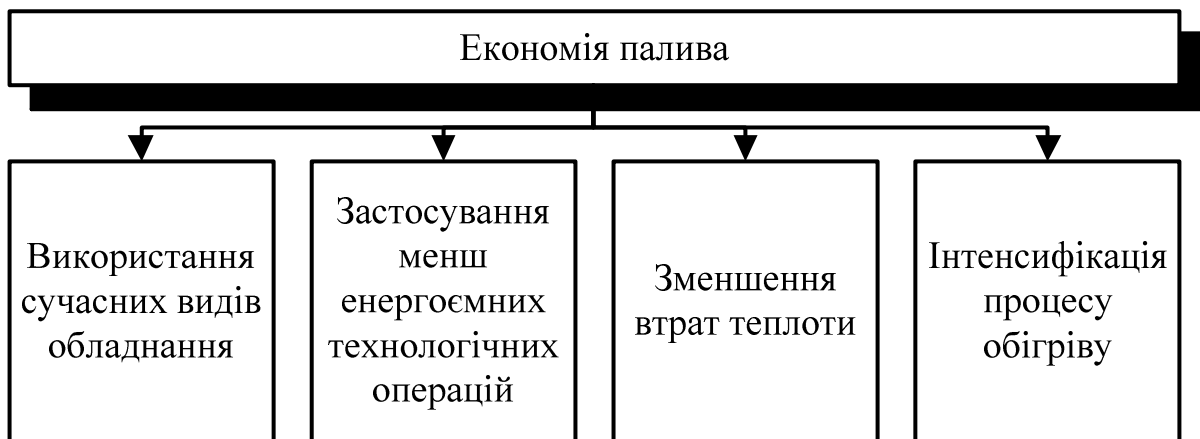
Топкові гази дозволяють здійснювати нагрівання робочих об'ємів до високих температур (до 1000 °С). Утворюються під час спалювання в топках печей твердого, рідкого або газоподібного палива.

Недоліки використання топкових газів в якості проміжних теплоносіїв:

- нерівномірність нагріву;
- важкість регулювання температури;
- низький коефіцієнт тепловіддачі від газу до стінки (не більше 35...60 Вт/(м²·К));
- відкладення на теплопередаючих поверхнях сажі та збільшення їх термічного опору.

Вологе повітря – суміш сухого повітря та водяної пари, широко використовується в процесах випікання, жарки. Застосовується в шафах пекарських, пароконвектоматах. Параметри вологого повітря визначають за допомогою і – d-діаграми.

► Засоби економічного використання палива в теплових апаратах



1. Які паливно-енергетичних ресурси використовуються по галузях господарства в світі?
2. Перерахуйте основні переваги використання електричної енергії.
3. Дайте характеристику паливних газів.
4. Назвіть основні недоліки використання проміжних теплоносіїв.
5. За допомогою яких засобів можна зменшити енерговитрати в теплових апаратах?



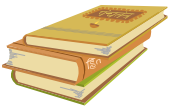
1. У яких із нижчеперелічених газів найбільша теплота згорання:
 - жирних;
 - сухих;
 - генераторних;
 - коксових;
 - зріджених?
2. Умовним паливом можна вважати ту речовину, яка має теплоту згорання:
 - 19,4 МДж/кг;
 - 29,4 МДж/кг;
 - 39,4 МДж/кг?
3. Який вид палива має найбільший коефіцієнт надлишку повітря α :
 - антрацит;
 - мазут;
 - кам'яне вугілля;
 - торф;
 - деревина;
 - природний газ?
4. В теплових апаратах закладів ресторанного господарства найбільш широко використовується:
 - суха насичена пара;
 - волога насичена пара;
 - перегріта пара.

ТЕМА 3. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ ТЕПЛОВИХ АПАРАТІВ

Лекція №1

План лекції

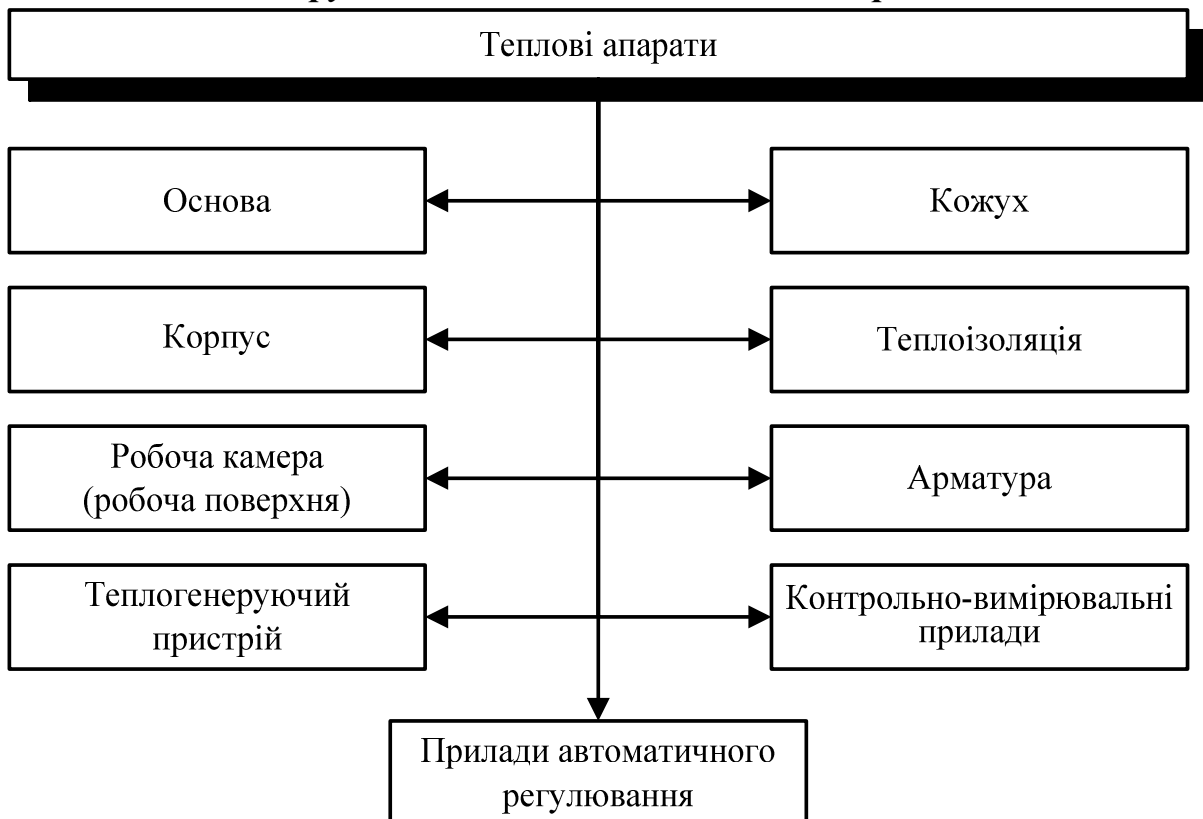
1. Класифікація теплового устаткування, що використовується в закладах ресторанного господарства. Принцип дії, будова, правила експлуатації та техніка безпеки теплових апаратів. Можливі неполадки та методи їх усунення при експлуатації теплового устаткування.
2. Основні техніко-економічні показники роботи теплового устаткування (продуктивність, коефіцієнт використання, к.к.д., питомі витрати електроенергії, питома металоємність, енергоємність, годинні витрати енергоносія), їх визначення. Уніфікація, стандартизація і літерно-цифрова індексація теплового устаткування.
3. Сучасні напрямки конструювання теплового устаткування. Секційно-модульне устаткування першого і другого покоління.
4. Матеріали, що застосовуються для виготовлення теплових апаратів.



Література: [1, с. 34 - 45]; [2, с. 27 - 36]; [3]; [4]; [5]; [6]

Ключові слова: класифікація, техніко-економічні показники, літерно-цифрова індексація, секційно-модульне устаткування

► Основні конструктивні елементи теплових апаратів



► *Класифікація теплового устаткування, що використовується в закладах ресторанного господарства*



Робоча камера (робоча поверхня) призначена для теплової обробки харчових продуктів. Її форма та розміри залежать від технологічного призначення апарата.

Теплогенеруючі пристрої перетворюють різні види енергії в теплову та передають її стінкам робочої камери (поверхні). В залежності від виду енергоносія вони мають різні конструктивні рішення.

Корпус призначений для монтажу на ньому основних частин апарата.

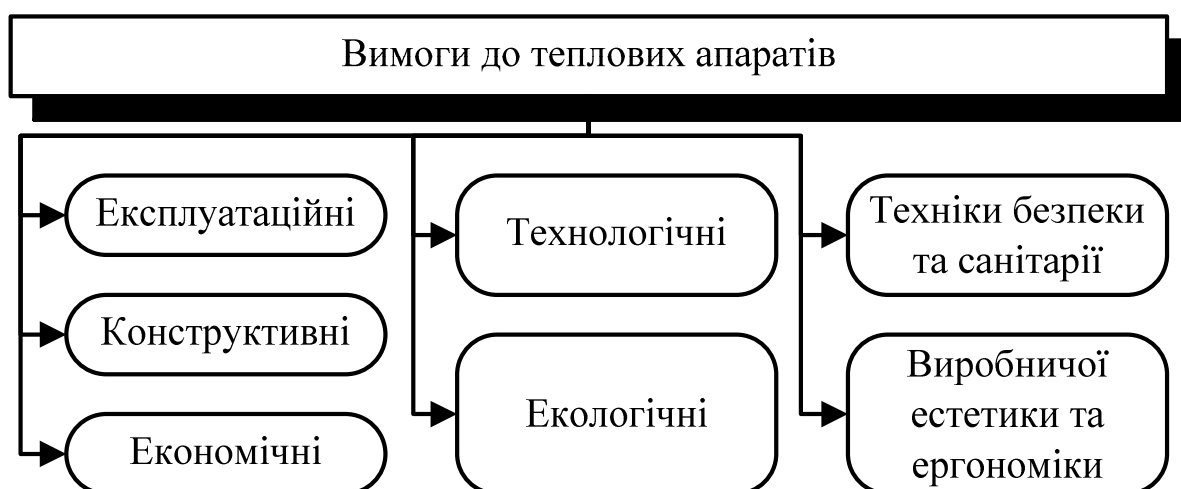


Теплоізоляція зменшує втрати теплоти апаратом до навколишнього середовища та запобігає персоналу, що обслуговує, від опіків.

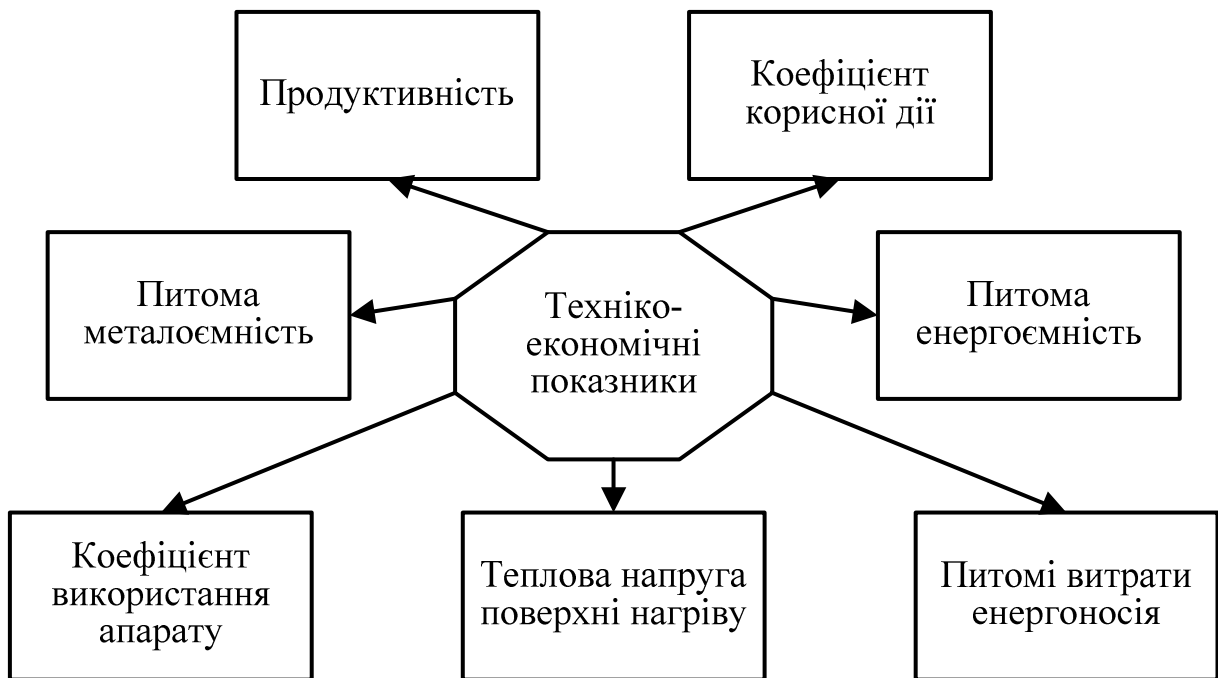
Кожух використовується для захисту ізоляції від зовнішнього впливу та руйнування і додає апарату закінчений зовнішній вигляд.

Основа служить для установки апарата та виконується частіше за все у вигляді відливки з чавуна різної форми або каркаса з кутової сталі.

Контрольно-вимірювальні прилади та прилади автоматичного регулювання, а також *арматура* служать для вмикання, вимикання, контролю за роботою, регулювання теплового режиму та безпечної експлуатації апаратів.



► **Основні техніко-економічні показники теплового устаткування, їх визначення**



Продуктивність Q – кількість кулінарної продукції, що отримується в результаті теплової обробки за одиницю часу (кг/год; дм³/год; шт./год тощо).

$$Q = \frac{3600 \cdot G}{\tau}, \quad (3.1)$$

де G – маса продукту, що обробляється в апараті, кг;
 τ – тривалість теплової обробки, с.

Коефіцієнт корисної дії апарата η – відношення корисної теплоти, що використовується на нагрів продукту (Q_1), до всієї теплоти, що витрачається на роботу апарата ($Q_{\text{випр.}}$):

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_{\text{випр.}}} . \quad (3.2)$$

Питома металоємність характеризує досконалість конструкції апарата і визначається як відношення маси металоконструкцій апарата (M) до основного параметру, що характеризує апарат, кг/м³, кг/м²:

$$m = \frac{M}{V}; \quad m = \frac{M}{F}, \quad (3.3)$$

де V – об'єм робочої камери, м³; F – площа робочої поверхні, м².

Питома енергоємність – відношення потужності апарата (N), до основного параметру, що характеризує апарат, кВт/м³, кВт/м²:

$$E = \frac{N}{V}; \quad E = \frac{N}{F}. \quad (3.4)$$

Коефіцієнт використання апарата – відношення суми тривалості окремих циклів роботи апарата, що проведені за зміну, до тривалості зміни:

$$K_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} n_i \cdot \tau_i}{\tau_{\text{зм.}}}, \quad (3.5)$$

де n_i – кількість i -х циклів роботи апарата за зміну;

τ_i – тривалість i -го циклу роботи, год.

Для апаратів безперервної дії коефіцієнт використання являє собою відношення тривалості роботи апарата до тривалості роботи зміни:

$$K_{\text{в.}} = \frac{\tau_1}{\tau_{\text{зм.}}}. \quad (3.6)$$

Питомі витрати енергоносія – це витрати його на одиницю готової продукції:

$$E_{\text{нум}} = \frac{A}{n}, \quad (3.7)$$

де A – загальні витрати енергоносія (пар, газ, тверде або рідке паливо, електроенергія); n – кількість готової продукції за зміну у відповідних одиницях.

Теплова напруга поверхні нагріву – кількість теплової енергії, яку вилучає одиниця поверхні (об'єму) апарата в одиницю часу:

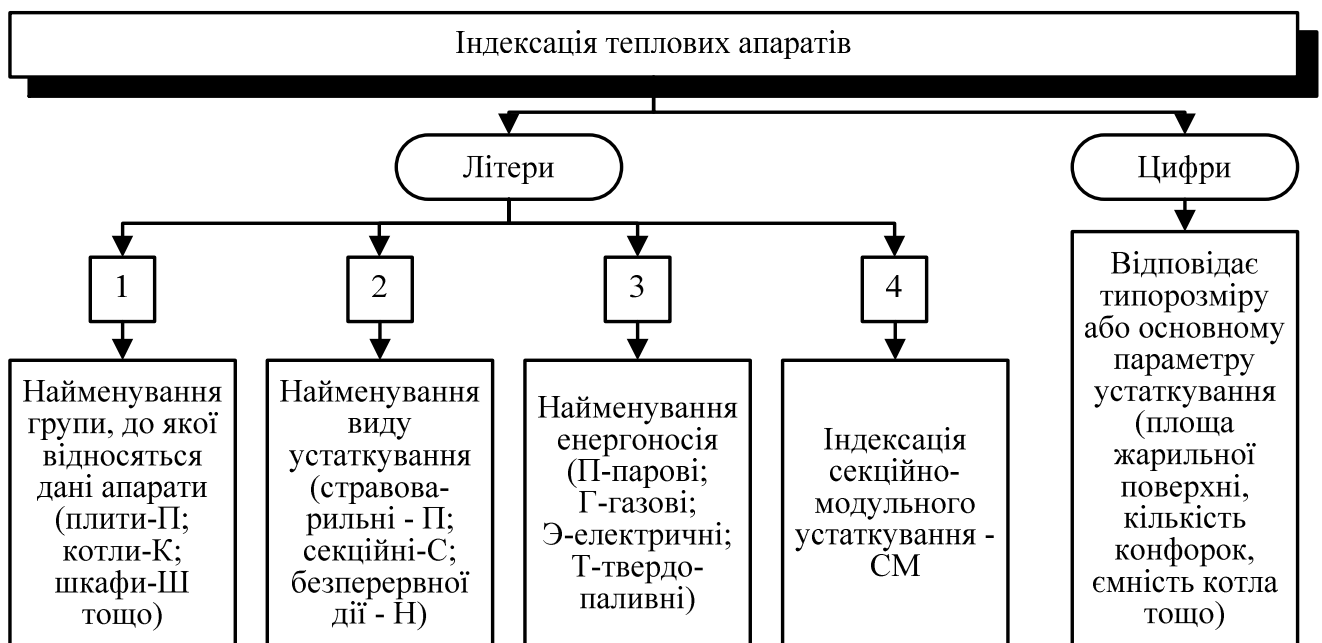
$$T = \frac{Q_{\text{випр}}}{F \cdot \tau}. \quad (3.8)$$

► **Уніфікація, стандартизація і літературно-цифрова індексація теплового устаткування**



У відповідності з класифікаційною схемою та нормативною документацією прийнята індексація теплового устаткування, яка дає відомості про призначення теплового апарата, його енергоносій, розмір та особливості конструкції.

В основу індексації закладено літерно-цифрове позначення.



► **Сучасні напрямки конструювання теплового устаткування.
Секційно-модульне устаткування**

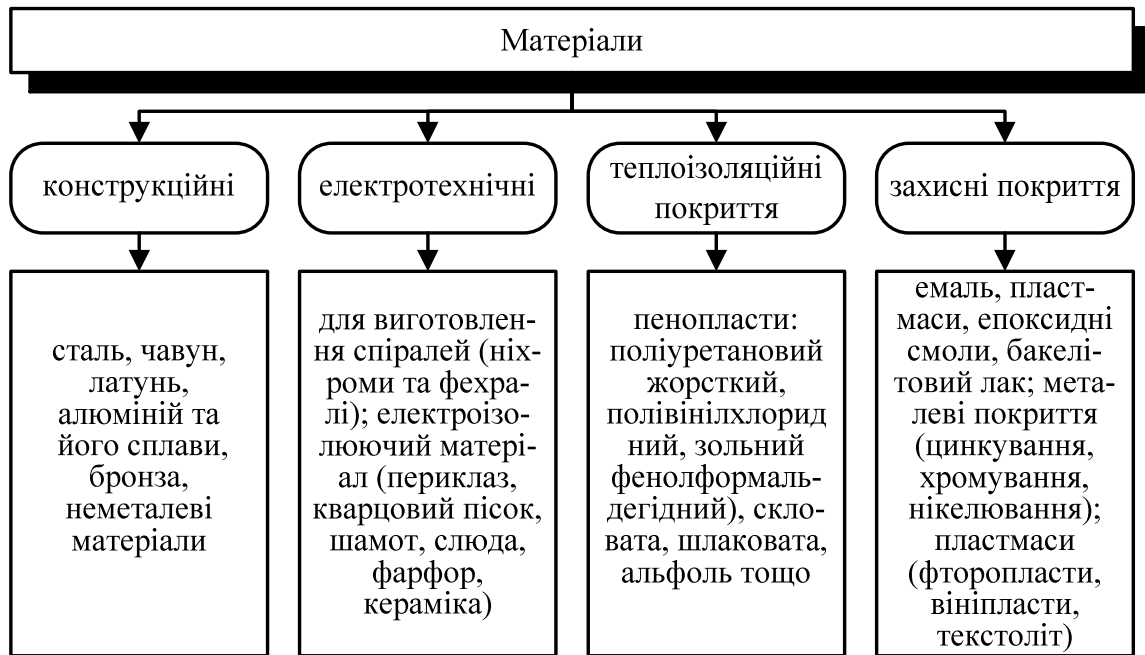
1. Використання функціональних ємностей, що забезпечують значне зменшення кількості проміжних переміщень їжі на всіх етапах її приготування.
2. Введення транспортних засобів для переміщення функціональних ємностей – стелажів, контейнерів, візків з платформою для підняття.
3. Створення принципово нових видів високопродуктивного устаткування: багатоярусні жарильні та теплові шафи; пересувні котли із стаціонарними парогенераторами; прямокутних стравоварильних котлів та ін.
4. Використання блочної та універсальної конструкції устаткування, що дозволяє забезпечити його в лінії будь-якої заданої технологічної послідовності.
5. Наявність високого коефіцієнту використання корисних об'ємів та поверхонь устаткування за їх повної відповідності розмірам функціональних ємностей.
6. Розробка нових технічних рішень: підвісного принципу установки устаткування на фермах із звільненням нижньої зони за значного скорочення кількості комунікацій, введення збірно-розбірних підставок для устаткування за його напільного виконання, конструкції варильних судин стравоварильних котлів із введенням багатоканальної системи, автоматизованого переливу рідких продуктів з одночасним проціджуванням із стравоварильних котлів, введення оптимальних автоматичних режимів для процесів жарки, варки та зберігання їжі.
7. Упорядкування номенклатури устаткування на базі аналізу норм оснащення закладів ресторанного господарства.



Для зменшення використання виробничої площі, для забезпечення послідовності технологічного процесу та зручності його стадій, для зменшення непродуктивного переміщення персоналу та підвищення продуктивності праці розроблено устаткування, яке відповідає певним стандартам. До основи конструкції таких апаратів закладено єдиний розмір – модуль $M-100 \pm 10$ мм. Висота апаратів визначена з урахуванням середнього зросту людини і складає 850 ± 10 мм. Довжина та ширина апаратів повинні бути кратними модулю.

З метою вирішення задач переходу на індустріальні методи приготування їжі розроблений та початий випуск нового секційного устаткування для закладів ресторанного господарства, яке відповідає стандартам за модулем, наявністю функціональних ємностей і контейнерів. Довжина та ширина такого устаткування кратні модулю $M-100$ мм, висота до робочої поверхні повинна складати 850 та 900 мм.

► *Матеріали, що застосовуються для виготовлення теплових апаратів*



1. Наведіть класифікацію теплового устаткування за основними класифікаційними ознаками.
2. Назвіть основні техніко-економічні показники теплового устаткування. Як вони визначаються?
3. Що покладено в основу індексації теплових апаратів?
4. Назвіть сучасні напрямки конструювання теплового устаткування.
5. Які матеріали застосовуються під час виготовлення теплового устаткування?



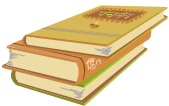
1. За технологічним призначенням теплове устаткування поділяється на:
 - а) електричне;
 - б) варильне;
 - в) жарильне;
 - г) вогневе;
 - д) водогрійне;
 - ж) парове;
 - з) універсальне;
 - к) для підтримки їжі в гарячому стані.
2. За конструктивним рішенням теплове устаткування поділяється на:
 - а) несекційне;
 - б) періодичної дії;
 - в) контактне;
 - г) секційне;
 - д) безперервної дії;
 - ж) модульоване;
 - з) немодульоване.
3. До секційно-модульного устаткування належать апарати:
 - а) ФЭСМ;
 - б) КПЭ;
 - в) КПГСМ;
 - г) ФЭ.
4. Скільки конфорок має плита ПЭСМ-4Ш:
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 4.

ТЕМА 4. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК АПАРАТІВ

Лекція №1

План лекції

1. Тепловий розрахунок апарата і його зміст.
2. Конструкторський та перевірний розрахунки апарата.
3. Рівняння матеріального та енергетичного балансу теплового апарата.
4. Складання рівнянь теплового балансу для апаратів, що працюють на різних енергоносіях. Визначення складових рівнянь.



Література: [1, с. 215-240]; [2, с. 63-110].

Ключові слова: тепловий розрахунок, конструкторський розрахунок, перевірний розрахунок, матеріальний баланс, енергетичний баланс, теплоємність, середня різниця температур, коефіцієнт тепловіддачі

► Тепловий розрахунок апарата та його зміст



Теплові баланси для нестационарного та стаціонарного режимів роботи апарата виражаються відповідно рівняннями:

$$Q'_{вир} = Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' + Q_5' + Q_6'; \quad (4.1)$$

$$Q''_{вир} = Q_1'' + Q_2'' + Q_3'' + Q_4'' + Q_5'', \quad (4.2)$$

де $Q_{вир}$ – теплота, що вноситься до апарата енергоносієм;

Q_1 – корисна теплота, яка необхідна для нагріву продукту та доведення його до стану кулінарної готовності;

Q_2 – втрати теплоти з продуктами згорання палива, що виходять з апарата;

Q_3 – втрати теплоти від хімічної неповноти згорання палива;

Q_4 – втрати теплоти від механічної неповноти згорання палива;

Q_5 – втрати теплоти зовнішніми поверхнями апарата в навколишнє середовище;

Q_6 – втрати теплоти на розігрів конструкції апарата.

► Конструкторський та перевірний розрахунки апарата



Для конструкторського та перевірного розрахунків апаратів основними розрахунковими рівняннями є рівняння теплопередачі і теплового балансу.

Основне рівняння теплопередачі:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{сер} \cdot \tau, \quad (4.3)$$

де Q – теплове навантаження апарата, Дж;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

F – поверхня теплопередачі, м²;

Δt – середня різниця температур, °С.

Загальний вигляд рівняння теплового балансу:

$$Q = \sum Q_{пол} + \sum Q_{вт}, \quad (4.4)$$

де Q – кількість теплоти в апараті, що підводиться, Дж;

$\sum Q_{пол}$ – сума всіх складових корисно використовуваної теплоти, Дж;

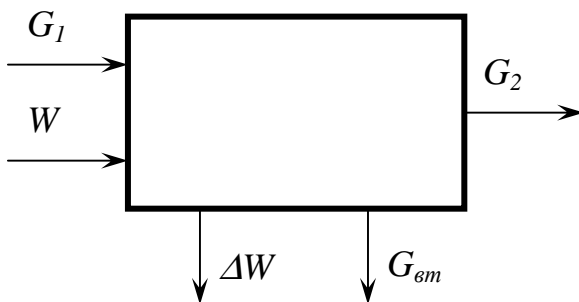
$\sum Q_{вт}$ – сумарні втрати теплоти в апараті, Дж.

Мета конструкторського розрахунку – визначення поверхні теплообміну та конструктивних параметрів апарата.

Мета перевірного розрахунку – вибір умов, що забезпечують раціональний режим роботи апарата.

► Рівняння матеріального та енергетичного балансу теплового апарата

Матеріальний баланс

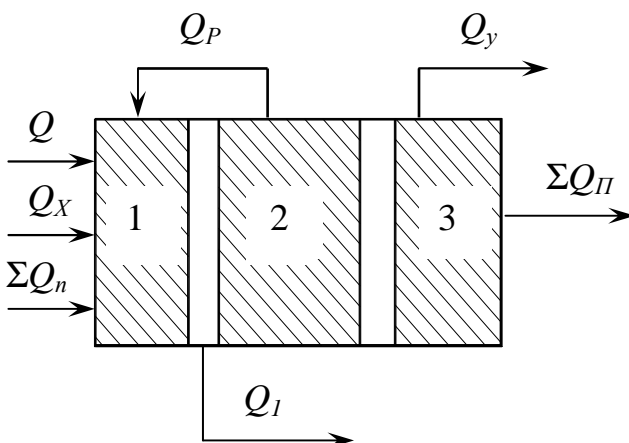


$$G_1 + W = G_2 + \Delta W + G_{вт}, \quad (4.5)$$

де G_1 , G_2 і $G_{вт}$ – відповідно маса продуктів, що потрапляє на теплову обробку, готової продукції після обробки та втрати маси продуктів, кг;

W і ΔW – відповідно об'єм води (бульйону або молока), що завантажується до апарата, та вологи, що випарилася, дм³.

Енергетичний баланс



$$Q + Q_x + Q_n = G \cdot q + \sum Q_{п} + Q_p + Q_y, \quad (4.6)$$

де Q , Q_x і Q_n – кількість теплоти, витраченої відповідно на технологічний процес зовнішнім джерелом, що виділилася в результаті проведення процесу, введена в процес із продуктами, Дж;

$G \cdot q$ – кількість теплоти, що витрачається на нагрівання продуктів, Дж;

$\sum Q_{п}$ – сумарні втрати теплоти апаратом (установкою), Дж;

Q_p і Q_y – кількість теплоти, що використовується в регенераторі та теплоутилізаторі, Дж (для тих технологічних установок, які мають регенератор та тепло утилізатор);

1,2,3 – відповідно технологічний перетворювач, регенератор та утилізатор.

► **Складання рівнянь теплового балансу для апаратів, що працюють на різних енергоносіях. Визначення складових рівнянь**

Вид енергоносія	Рівняння (режим нестационарний)
Електрична енергія	$P \cdot \tau = Q_1 + Q_5 + Q_6$ (4.7)
Газ та рідке паливо	$V \cdot Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_5 + Q_6$ (4.8)
Пара	$D \cdot (i_n - i_k) = Q_1 + Q_5 + Q_6$ (4.9)
Тверде паливо	$B \cdot Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$ (4.10)

де P – потужність нагрівальних елементів, Вт;

τ – час процесу, с;

D – витрати пари, кг;

i_n та i_k – відповідно ентальпія пари та конденсату, Дж/м³;

V – витрати газу, м³;

Q_H^P – нижча теплота згорання, Дж/кг.

B – масові або об'ємні витрати палива, кг/год (м³/год)

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівнянь
1	2
<p>Нестационарний режим: $Q_1 = G \cdot c \cdot (t_k - t_n) + W \cdot c_{ж} \cdot (t_k - t_n) + \Delta W \cdot r$</p> <p>Стационарний режим: $Q_1 = \Delta W \cdot r$</p>	<p>G, W – маса продукту та рідини, що завантажуються до апарата, кг; c і $c_{ж}$ – відповідно питома теплоємність продукту та рідини (Дж/(кг·К)); t_k і t_n – кінцева та початкова температури, °С; ΔW – кількість води, що випарилася під час нагріву, кг; r – повна теплота пароутворення, Дж/кг; ΔW – кількість води, що випарилася під час варіння, кг</p>
<p>$Q_2 = B \cdot (I_{вих} - I_{нов})$</p> <p>$I_{вих} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot c_i \cdot t_{вих}$</p> <p>$I_{нов} = \alpha \cdot V_{нов} \cdot c_{нов} \cdot t_{нов}$</p>	<p>B – масові або об'ємні витрати палива, кг/с; $I_{вих}$ та $I_{нов}$ – відповідно ентальпія виходячих продуктів згорання та ентальпія повітря, Дж/кг; $t_{вих}$ і $t_{нов}$ – відповідно температура продуктів згорання палива, що видаляються, і температура повітря, що надходить до топки, °С; α – коефіцієнт надлишку повітря; V_i та $V_{нов}$ – об'єм i-го компоненту згорання палива та теоретична необхідна кількість палива для повного згорання, м³/м³; c_i та $c_{нов}$ – об'ємна питома теплоємність i-го компоненту та повітря, Дж/м³·град</p>

1	2
<p>Для газоподібного та рідкого палива $Q_3 = 0$ Під час розрахунку твердопаливних апаратів: $Q_3 = 12800 \cdot V_{CO} \cdot B$ Якщо кількість CO в димових газах невідома: $Q_3 = 0,04 \cdot Q_1$</p>	<p>V – об’єм CO в продуктах згорання, який доводиться на 1 кг палива, м³/кг; $12800 \cdot 10^3$ – теплота згорання CO, кДж/кг</p>
<p>Для газових та твердопаливних апаратів $Q_4 = 0$ Під час розрахунку твердопаливних апаратів: $Q_4 = \alpha_i \cdot Q_{випр}$</p>	<p>α – коефіцієнт, який залежить від виду твердого палива та типу топки $\alpha = 0,04 \dots 0,06$</p>
<p>Під час розігрівання: $Q_5 = \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \cdot F_i \cdot (\bar{t}_{Pi} - t_B) \cdot \tau$ Під час стаціонарного режиму: $Q_5 = \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \cdot F_i \cdot (t_{Pi} - t_B) \cdot \tau$</p>	<p>α_i – коефіцієнт тепловіддачі в навколишнє середовище даним елементом зовнішньої поверхні апарата, Вт/(м²·К); F_i – поверхня тепловіддачі i-го елемента, м²; t_{Pi}, t_B – відповідно температура i-го елемента поверхні та навколишнього середовища; \bar{t}_{Pi} – середня розрахункова температура i-го елемента поверхні тепловіддачі, К</p>
<p>$Q_6 = \sum_{i=1}^{i=n} G_i \cdot c_i \cdot (t_i^K - t_i^H)$</p>	<p>G_i – маса i-ого елемента конструкції апарата, кг; c_i – теплоємність i-ого елемента конструкції апарата; t_i^K, t_i^H – кінцева та початкова температура i-го елемента конструкції апарата, К</p>



1. З яких складових складається тепловий розрахунок апарата?
2. Для чого проводяться конструкторський та перевірний розрахунки?
3. Напишіть рівняння матеріального та енергетичного балансів та поясніть кожен складову.
4. Як записується рівняння теплового балансу для апаратів, які працюють на твердому паливі?
5. Напишіть рівняння для визначення корисної теплоти, яка необхідна для розігрівання того чи іншого продукту в апараті, що працює на електричній енергії.
6. Як визначається площа поверхні теплообміну в тепловому апараті?
7. Як визначається коефіцієнт тепловіддачі?
8. Що характеризує число Нуссельта?
9. Як визначаються коефіцієнти тепловіддачі конвекцією та випромінюванням?
10. Запишіть розрахункове рівняння визначення корисної теплоти для апаратів періодичної дії, призначених для жарки або випікання?



1. Втрати теплоти зовнішніми поверхнями апарата в навколишнє середовище – це:

- а) Q_2 ; в) Q_4 ; д) Q_1 ;
б) Q_5 ; г) Q_6 ; ж) Q_3 ?

2. Для апарата, який працює на газоподібному паливі, рівняння теплового балансу записується наступним чином:

- а) $P \cdot \tau = Q_1 + Q_5 + Q_6$;
б) $V \cdot Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$;
в) $V \cdot Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_5 + Q_6$;
г) $D \cdot (i_n - i_k) = Q_1 + Q_5 + Q_6$.

3. Для яких апаратів втрати теплоти від хімічної неповноти згорання палива умовно приймаються рівними нулю:

- а) що працюють на твердому паливі;
б) що працюють на електричній енергії;
в) що працюють на газоподібному паливі;
г) що працюють на парі?

4. Для яких апаратів втрати теплоти від механічної неповноти згорання палива умовно приймаються рівними нулю:

- а) що працюють на рідкому паливі;
б) що працюють на твердому паливі;
в) що працюють на парі;
г) що працюють на газоподібному паливі?

ТЕМА 5. ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧІ ПРИСТРОЇ

План лекції

1. Теплогенеруючі пристрої для спалення твердого та рідкого палива.
2. Класифікація газових пальників (за способом подання повітря, за номінальним тиском газу і повітря, за номінальною тепловою потужністю). Поняття про інжекцію. Будова, правила експлуатації та розрахунок інжекційних газових пальників.
3. Теплообмінники парових апаратів, їх призначення.
4. Електронагрівачі, їх класифікація, характеристики, розрахунок. Будова ТЕНів, конфорок.
5. Відкриті електронагрівачі, їх будова, особливості та недоліки, сфера застосування. Закриті електронагрівачі з доступом повітря. Герметично закриті нагрівачі, їх характеристика та вимоги, які висувають до електричних нагрівачів.
6. Використання ІЧ-генераторів і магнетронів.



Література : [1, с. 46-162]; [2, с. 111 - 217]; [5]

Ключові слова: теплогенеруючий пристрій, форсунка, газовий пальник, номінальний тиск газу, номінальна тепла потужність, інжекція, відрив полум'я, проскакування полум'я.

► Теплогенеруючі пристрої для спалення твердого палива

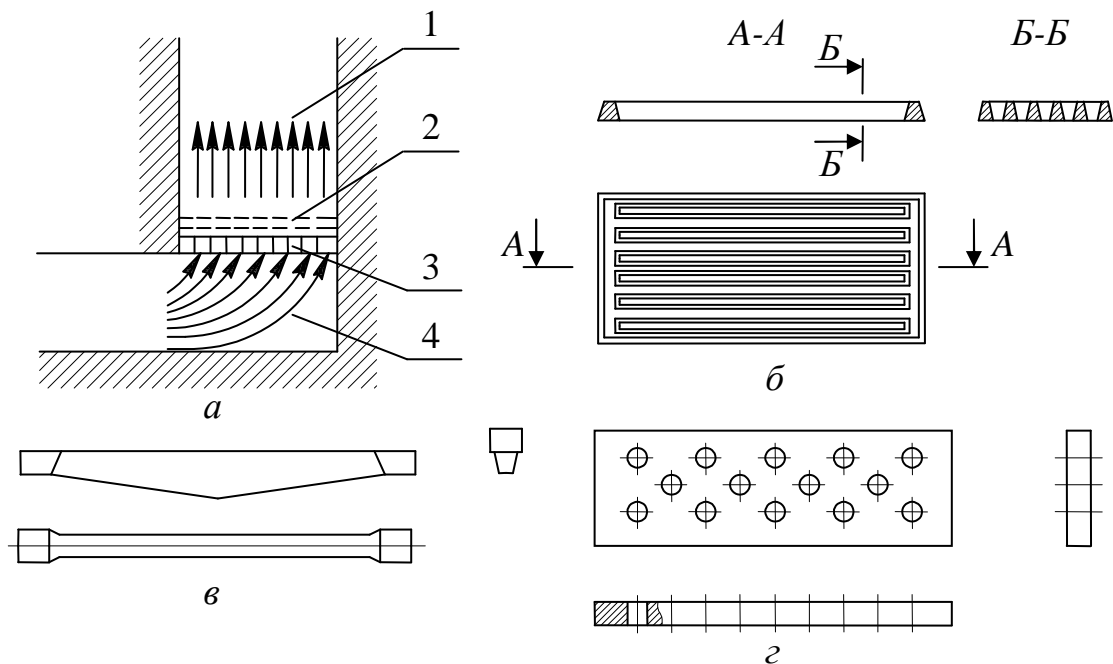


Рис. 5.1 Схема шарової топки:

а – схема пристрою: 1 – топка; 2 – паливо; 3 – колосникова решетка; 4 – повітря;
б – колосникова плита з повздовжніми щілинами; в – чавунний колосник брусчатий;
г – колосникова плита з отворами

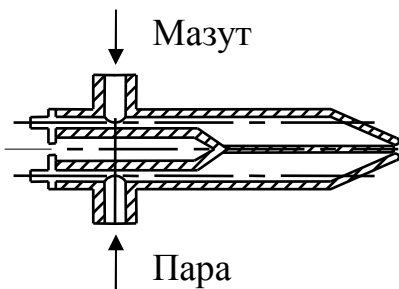


Колосникова решітка призначена для рівномірної подачі повітря до палива та механічної підтримки шару палива.

Брусчаті колосники використовують під час спалювання крупнокускового та малозольного палива з великим виходом летучих газів (деревина, торф).

Плиточні колосники використовують під час спалювання багатозольного та мілкозернистого палива із малим виходом летучих газів (кам'яне вугілля)

► Теплогенеруючі пристрої для спалення рідкого палива



Мазут самопливом поступає до верхньої трубки, а пар подається до нижньої. Тиск пари повинен знаходитись в межах 150...4000 кПа. З парової форсунки пара виходить із швидкістю 300...350 м/с, мазут – з швидкістю 1...2 м/с. На розпилення 1 кг мазуту витрачається 0,5 кг пари.

Мазут виходить з форсунки під невисоким тиском, змішується з повітрям і спалюється, утворюючи яркий факел полум'я.

► Класифікація газових пальників



Газовий пальник – пристрій, який призначено для утворення газоповітряної суміші, подання її до камери згорання та спалювання

► Поняття про інжекцію. Будова, правила експлуатації та розрахунок інжекційних пальників

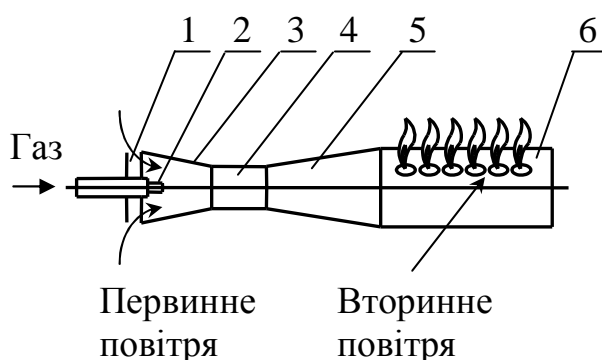
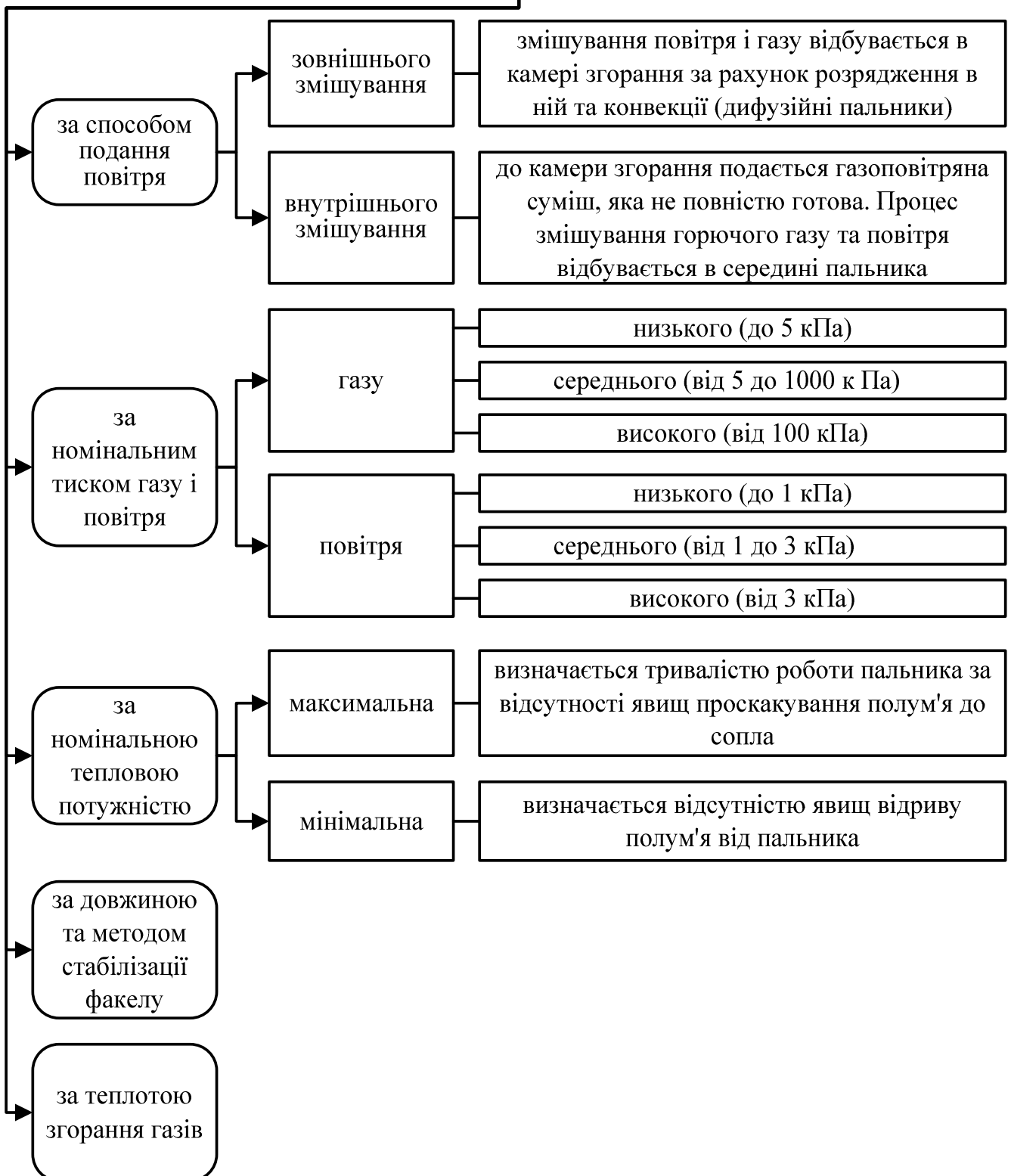


Рис 5.2 Схеми інжекційного газового пальника:

1 – сопло; 2 – регулятор первинного повітря; змішувач-інжектор: 3 – конфузор; 4 – горловина; 5 – дифузор; 6 – насадка

Класифікація газових пальників



Сопло служить для подачі газу з газопроводу до змішувача-інжектора, перетворення частини потенційної енергії газу в кінетичну та додає струменю газу певних форми й напрямку.

Змішувач-інжектор служить для змішування газу з повітрям, та вирівнює концентрації та швидкісне поле газоповітряної суміші. Під час виходу з сопла з великою швидкістю газ утворює в конфузорі змішувача-інжектора розрідження, за рахунок чого до змішувача підсмоктується (інжекується) первинне повітря.



Конфузор служить для підсмоктування повітря за рахунок розрідження, яке утворюється за рахунок струменю газу, що витікає з сопла.

Горловина служить для вирівнювання концентрації та швидкісного поля суміші.

В *дифузорі* закінчується вирівнювання концентрації газу та повітря в потоці суміші та відбувається вирівнювання швидкісного поля газоповітряної суміші.

Насадка служить для подачі газоповітряної суміші до вихідних отворів.

Правила експлуатації газових пальників:

- до монтажу та експлуатації допускається газове обладнання, яке має технічний паспорт і пройшло відповідні випробування;
- перед розпалюванням газового пальника апарата провітрюють приміщення. Якщо з'являється запах газу, потрібно відключити подачу газу і визвати спеціальну службу;
- у апаратів з організованим відводом продуктів спалювання перед розпалюванням перевіряють тягу в газоході;
- робочі об'єми газових шаф перед вмиканням пальника провітрюють протягом 2...3 годин
- для розпалювання пальника використовують тільки переносний і стаціонарний запальник;
- у пальників з великою продуктивністю перед вмиканням газу потрібно закрити регулятор повітря;
- під час вимикання апарата закривають кран перед пальником, а потім на допуску газопроводу до даного апарата;
- профілактичне обслуговування газових теплогенеруючих пристроїв здійснюється спеціалістами;
- до роботи з газовими апаратами допускаються тільки особи, які навчені безпечним методам роботи і мають посвідчення про здачу технічного мінімуму.

Розрахунок газових пальників

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
1	2
$Q_T = \frac{V_G \cdot Q_n^p}{3600}$	Q_T – номінальна теплова потужність пальника, Вт; V_G – номінальні витрати газу пальником, м ³ /год

1	2
$U = \alpha' \cdot V_T$	U – об’ємна кратність інжекції, м ³ /м ³ ; V – теоретичний об’єм повітря, м ³ /м ³
$C = \frac{Q_T}{Q_T^{\min}}$	C – межа регулювання теплової потужності; Q_T^{\min} – мінімальна теплова потужність, Вт
$p_{\Gamma_{\min}} = 27,1 \cdot Q_H^p + 100$	$p_{\Gamma_{\min}}$ – мінімальний тиск газу, Па
$B_H = \frac{Q_T \cdot 3600}{Q_H^p}$	B_H – номінальні витрати газу пальником, м ³ /год
$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{D_1}}{\pi}} = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{B_H}{\omega_{\Gamma} \cdot n}}$	D_1 – діаметр горловини, м; f_{D_1} – площа повздовжнього перерізу сопла, м ² ; ω_{Γ} – середня швидкість витікання газу із сопла, м/с; n – кількість сопел
$D_2 = (2,5 \dots 3) \cdot D_3$	D_2 – діаметр конфузора, м
$D_3 = 14 \cdot D_1$	D_3 – діаметр горловини, м
$D_4 = (2 \dots 2,2) \cdot D_3$	D_4 – діаметр дифузора, м
$l_3 = (2,5 \dots 3) \cdot D_3$	l_3 – довжина горловини, м
$l_2 = (1,5 \dots 2) \cdot D_3$	l_2 – довжина конфузора, м
$l_4 = \frac{D_4 - D_3}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$	l_4 – довжина дифузора, м
$\Sigma f_{D_0} = \frac{B_H \cdot (1 + U)}{3600 \cdot \omega_c}$	Σf_{D_0} – сумарна площа отворів насадки, м ² ; ω_{Γ} – середня швидкість суміші газу з повітрям, м/с
$n = \frac{\Sigma f_{D_0}}{f_{D_0}}$	n – кількість отворів насадки, шт
$L = \frac{(n-1) \cdot s}{N} + 2 \cdot l'$	L – довжина насадки, м; N – кількість отворів на насадці, шт.; l' – довжина кінцевого участку, м ($l' = 2 \cdot s$); s – відстань між рядами, м

► **Поняття «відрив полум’я» та «проскакування полум’я»**

«Відрив полум’я» від насадки спостерігається під час надмірного підвищення тиску перед пальником, дуже великого надходження первинного повітря або незначного розрідження в камері спалювання.

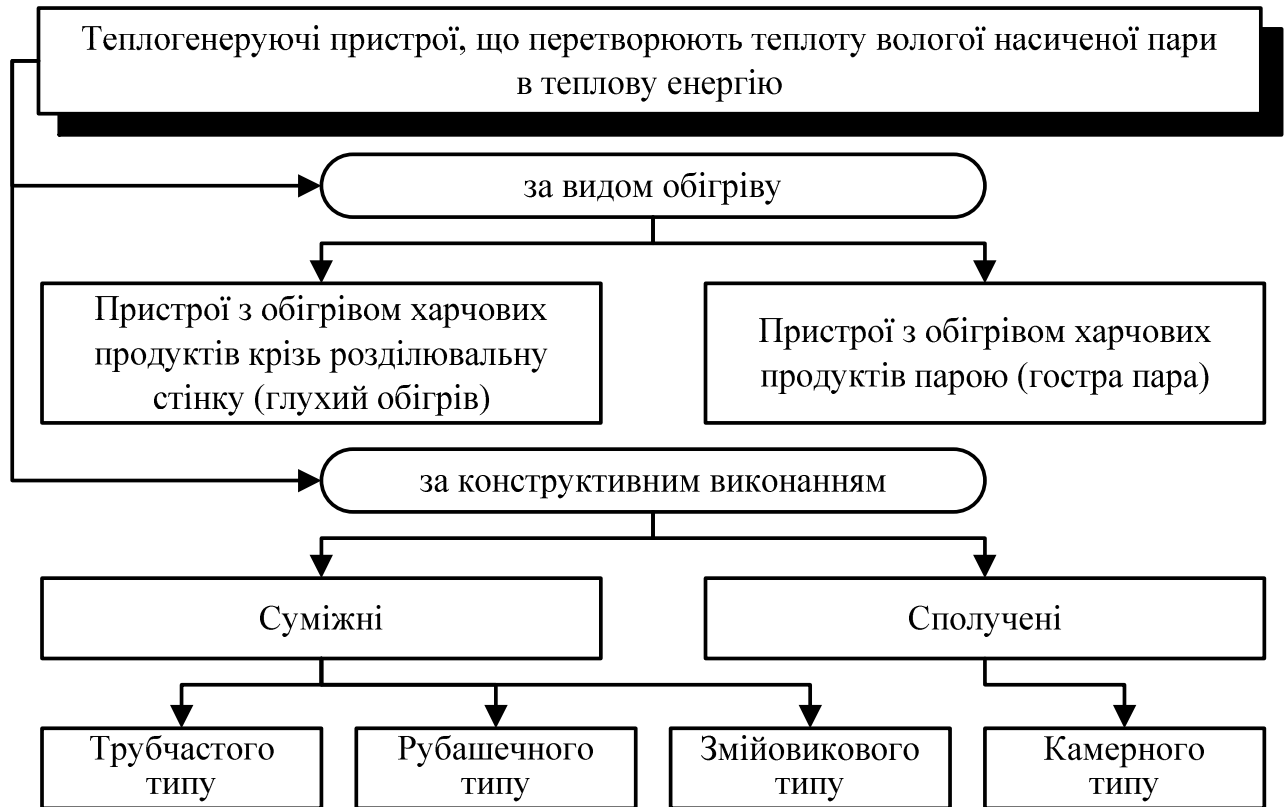
«Проскок полум’я» до сопла спостерігається під час різкого зменшення витрат газу, коли швидкість розповсюдження полум’я перевищує швидкість руху газоповітряної суміші у середині пальника.



► Теплообмінники теплових апаратів, їх призначення



Теплообмінники – пристрої, які призначені для перетворення вологої насиченої пари в теплову енергію.



► Електронагрівачі, їх класифікація, характеристики, розрахунок



Основними елементами електротеплових апаратів є електронагрівачі, які перетворюють електричну енергію в теплову. При цьому використовується властивість провідників нагріватись під час проходження крізь них електричного струму.

► Використання фольгових плоских нагрівачів в теплових апаратах закладів ресторанного господарства, їх переваги і недоліки

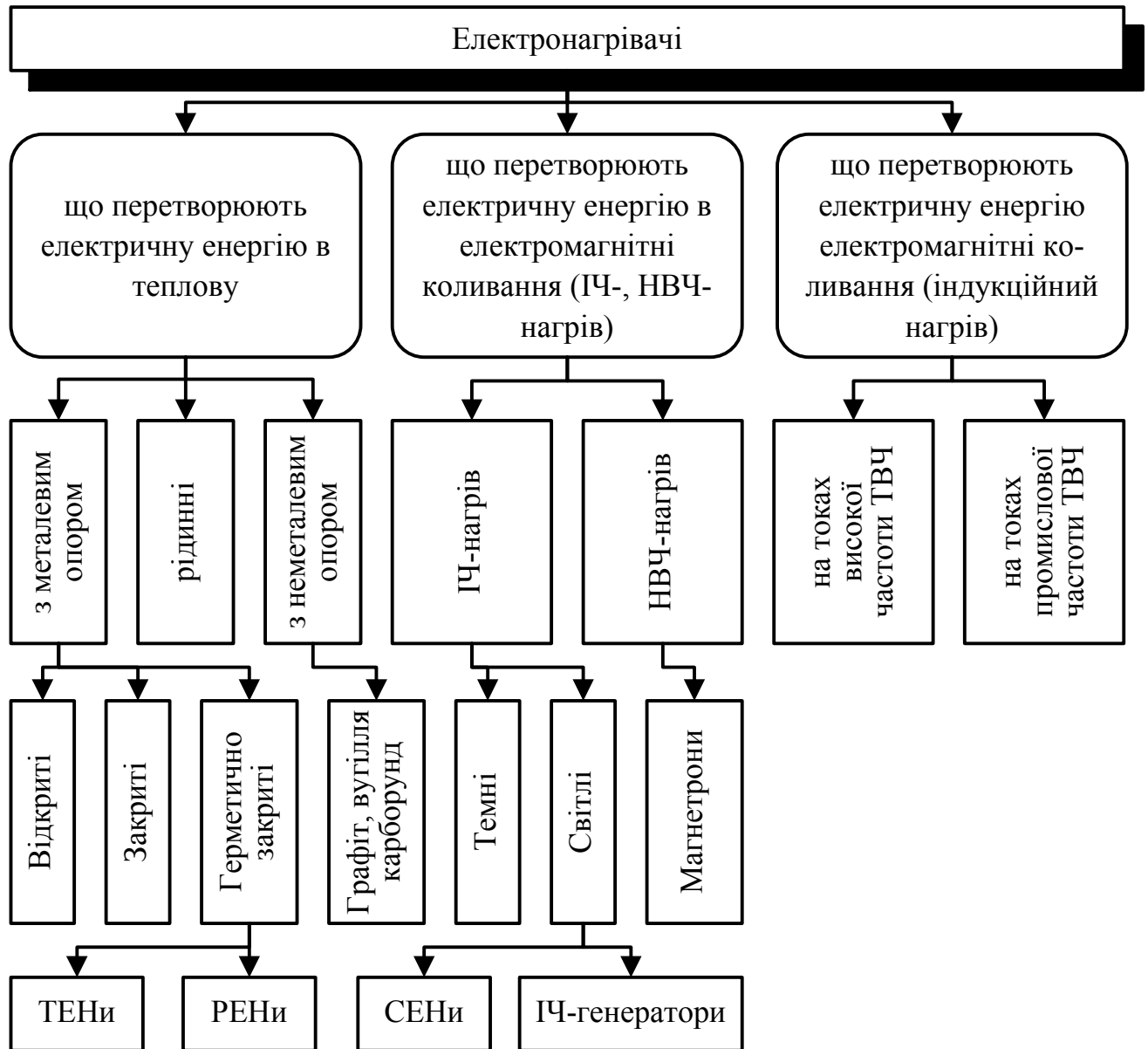


Нагрівачі фольгові плоскі НЭФ-ГК-1,1/110 та НЭФ-ГК-0,5/110 призначені для жаріння м'яса та м'ясопродуктів в контактних електрогрилях. Нагрівачі повинні складатись із наступних основних частин: резистивного елемента, електроізоляції та струмовводів.

Робоча напруга таких нагрівачів складає 110 В, потужність – 0,5...1,1 кВт

Переваги: високий коефіцієнт тепловіддачі, гнучка конструкція електронагрівачів

Недоліки: невелика потужність, обмеженість використання в конструкціях існуючих теплових апаратів



► **Відкриті електронагрівачі, їх будова, особливості та недоліки, сфера застосування**

Відкриті нагрівальні елементи представляють собою спіраль, яка поміщена в керамічні буси, або підвішені на фарфорових ізоляторах, або укладену в пази керамічних панелей. Передавання теплоти в них здійснюється переважно випромінюванням.

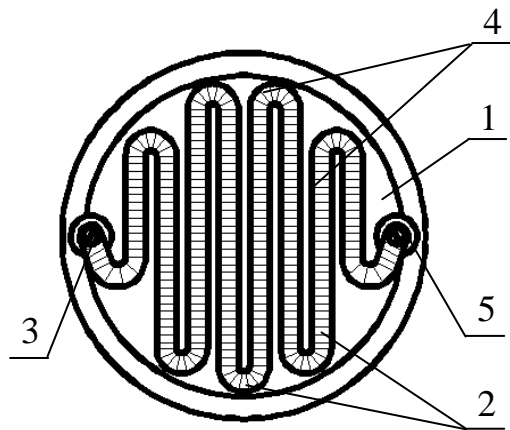


Рис. 6.4 Відкритий електронагрівач: 1 – кераміка; 2 – пази; 3, 5 – клеми; 4 – спіраль

Відкриті електронагрівачі розповсюджені в теплових апаратах незначно.

Недоліки: невеликий строк служби у порівнянні з закритими та герметично закритими нагрівачами, підвищена електро- та пожежебезпека.

Переваги: простота виготовлення, зручність заміни спіралі, добрі умови теплопередачі.

► Закриті електронагрівачі з доступом повітря



Закриті нагрівальні елементи являють собою спіраль, яку запресовано в електроізоляційну масу, що добре проводить теплоту, і поміщено в корпус, який запобігає їй від механічних пошкоджень, але не захищає від доступу повітря.

Електронагрівачі закритого типу знайшли широке використання в конфорках електроплит, електросковородах.

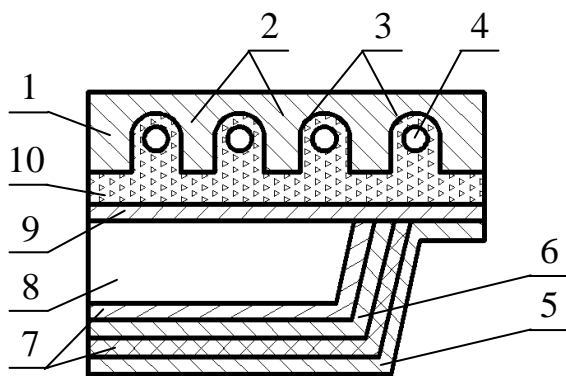


Рис. 6.5 Схема закритого нагрівального елемента:

1 – корпус; 2 – пази-канавки; 3 – стінки пазів; 4 – спіраль; 5 – теплоізолюючий кожух; 6 – листовий азбест; 7 – фольга; 8 – повітряний прошарок; 9 – екрануючий лист; 10 – ізоляційна маса

Недоліки: чуттєвість до тривалих перегрівів, спіраль стикається з повітрям і швидко окислюється.

Переваги: більш висока надійність і довговічність у порівнянні з відкритими нагрівальними елементами.

► Герметично закриті нагрівачі, їх характеристика.

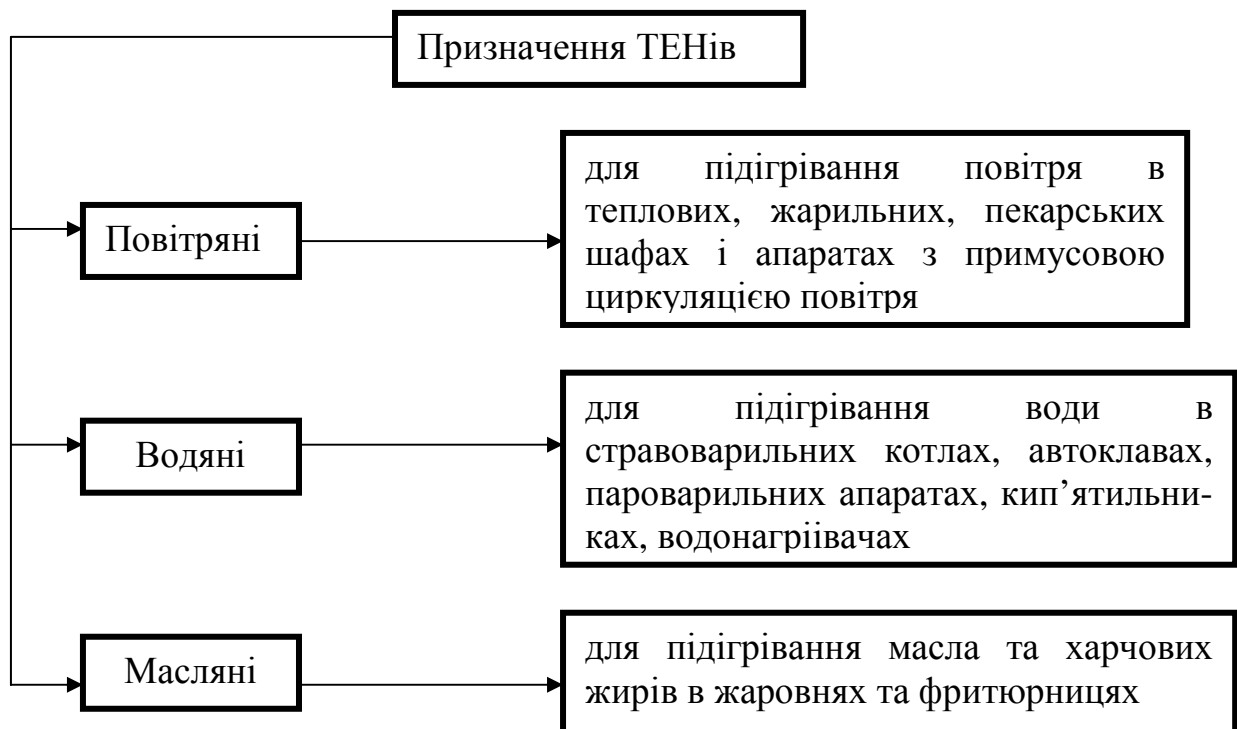


Герметично закриті трубчасті електронагрівачі (ТЕНи, РЕНи) отримали найбільш широке використання в теплових апаратах, які використовуються в закладах ресторанного господарства .

ТЭНи, які випускаються для теплових апаратів закладів ресторанного господарства, в основному розраховані на напругу 220 В. Вони випускаються потужністю від 0,2 до 4 кВт. У відповідності з ДОСТом на ТЭНи строк служби повинен складати від 6000 до 10000 годин. Встановлюють їх в апаратах індивідуально або блоками. ТЭНи повинні використовуватись тільки в тому середовищі, для якої вони призначені.

Недоліки: складність виготовлення та ремонтнездатність.

Переваги: компактність, великий строк служби, велика механічна міцність, зручність монтажу та експлуатації.



Розрахунок ТЕНів

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівнянь
1	2
$P_1 = \frac{P}{n_m}; P_1 = F \cdot W$	P – потужність апарата, Вт; P_1 – потужність одного ТЕНа, Вт; n_m – кількість ТЕНів, шт.; F – тепловіддача поверхня трубки, м ² ; W – питома поверхня потужність, Вт/м ²
$L_a = \frac{P_1}{\pi \cdot D \cdot W}$	L_a – активна довжина трубки, м; D – зовнішній діаметр трубки, м (від $6 \cdot 10^{-3}$ м до $16 \cdot 10^{-3}$ м з товщиною стінки $(0,5 \dots 2,0) \cdot 10^{-3}$ м)
$L = L_a + 2 \cdot L_{II}$	L – повна довжина ТЕНа після опресовки з урахуванням пасивних кінців, м; L_{II} – довжина пасивного кінця ТЕНа, м ($L_{II} \cong 0,5$ м)

1	2
$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \rho \cdot \frac{l}{s} = \frac{4 \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot d^2} = 1,27 \cdot \frac{\rho \cdot l}{d^2}$ $l = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot R_1}{4 \cdot \rho}$	U – напруга мережі, В; ρ – питомий опір матеріалу спіралі, Ом·м (для ніхрому в інтервалі температур 500...800 ⁰ С $\rho = 1,15...1,18$ Ом·м); l – довжина проволочки спіралі, м; s – площа поперечного перерізу проволочки, м ² ; d – діаметр проволочки спіралі. $d = (0,5...1,0) \cdot 10^{-3}$ м
$l_6 = 1,07 \cdot \pi \cdot (d_{cm} + d)$ $n = \frac{l}{l_6}$ $d_{cn} = 1,07 \cdot (d_{cm} + d)$	l_6 – довжина витку спіралі, м; 1,07 – коефіцієнт, що враховує збільшення діаметру спіралі під час зняття її із стрижня; d_{cm} – діаметр стрижня намотування спіралі, м (для $d = (0,5...0,7) \cdot 10^{-3}$ $d_{cm} = (6...9) \cdot d$; для $d = (0,8...1,0) \cdot 10^{-3}$ м $d_{cm} = (4...6) \cdot d$)
$h = \frac{L_a}{n}$	h – шаг намотування витків спіралі, м; n – кількість витків, шт
$K = \frac{h}{d}$	K – коефіцієнт щільності намотування
$a = d \cdot (K - 1)$	a – відстань між витками, м
$X = \frac{d}{D_6}; Y = \frac{d}{D_6}; Z = \frac{D_6}{d_6}$	D – внутрішній діаметр трубки ТЕНа, м

► Використання ІЧ-генераторів і магнетронів



Газовий ІЧ-випромінювач представляє собою газовий інжекційний безполумєневий палик. Поверхнею, що випромінює ІЧ-енєрєію, є панель насадки палика, яка збирається з керамічних плиток розміром 46×69×12 мм із наскрізними отворами діаметром 0,7-1,5 мм. Основна частина енерєії випромінювання генєрується в межах 1,0...3,5 мкм.

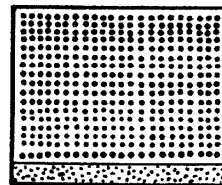
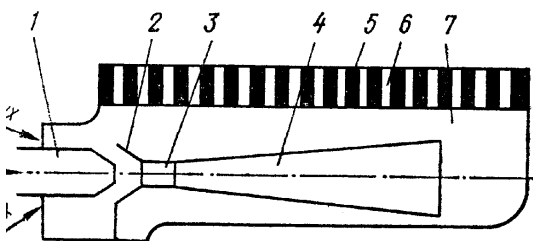


Рис. 6.6 Газовий ІЧ-випромінювач:

- 1 – сопло; 2 – конфузор;
- 3 – горловина; 4 – дифузор;
- 5 – насадка; 6 – канали;
- 7 – розподільна коробка



Основним елементом НВЧ-установки являється НВЧ-генератор – прилад, в якому електрична енергія постійного або перемінного струму перетворюється в енергію електромагнітного поля зверхвисоких частот.

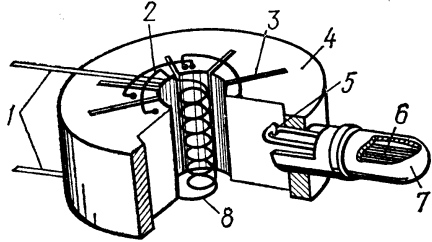


Рис. 6.7 Схема магнетрону:

1 – катодні ножки; 2 – мідні перемички; 3 – резонатори; 4 – анод; 5 – петля зв'язку; 6 – коаксиальна лінія; 7 – захисний діелектричний ковпак; 8 – катод



1. Опишіть теплогенеруючі пристрої для спалення твердого та рідкого палива.
2. За якими основними характеристиками класифікують газові пальники?
3. Що уявляють собою інжекційні газові пальники?
4. Дайте пояснення терміну «проскакування полум'я».
5. Які існують поверхневі теплообмінники? В конструкціях яких апаратів вони використовуються?
6. Якою є класифікація електронагрівачів?
7. З яких основних частин складається конфорка?
8. Де використовуються фольгові електронагрівачі?
9. Назвіть основні недоліки відкритих електронагрівачів.
10. Якими є переваги герметично закритих нагрівачів?
11. Що таке магнетрони і де вони використовуються?



1. Які колосники використовують під час спалювання крупнокускового та малозольного палива:
а) брусчаті; б) плиточці?
2. Що служить для вирівнювання концентрації та швидкісного поля суміші в інжекційному газовому пальнику:
а) сопло; г) горловина;
б) змішувач-інжектор; д) дифузор;
в) конфузор; ж) насадка?
3. Які поверхневі теплообмінники використовуються в автоклавах:
а) поглинені; г) рубашечні;
б) змійовикові; д) кожухотрубні;
в) однокорпусні; ж) ребристі?

ТЕМА 6. СХЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

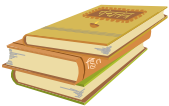
Лекція №1

План лекції

1. Системи розподілу газу. Внутрішня мережа газопроводу. Визначення втрат тиску під час його руху в газопроводі. Рівняння, що лежить в основі формул для розрахунку газопроводу. Визначення зведеної довжини газопроводу.

2. Паропостачання закладів ресторанного господарства, його схема і основні елементи. Паропровід та конденсатопровід, їх складові. Принципи роботи зворотнього клапану, водовідділювачів, компенсаторів. Визначення втрат тиску пари і діаметру паропроводу та конденсатопроводу.

3. Схема забезпечення теплових апаратів рідким паливом. Схема електропостачання закладів ресторанного господарства.



Література: [1, с. 163-203]; [2, с. 525 - 539]

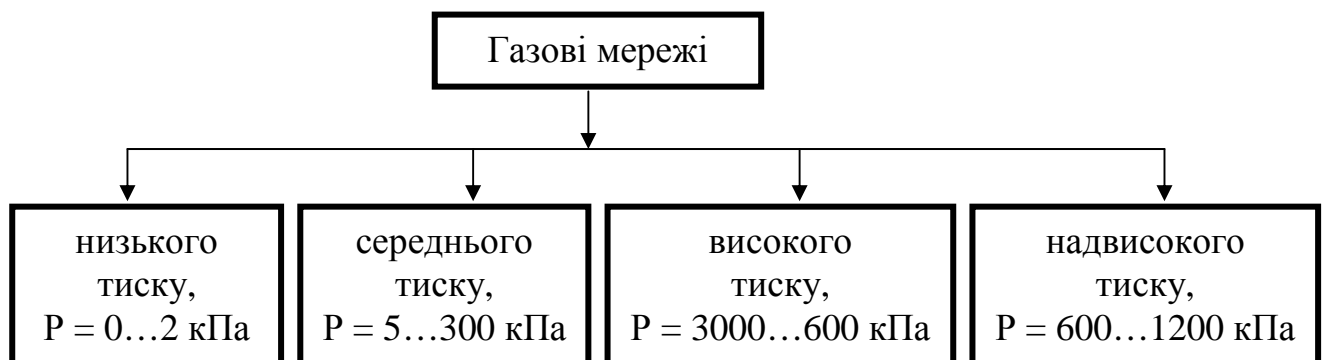
Ключові слова: газопровід, газопостачання, паропостачання, паропровід, конденсатопровід, зворотній клапан, конденсаційний горщик, водовідділювач, компенсатор, рідке паливо, електропостачання

► Системи розподілу газу. Внутрішня мережа газопроводу.



Системи газопостачання призначені для подачі пального газу до споживача. Вони повинні забезпечувати пропускання необхідної кількості газу за припустимих втрат тиску в трубопроводі, можливість підключення та відключення окремих споживачів без порушення газопостачання інших, а також безпечність роботи системи за умов правильної експлуатації.

В закладах ресторанного господарства допускається використовувати газ тільки низького тиску.



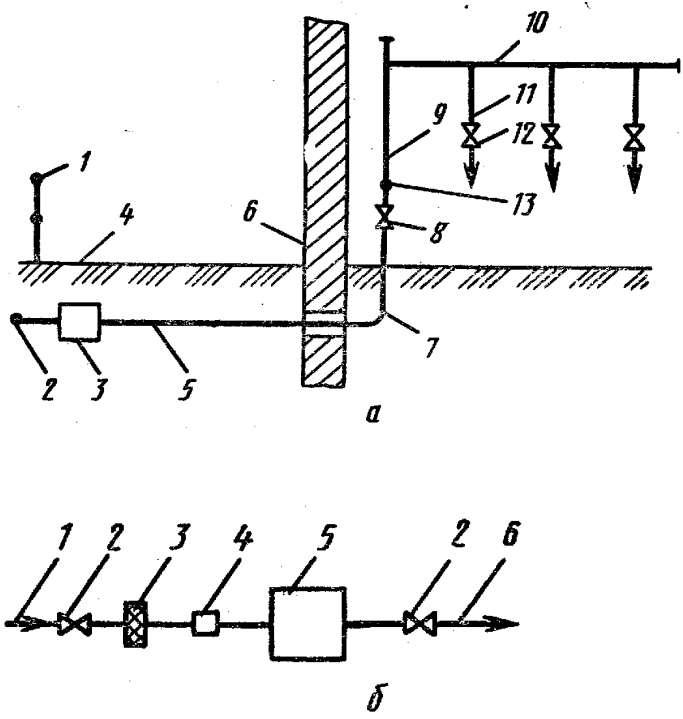
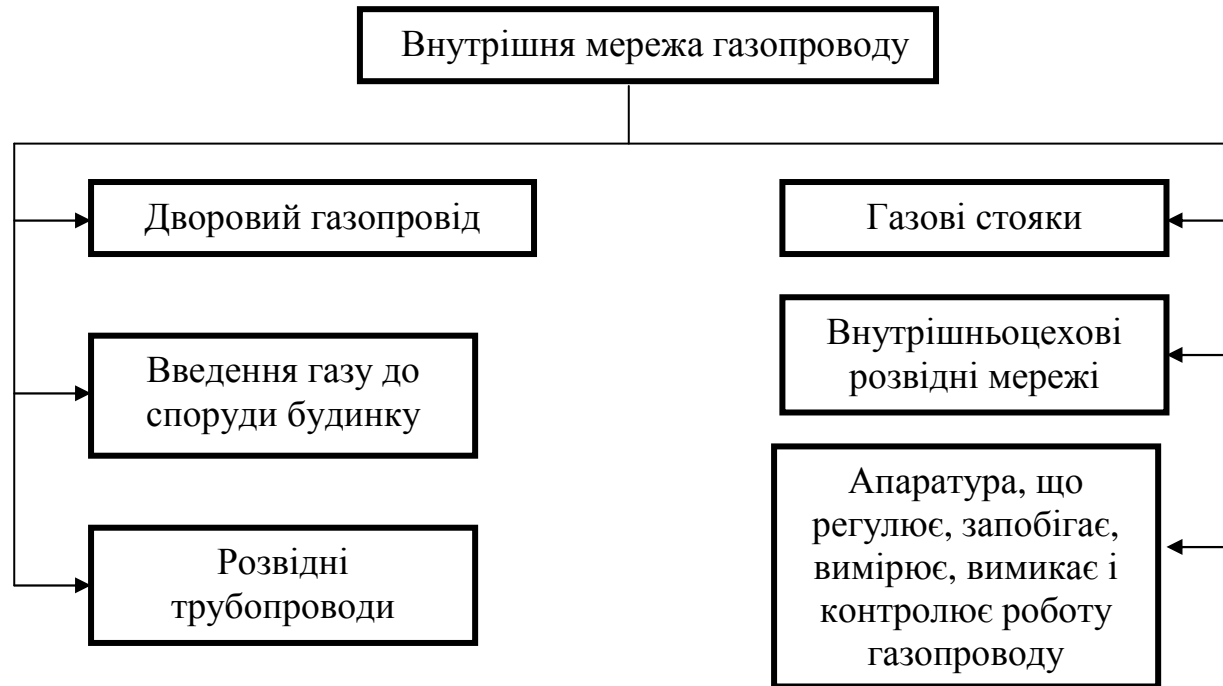


Рис. 6.1 Схема газопостачання закладів ресторанного господарства:
 а – схема газопроводу: 1 – огорожа території підприємства; 2 – міська мережа; 3 – пристрій вмикання-вимикання; 4 – рівень землі; 5 – підземний внутрішній газопровід; 6 – стіна будівлі; 7 – газовий ввід; 8 – запорні пристрої; 9 – газовий стояк; 10 – внутрішньоцеховий розвідний газопровід; 11 – газове підведення до теплового апарату; 12 – газовий кран перед тепловим апаратом; 13 – розвідний газопровід, що підводить газ до стояків;
 б – схема газорегуляторного пункту: 1 – газопровід середнього тиску; 2 – засувка; 3 – фільтр; 4 – запобіжний клапан; 5 – регулятор тиску; 6 – газопровід низького тиску



- **Визначення втрат тиску під час руху газу в газопроводі. Рівняння, що лежить в основі формул для розрахунку газопроводу. Визначення зведеної довжини газопроводу**

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівнянь
$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}$	$\Delta P, \Delta P_{\text{л}}, \Delta P_{\text{м}}$ - відповідно загальні втрати тиску під час руху робочого тіла, втрати тиску на подолання лінійних опорів, втрати тиску на подолання місцевих опорів, Па
$\Delta P_{\text{л}} = \lambda \cdot (l/d_e) \cdot (\rho \cdot w^2 / 2)$ $\Delta P = \sum_1^n \xi \cdot (\rho \cdot w^2 / 2)$	λ - коефіцієнт тертя; l - довжина прямої ділянки трубопроводу, м; d_e - еквівалентний діаметр труб, м; ρ - густина робочого тіла, кг/м ³ ; w - швидкість руху робочого тіла, м/с; $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів
$l_{\text{пр}} = l_2 + l_{\text{екв}}$	l_2 - геометрична довжина, м; $l_{\text{екв}}$ - еквівалентна довжина, м

- **Паропостачання закладів ресторанного господарства, його схема і основні елементи**



Пар для технологічних потреб закладів ресторанного господарства може поступати по мережах від промислових котельних та від центральних парогенераторів низького тиску, які встановлюються в будинку підприємства.

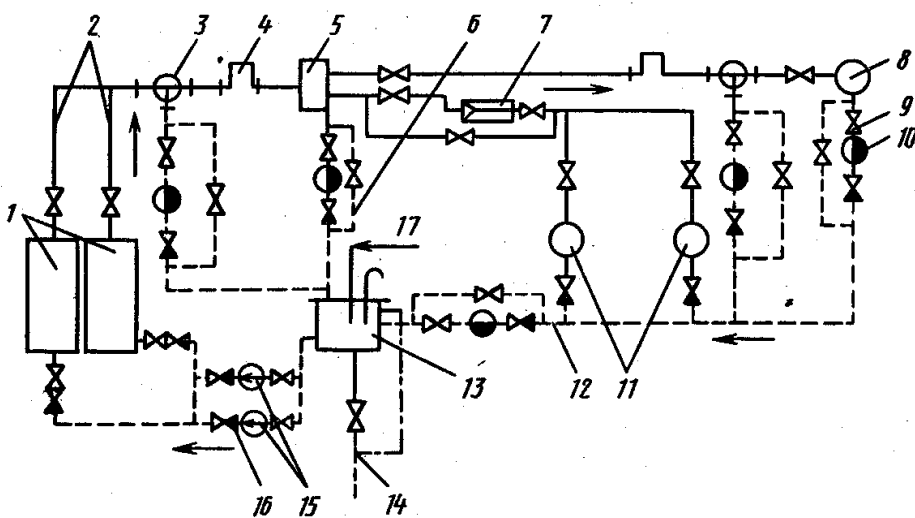
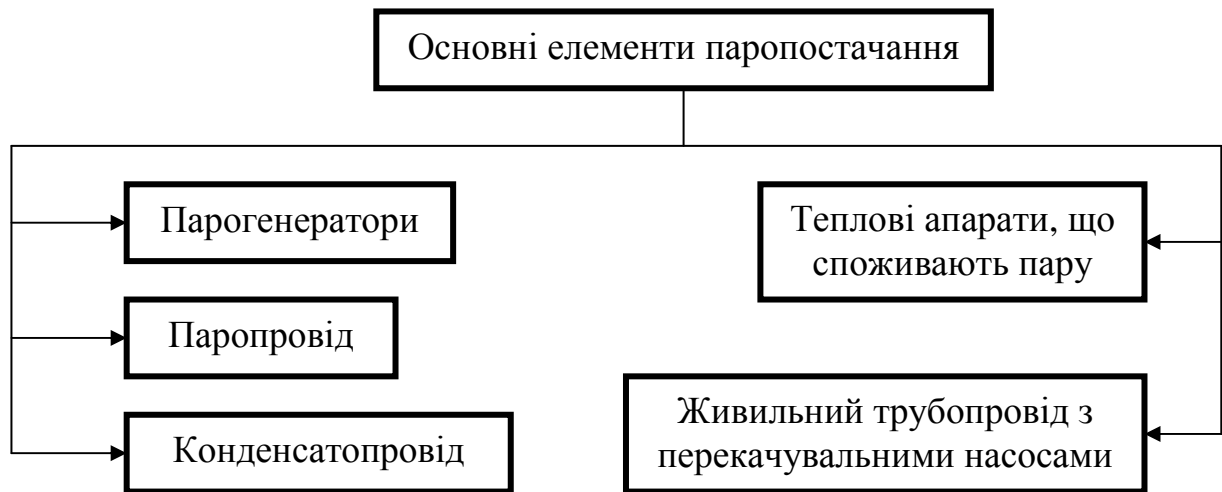


Рис. 6.2 Схема паропостачання закладів ресторанного господарства:

1 – котли; 2 – паропровід; 3 – водовідділювач; 4 – компенсатор; 5 – колектор; 6 – обвідна лінія; 7 – редуційний клапан; 8 – паровий апарат, тиск в рубашці якого перевищує 150 кПа; 9 – запірний вентиль; 10 – конденсатовідводник; 11 – паровий апарат, тиск в рубашці

якого дорівнює 150 кПа і нижче; 12 – конденсатопровід; 13 – конденсатний бак; 14 – зливний трубопровід; 15 – насоси; 16 – зворотні клапани; 17 – трубопровід підпитки.



► Паропровід та конденсатопровід, їх складові



Паропровід призначений для подачі пари від котла до паровикористовуючих апаратів. Він повинен забезпечувати розрахункову пропускну здатність пари за заданих втратах тиску, допускати вмикання і вимикання окремих апаратів без зупинення роботи системи в цілому, бути безпечним в експлуатації і працювати з мінімальними втратами теплоти, для чого паропровід ізолюють.

Паропровід складається з труб, які поєднані між собою у певному порядку фасонними частинами та арматурою.

Конденсатопровід призначений для відведення конденсату з камер паровикористовуючих апаратів в конденсатний бак. Він складається з труб, які поєднані між собою фасонними частинами таким чином, щоб утворився один безперервний канал

► Принципи роботи зворотнього клапану, водовідділювачів, компенсаторів



Зворотній клапан забезпечує течію робочого тіла (конденсату, пари) тільки в одному напрямку і являє собою камеру, в якій є перегородка з отвором, що закривається рухливим клапаном. Конденсат, потрапляючи під рухливий клапан, підіймає його і відчиняє прохід в конденсатопровід. Зворотній рух конденсату неможливий, тому що він буде давити на рухливий клапан зверху, перекидаючи шлях конденсату в зворотньому напрямку.

Водовідділювач являє собою сталеву судину циліндричної форми, яка встановлюється на паропроводі на шляху руху пари від котла до споживача. Проходячи крізь водовідділювач, пара нашоується на перегородки, які знаходяться у водовідділювачі, різко змінює свій напрямок, завдяки чому частки води, які мають велику густину, випадають з її потоку.

Компенсатори використовують за наявності значної довжини прямолінійних ділянок паропроводу. Найбільш широке використання знайшли гнуті компенсатори з цільнотягнутої сталеві труби, які мають П-подібну форму.

► **Визначення втрат тиску пари і діаметра паропроводу**

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівнянь
$d = 0,165 \cdot \left[D^{0,38} / (\Delta P \cdot \rho_{x.cер})^{0,19} \right]$ <p>Якщо відома швидкість руху пари по трубопроводу:</p> $d = \sqrt{4 \cdot D / \rho_{x.cер} \cdot 3600 \cdot \pi \cdot \omega}$	d – довжина коротких ділянок паропроводу, м; D – часова витрата пари, кг/год; $\rho_{x.cер}$ – густина пари, кг/м ³ ; ΔP – різниця тисків на початку та в кінці розрахункової ділянки, Па; ω – швидкість руху пари по трубопроводу, м/с
$\Delta P_{л} = 2 \cdot (\omega^2 / 2) \cdot \rho \cdot (l / d)$ $\Delta P_{м} = (\omega \cdot \rho / 2) \cdot \sum \xi$	$\Delta P_{л}$ і $\Delta P_{м}$ – втрати тиску на тертя та місцеві опори, Па; l – довжина ділянки, м; R – питома втрата тиску на тертя, кг/м ³ на пог. м; ξ – сума коефіцієнтів місцевих опорів

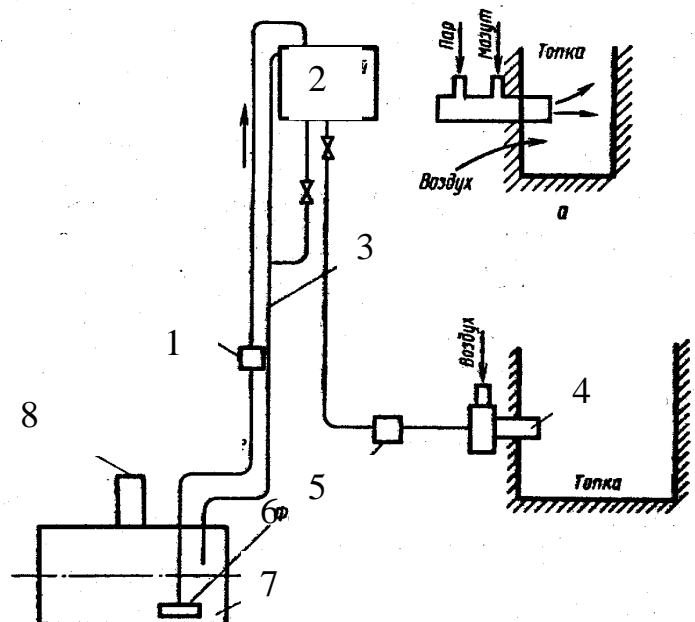
► **Визначення втрат тиску пари і діаметру конденсатопроводу**

Розрахункове рівняння	Складові елементи рівнянь
$d_{к} = 0,7 \cdot d_{н}$	$d_{к}$ – діаметр конденсатопроводу, м; $d_{н}$ – діаметр паропроводу, м
$H = 10 \cdot n \cdot \rho_{к} \cdot \eta$	n – вертикальна відстань між початковою та кінцевою точками конденсатопроводу, м; η – коефіцієнт, що враховує утворення парової емульсії; ρ – густина конденсату, кг/м ³

► **Схема забезпечення теплових апаратів рідким паливом**

Процес спалювання рідкого палива складається з наступних операцій: розпилення, випаровування крапель, пірогенетичне розкладення палива, утворення пальної суміші та її спалення.

Рис. 6.3 Принципова схема пристрою для спалювання рідкого палива: 1 – ручний насос; 2 – бак палива; 3 – зливна труба; 4 – форсунка; 5 – паливний насос; 6 – фільтр; 7 – резервуар для зберігання рідкого палива; 8 – вентиляційне відділення



► Схема електропостачання закладів ресторанного господарства

Схема електропостачання може бути роздільною та магістральною

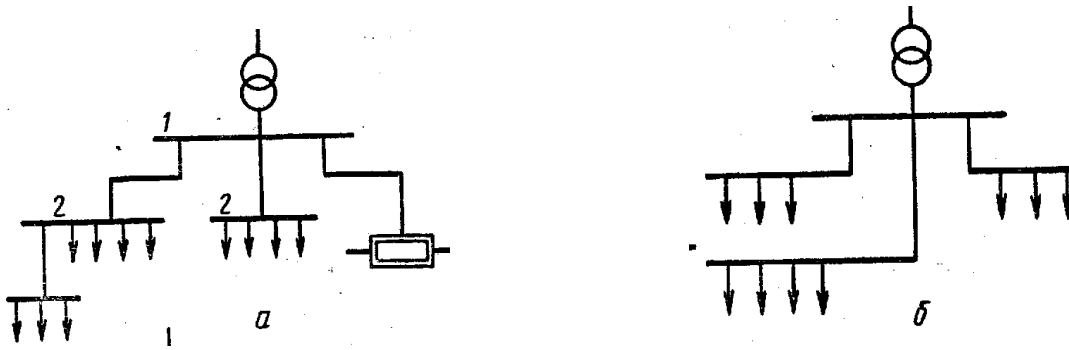


Рис. 6.4 Схеми електропостачання закладів ресторанного господарства:
а) радіальна: 1 – магістраль; 2 – розподільний пункт; б) магістральна



Радіальна схема передбачає підведення електроенергії до кожного споживача окремо.

Використання *магістральних схем* дає можливість відмовитися від розподільного щита та трансформаторної підстанції і здійснювати живлення безпосередньо за схемою трансформатор-магістраль.



1. Яким чином здійснюється розподіл газу в закладах ресторанного господарства ?
2. Яке рівняння є основним для розрахунку газопроводу?
3. З яких елементів складається схема паропостачання в підприємствах арчування?
4. В чому полягає принцип роботи зворотнього клапану, компенсаторів та водовідділювачів?
5. Як визначити втрати тиску пари в конденсатопроводі?
6. Охарактеризувати схему електропостачання закладів ресторанного господарства.
7. Газ якого тиску дозволяється використовувати у закладах ресторанного господарства ?

ТЕМА 7. АПАРАТИ НВЧ- ТА ІЧ-НАГРІВУ

Лекція №1

План лекції

1. Застосування апаратів НВЧ- та ІЧ-нагріву, їх класифікація, призначення, будова та сфери застосування. Номенклатура апаратів, що випускаються вітчизняною промисловістю та провідними світовими виробниками.

2. Класифікація і характеристика грилів. Особливості конструкції грилів карусельного, контактного, роликового, лавового типу, “саламандер”. Шашличні пічі, тостери, ростери, їх конструктивні особливості, правила експлуатації. Перегляд конструкцій апаратів закордонного виробництва, переваги та недоліки.

3. НВЧ-апарати періодичної та безперервної дії. НВЧ-пічі із вбудованим грилем. Особливості експлуатації НВЧ- та ІЧ-апаратів.



Література: [1, с. 395 - 407]; [2, с. 343 - 361]; [4]; [6]

Ключові слова: НВЧ-нагрів, ІЧ-нагрів, гриль, шашлична піч, тостер, ростер.

- **Застосування апаратів НВЧ- та ІЧ-нагріву, їх класифікація, призначення, будова та сфери застосування**



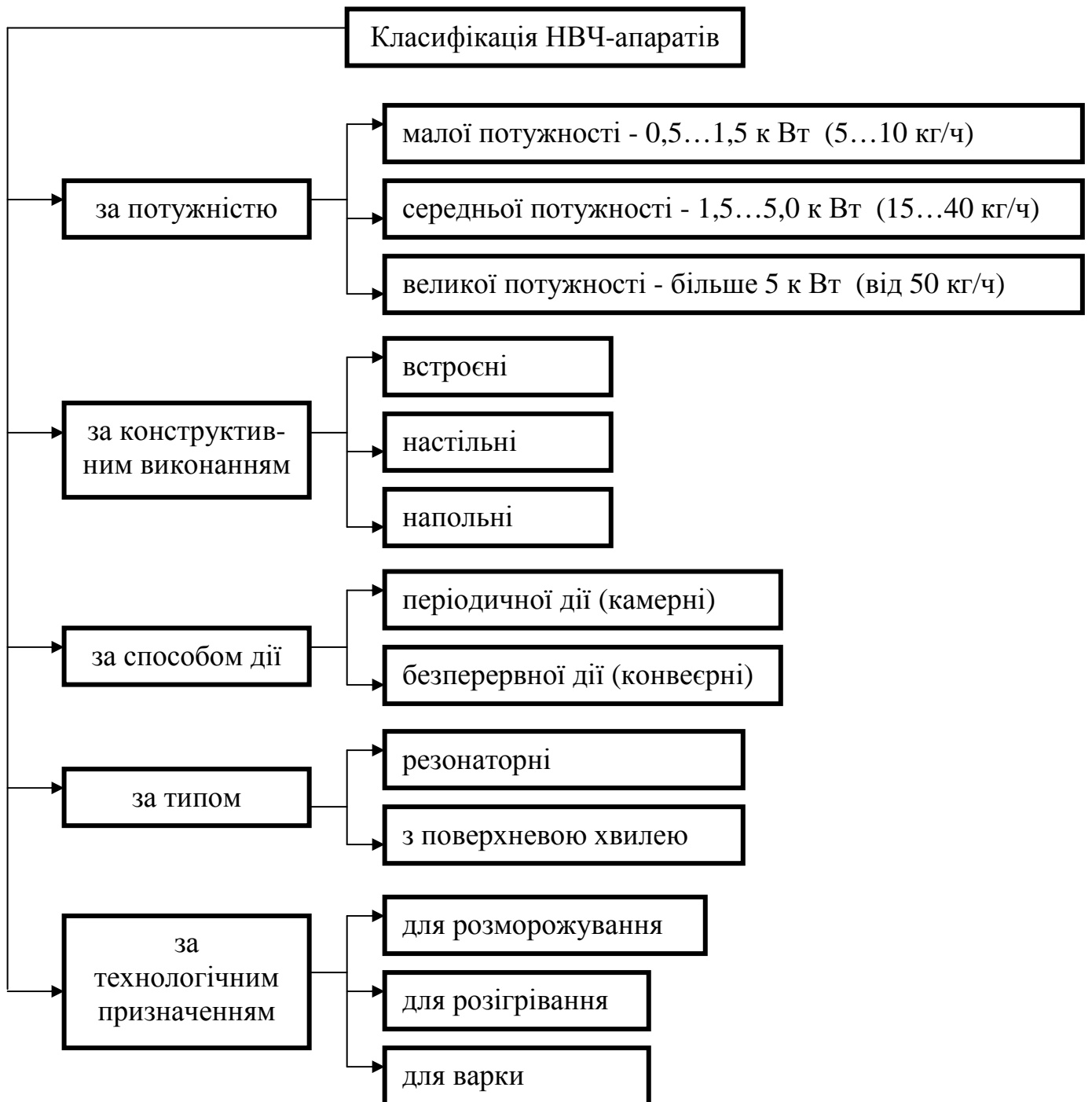
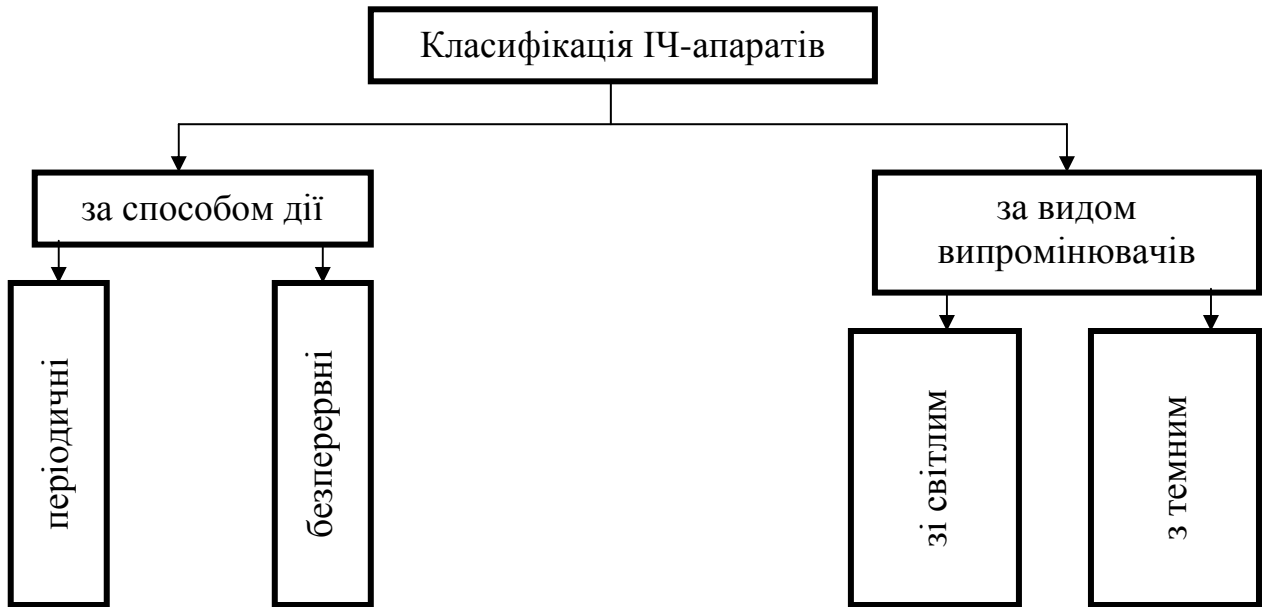
ІЧ-нагрів застосовується в закладах ресторанного господарства для приготування м'ясних, рибних, овочевих виробів, птиці, підігріву бутербродів, перших та других блюд.

Загальними елементами апаратів з ІЧ-нагрівом є робоча камера, ІЧ-випромінювачі, транспортуючий орган, прибори регулювання температурного режиму в камері. ІЧ-нагрівачі застосовуються в таких апаратах, як печі шашличні, грилі електричні, конвеєрні печі, обжарювальні агрегати.

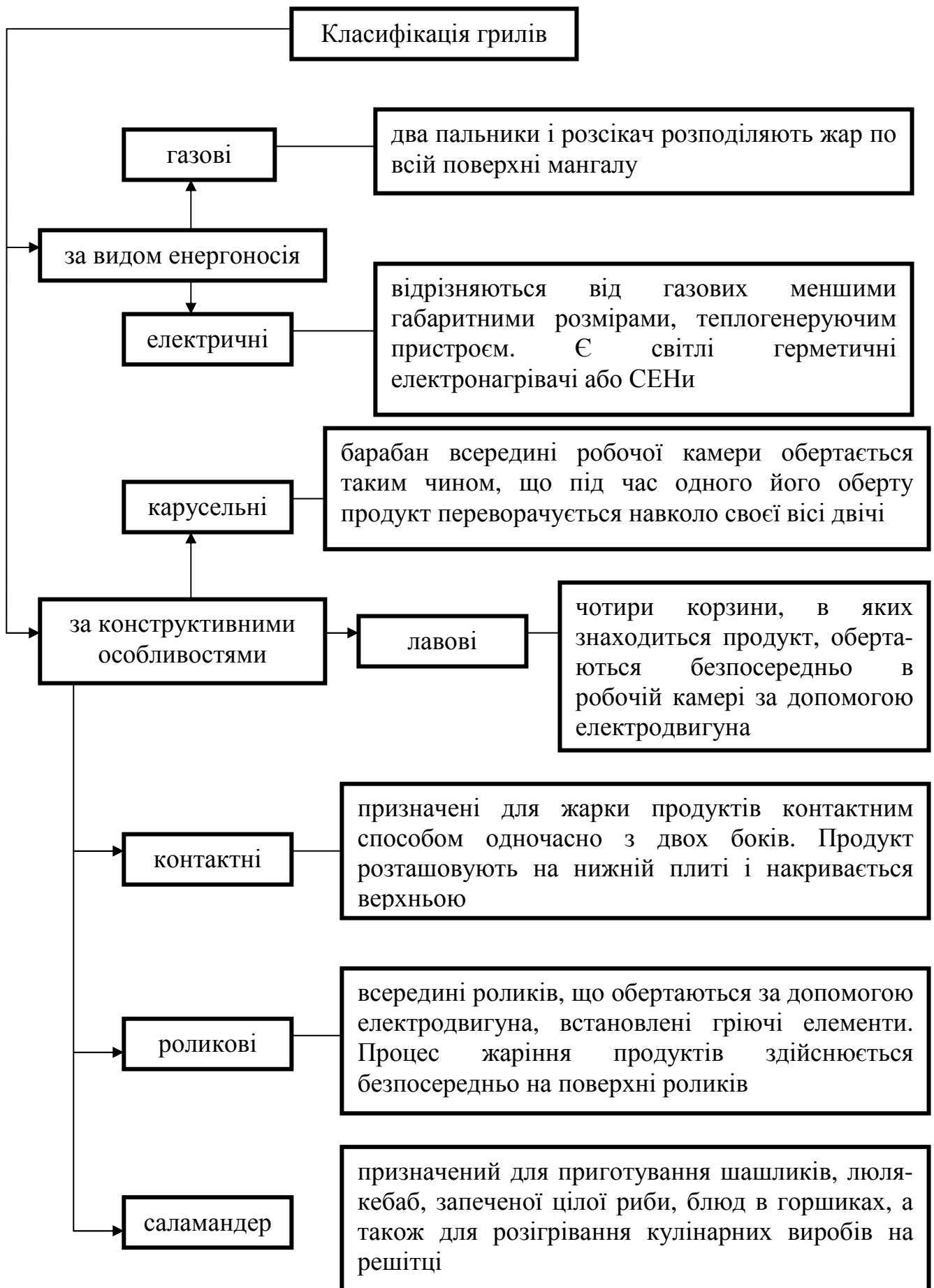


НВЧ-апарати призначені для швидкого розморожування, розігрівання та приготування їжі, а також виконання деяких технологічних процесів в харчовій промисловості (сушіння, екстрагування, розморожування).

Всі НВЧ-апарати періодичної дії складаються із джерела живлення (НВЧ-генератор, хвилевід), робочої камери, допоміжних елементів, які забезпечують рівномірність нагрівання, та пристрою керування роботою апарата.



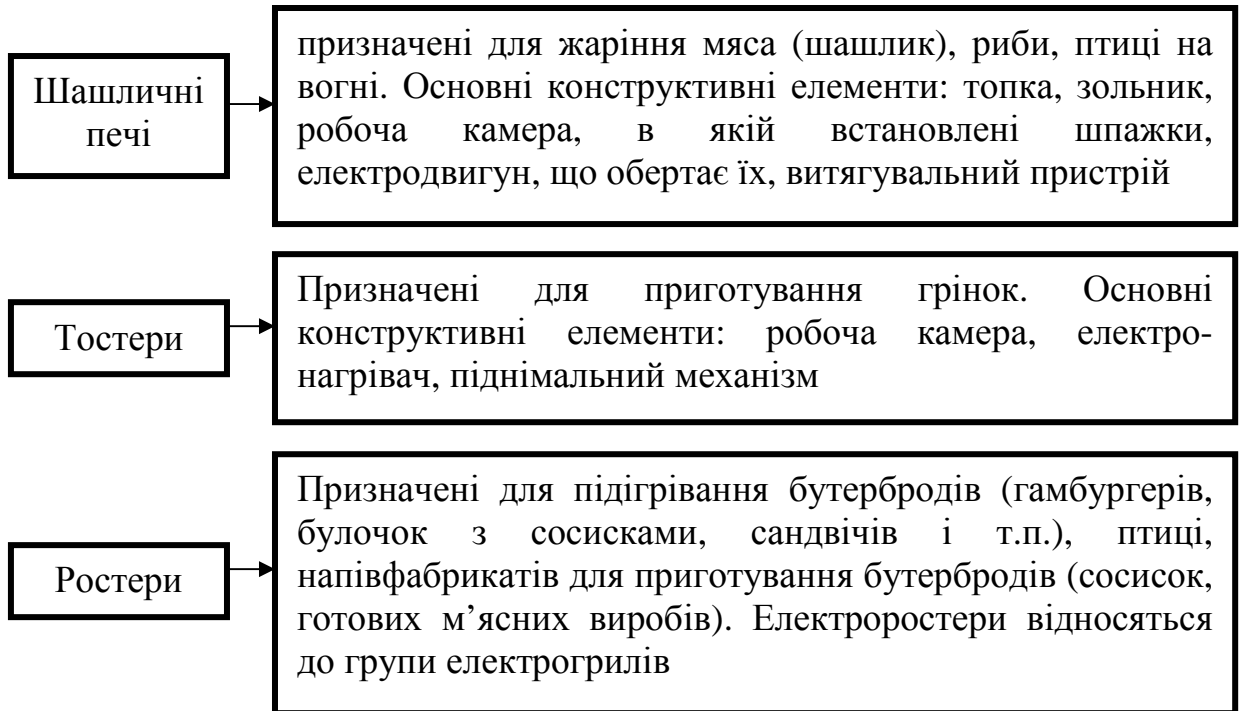
► **Класифікація і характеристика грилів. Особливості конструкції грилів карусельного, контактного, роликового, лавового типу, «саламандер»**





Грилі призначені для приготування у невеликих закладах ресторанного господарства страв з м'яса та птиці, рибних та овочевих напівфабрикатів, гамбургерів, хот-догів тощо

► Шашличні пічі, тостери, ростери, їх конструктивні особливості



► Перегляд конструкцій апаратів закордонного виробництва



Рис. 7.1 Зовнішній вигляд грилю контактного типу

Гриль контактного типу (рис. 7.1) виробництва фірми Kovinastroj Gastronom (Словенія) призначений для жарки м'ясних, рибних та овочевих напівфабрикатів одночасно з двох боків. Гриль виконаний із нержавіючої сталі. Складається з корпусу, на якому жорстко закріплена нижня стальна плита, яка має дві робочі поверхні – гладку та ребристу. Жарильні поверхні виконані із чавуна і мають незалежні нагрівачі.

Гриль «Саламандер» (рис. 7.2) виробництва фірми Kovinastroj Gastronom (Словенія) призначений для приготування шашликів, люля-кебаб, запеченої цілої риби, блюд в горщиках, а також для розігрівання кулінарних виробів на решітці. Гриль виготовлений із нержавіючої сталі і складається з 2-х частин. Верхня частина із вбудованими в неї нагрівальними елементами



Рис. 7.2 Зовнішній вигляд грилю «Саламандер»

(дві кварцеві трубки, які мають температуру випромінювача до 1050 °С) має спроможність рухатися. Нижня частина грилю нерухома, в ній встановлено чотири ІЧ-нагрівача. Регулюючи зазор між верхніми нагрівальними елементами і продуктом, який розміщений на решітці, змінюють інтенсивність його теплової обробки.

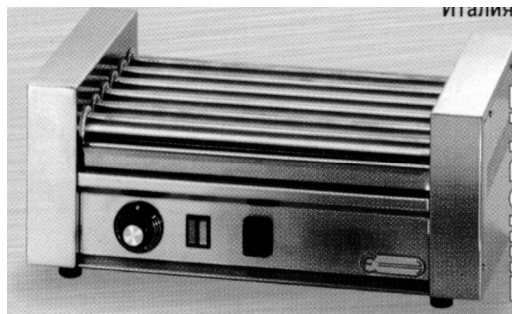


Рис. 7.3 Зовнішній вигляд грилю роликового типу

Гриль роликовий фірми CF (Італія) (рис. 7.3) виготовлений із нержавіючої сталі. Призначений для смажіння сосисок або ковбасок. Ролики, що обертаються за допомогою електродвигуна, мають ізольовані нагрівальні елементи. Температура нагрівання поверхні роликів регулюється за допомогою ручки, яка розташована на лицевій частині.

Електротостери Ровлетт (7.4) виробництва фірми «METOS» (Фінляндія) призначені для приготування грінок. Конструкція апаратів виконана із нержавіючої сталі. Тостери Ровлетт мають піднімальний механізм для грінок. В нижній частині встановлений знімний піддон. Температура в робочій камері регулюється за допомогою регулятора, який розташований на лицевому боці тостера.

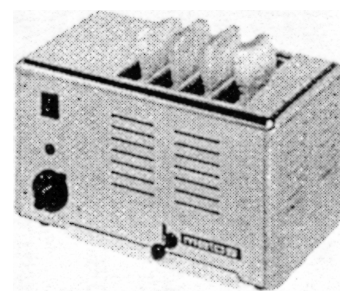


Рис. 7.4 Зовнішній вигляд електротостера

► **НВЧ-апарати періодичної та безперервної дії. НВЧ-пічі із вбудованим грилем. Особливості експлуатації НВЧ- та ІЧ-апаратів**



НВЧ-шафи періодичної дії складаються з трьох основних блоків: високочастотного генератора з робочою камерою, випрямляча, блоку живлення та ланцюгів керування.

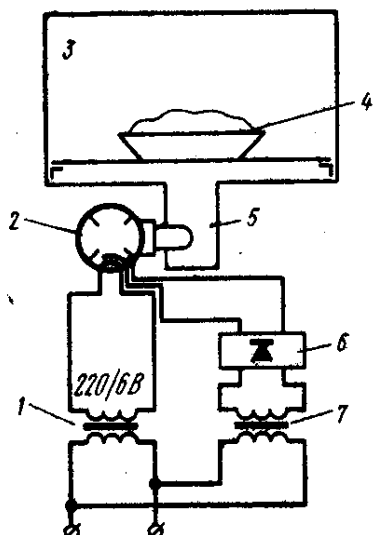


Рис. 7.5 Принципова схема НВЧ-шафи: 1 – нагнітальний трансформатор; 2 – магнетрон; 3 – робоча камера; 4 – продукт, що обробляється; 5 – хвилевод; 6 – випрямовувач; 7 – анодний трансформатор

Змінний струм з мережі підводиться до ланцюга накалу магнетрону через понижуючий трансформатор (220/6 В). Через підвищувальний трансформатор (220/4000 В) та випрямляча постійний струм подається до анодного ланцюга магнетрону. НВЧ-енергія через хвилевід подається до робочої камери, в якій знаходиться продукт, що підлягає обробці.

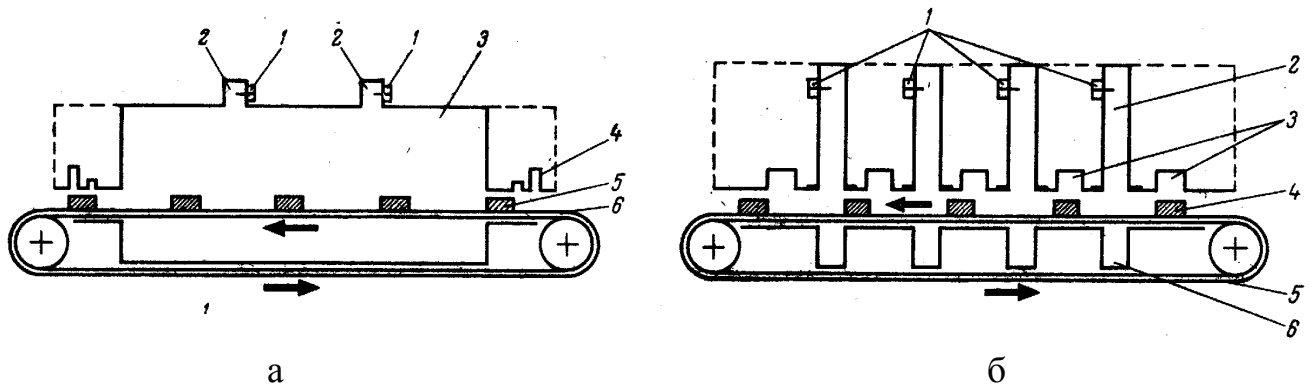


Рис. 7.6 Схема НВЧ-установки безперервної дії:

а – робоча камера типу об'ємний резонатор: 1 – НВЧ-генератори; 2 – хвилеводи; 3 – робоча камера; 4 – спеціальні пристрої, які перешкоджають витоку НВЧ-поля; 5 – харчові продукти; 6 – конвеєрна стрічка;

б – робоча камера з параболічним випромінювачами: 1 – НВЧ-генератори; 2 – параболічні випромінювачі; 3 – пристрої, які забезпечують розв'язку між окремими генераторами та перешкоджають витоку НВЧ-поля; 4 – харчові продукти; 5 – конвеєрна стрічка; 6 – навантаження

► НВЧ-печі з вбудованим грилем



НВЧ-печі з вбудованим грилем – комбіновані пічі, що виконує функції двох апаратів: мікрохвильової печі та грилю.

Такі печі складаються з наступних частин: корпусу, робочої камери, в середині якої знаходяться полки для встановлення на них посуду з продуктом, магнетрону з хвилеводною системою, вентилятора для охолодження магнетрону, термовимикача, який забезпечує піч від можливого перегрівання, блока керування та вводу інформації, кварцового гриля, який можна використовувати як будь-який інший гриль незалежно від мікрохвильового режиму роботи. В режимі «гриль» можливе швидке приготування м'ясних продуктів, птиці, тостів, сосисок, риби та ін.

Під час підготовки до роботи піч необхідно встановити в захищеному від попадання прямих променів сонця місці. Відстань від найближчих предметів (стіни, полки, апаратів і т.д.) до верхньої площини печі з вентиляційними отворами повинна бути не менше 10 см. Це забезпечує доступ повітря, яке необхідне для нормальної роботи печі.

► Особливості експлуатації НВЧ- та ІЧ-апаратів



Перед початком роботи необхідно ретельно вивчити будову НВЧ-апаратів, правила експлуатації та техніки безпеки.

НВЧ-апарати малої потужності не потребують спеціального підключення та заземлення. Вони встановлюються на столі й підключаються до розетки з напругою 220 В. НВЧ-апарати середньої потужності підключаються до мережі у відповідності з вимогами ПУЕ. Для захисту зовнішнього середовища від блукаючих (тих, що стоять) хвиль магнетрон, хвилевод та робоча камера поміщаються у захищений корпус. Система керування мікрохвильовими процесами виноситься на одну з панелей корпусу.

Основними вимогами техніки безпеки під час експлуатації НВЧ-обладнання являються наступні:

- категорично забороняється вмикати піч в роботу при знятій кришці корпусу (або відкритій дверці);
- не треба самостійно здійснювати ремонт печі;
- забороняється використовувати фольгу, металевий посуд або посуд з металевим покриттям, в тому числі з декоративним малюнком, що виконано металізованою фарбою;
- для забезпечення надійної роботи магнетрону необхідно підтримувати стабільний режим живлення, відносну рівномірність навантаження та постійне охолодження анодного блоку. В печах резонаторного типу не допускається холостий хід.

Якщо піч не вмикається і продукт, що розміщений в робочій камері, не нагрівається, необхідно:

- перевірити запобіжник;
- щільніше прижати кришку, а при необхідності підігнути язичок замка, який натискає на мікрореле в заскочці.



Під час використання ІЧ-випромінювання для термообробки м'ясних кулінарних виробів тривалість процесу у порівнянні з традиційним способом обробки зменшується на 40...60%, питомі витрати енергії зменшуються на 20...60%, а вихід готової продукції збільшується на 10...16%.

Режимні параметри термообробки залежать від виду кулінарних виробів і термодинамічних характеристик генераторів ІЧ-випромінювання. Якщо потрібно, наприклад, зробити інтенсивну термообробку виробів з м'яса за всією товщиною, не надаючи до поверхневої коринки особливих вимог, то віддають перевагу генератору, максимальне випромінювання котрого відповідає області високої проникності виробів, що підлягають обробці. Для забезпечення відносно швидкого прогрівання виробу за всією товщиною з утворенням коринки доцільно використовувати генератори у вигляді спіралі в кварцовій трубці.



1. Класифікація, призначення, будова та сфери застосування НВЧ- та ІЧ-апаратів.
2. Класифікація і характеристика грилів.
3. Особливості конструкції грилів карусельного, контактного, роликового, лавового типу, «саламандер».
4. Перегляд конструкцій апаратів закордонного виробництва, їх переваги та недоліки.
5. НВЧ-апарати періодичної дії, особливості їх експлуатації.
6. НВЧ-апарати безперервної дії, особливості їх експлуатації.
7. Особливості експлуатації ІЧ-апаратів.



1. Який вид нагрівання застосовується в грилях:
 - а) поверхневий за рахунок теплопередавання;
 - б) обсяговий за рахунок енергії випромінювання?
2. Який вид нагрівання застосовується в НВЧ-апаратах:
 - а) поверхневий;
 - б) об'ємний?
3. За яким ознаками відрізняються одне від одного шашличні печі, ростери, тостери:
 - а) способом нагрівання;
 - б) конструктивними особливостями;
 - в) технологічним призначенням;
 - г) всіма вище зазначеними?

Тема 8. СТРАВОВАРИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ

Лекція №1

План лекції

1. Номенклатура, технологічне призначення, сфера застосування, класифікація та техніка безпеки стравоварильних апаратів.

2. Будова, особливості конструкцій, арматура та контрольно-вимірювальні прилади стравоварильних котлів і автоклавів. Правила експлуатації стравоварильних котлів.

3. Пароварильні шафи. Теоретичні передумови. Номенклатура, призначення, сфери застосування, експлуатація, будова, принцип дії, принципові схеми.

4. Кавоварки періодичної та безперервної дії, їх номенклатура. Будова, призначення, принцип дії, правила експлуатації. Способи приготування кави і гарячих напоїв. Основна технологічна мета. Експрес-кавоварки рожкового типу, напівавтоматичного та автоматичного типу, їх конструктивна характеристика.

5. Вузькоспеціалізовані варильні апарати: сосисковарки, пельменеварки, макароніварки. Особливості їх будови та експлуатації.

6. Автоматизація теплового устаткування, що обігрівается газом. Електричні та пневматичні системи безпеки та регулювання.

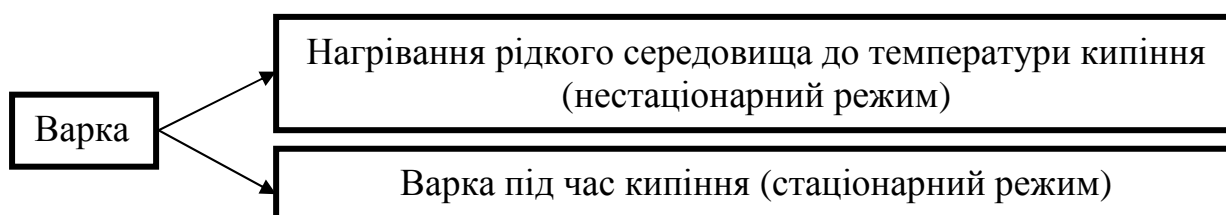


Література: [1, с. 241 - 300]; [2, с. 218 - 277]; [3]; [4]; [6]

Ключові слова: стравоварильний апарат, арматура, контрольно-вимірювальні прилади, автоклав, кавоварка, сосисковарка, пельменеварка, макароніварка, безпека регулювання.

► *Номенклатура, технологічне призначення, сфера застосування, класифікація та техніка безпеки стравоварильних апаратів*

Стравоварильні апарати призначені для варіння бульйонів, гарнірів, каш. Варка – це нагрівання продуктів в бульйоні, воді, молоці, атмосфері насиченої пари до стану кулінарної готовності за атмосферного або підвищеного тиску. Швидкість прогрівання продуктів в процесі варка залежить від теплофізичних властивостей середовища, що гріє, та продукту, що нагрівається, форми і розмірів продукту, режимів тиску та температури середовища, що гріє.



► *Будова та особливості конструкції котлів*

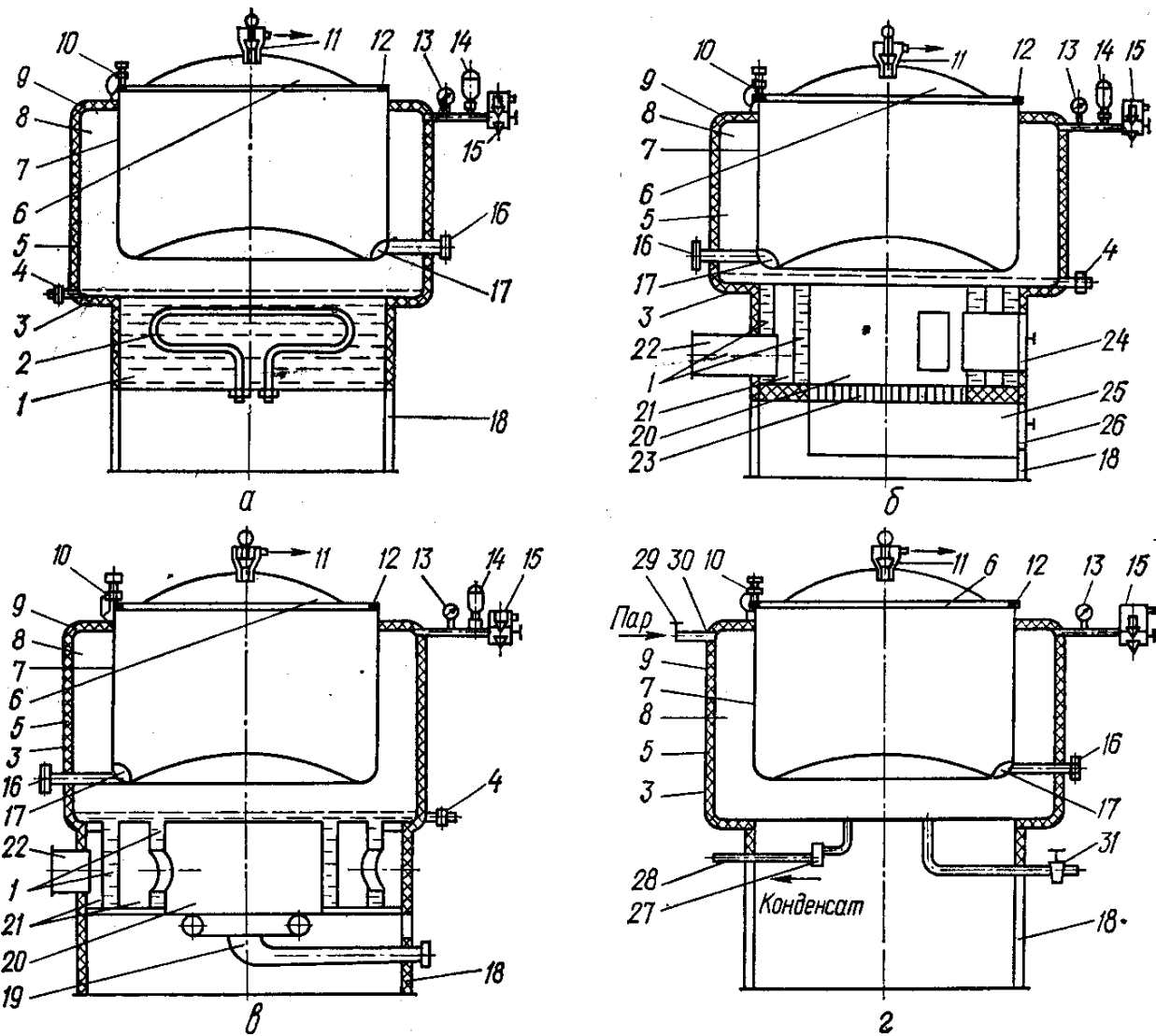


Рис. 8.1 Стравоварильні котли з непрямим обігрівом: а – електричний, б – твердопаливний, в – газовий, г – паровий: 1 – парогенератор; 2 – ТЕН; 3 – теплова ізоляція; 4 – кран рівня; 5 – зовнішній котел; 6 – кришка; 7 – варильна судина; 8 – пароводяна рубашка; 9 – кожух; 10 – відкидний болт; 11 – клапан-турбинка; 12 – прокладка; 13 – манометр; 14 – наповнювальна воронка; 15 – подвійний запобіжний клапан; 16 – зливний кран; 17 – сітка; 18 – основа; 19 – газовий пальник; 20 – камера згорання; 21 – кільцевий газохід; 22 – патрубок для відведення продуктів згорання; 23 – колосникова решітка; 24 – дверцята камери згорання; 25 – зольник; 26 – дверцята зольника; 27 – конденсаційний горщик; 28 – конденсатопровід; 29 – вентиль на паропроводі; 30 – паропровід; 31 – продувний кран

► **Будова та особливості конструкцій автоклавів**

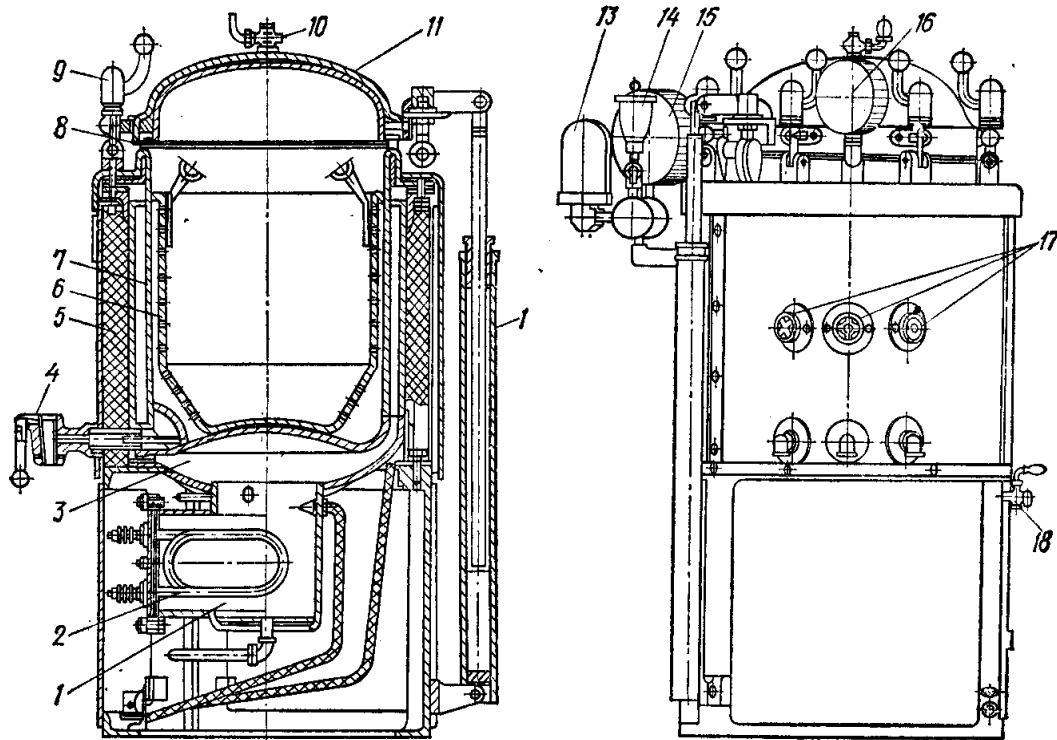


Рис. 8.2 Автоклав АЭ-1:

1 – парогенератор; 2 – нагрівальний елемент (ТЕН); 3 – пароводяна рубашка; 4 – кран зливний; 5 – теплоізоляція; 6 – сітка завантажувальна; 7 – варильна судина; 8 – резинова прокладка; 9 – відкидний болт; 10 – кран для спуска пари; 11 – кришка; 12 – проти вантаж; 13 – подвійний запобіжний клапан; 14 – заливна воронка; 15 – електроконтактний манометр; 16 – мановакуумметр; 17 – вентилі; 19 – кран рівня

► **Арматура та контрольно-вимірвальні прилади стравоварильних котлів і автоклавів**

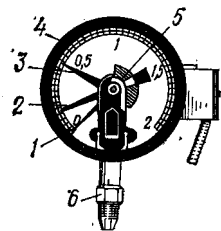


Рис. 8.3 Електроконтактний манометр:

1, 3 – задаючі стрілки нижньої та верхньої межі тисків; 2 – вказувальна стрілка; 4 – шкала; 5 – гніздо під ключ; 6 – штуцер

Призначений для контролю за тиском в пароводяній рубашці, а також для автоматичного підтримування тиску в пароводяних рубашках котлів з електричним і газовим обігрівом.

Рис. 8.4 Клапан-турбінка:

1 – кришка котла; 2 – шпindel з кільцем; 3 – фіксатор; 4 – обмежник; 5 – корпус; 6 – штуцер для приєднання до паровідводу; 7 – клапан (турбінка); 8 – відбивач

Призначений для запобігання підвищення тиску пари більше 2,5 кПа та відведення його з варильної судини.

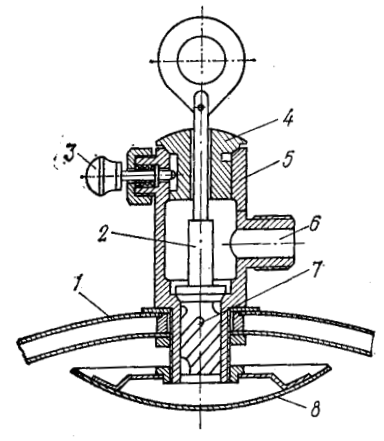


Рис. 8.5 Подвійний запобіжний клапан:

1 – ручка повітряного крану; 2 – кожух; 3 – вантаж; 4 – паровий клапан; 5 – корпус; 6 – важіль підриву вакуумного клапана; 7 – вакуумний клапан

Складається з парового та вакуумного клапанів. Паровий клапан випускає пару з рубашки апарата в атмосферу у випадку, якщо тиск його перевищує припустиму межу (150 кПа). Вакуумний клапан відкривається в той час, коли виникає вакуум в рубашці котла. Повітряний клапан служить для випускання повітря з рубашки котла в період його розігрівання.

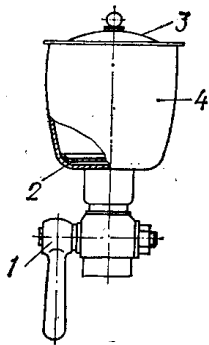
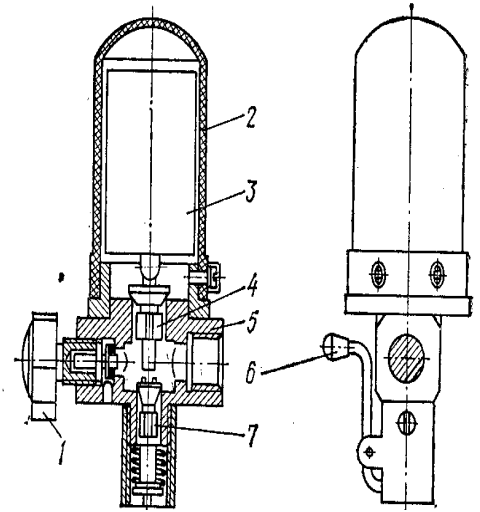
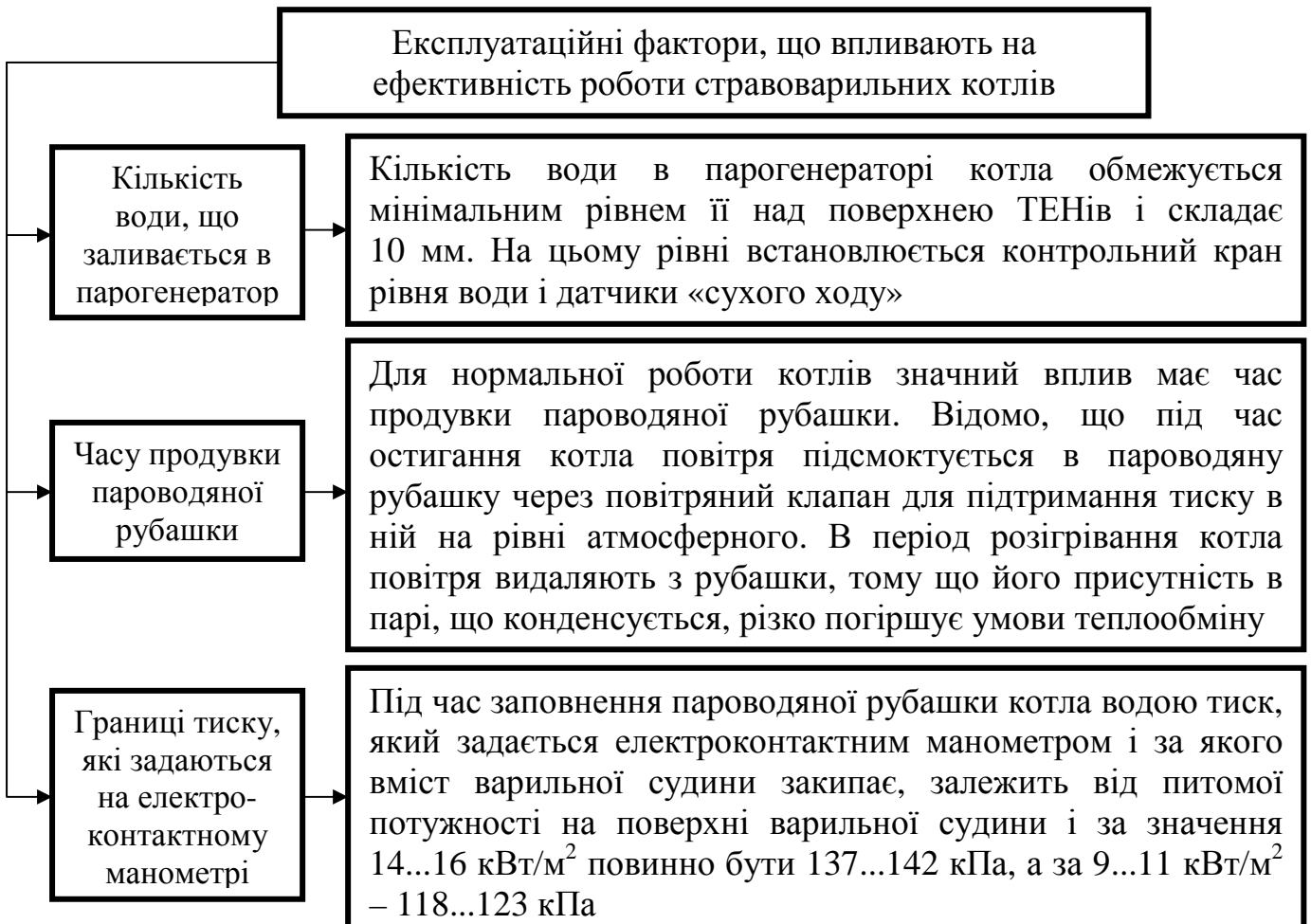


Рис. 8.6 Заливна воронка:

1 – кран; 2 – сітка; 3 – кришка; 4 – стакан

Застосовується для заповнення парогенератора водою та оснащена запірним краном, фільтруючою сіткою та кришкою. У котлів, що не мають повітряного крану, запірний кран заливної воронки служить для випуску повітря з пароводяної рубашки.

► **Експлуатаційні фактори, що впливають на ефективність роботи стравоварильних котлів**



► **Пароварильні шафи. Теоретичні передумови. Номенклатура, призначення, сфери застосування, експлуатація, будова, принцип дії**



Пароварильні шафи – це апарати, в яких процес приготування продуктів оснований на використанні гострої вологої пари. Пара, конденсуючись на поверхні продуктів, прогріває їх до стану кулінарної готовності. При цьому харчова цінність продуктів зберігається в більшому ступені, ніж під час теплової обробки в воді, за рахунок значного зниження вилуджування мінеральних речовин. Крім того, продукти, що підлягають обробці паром, здобувають специфічний смак і аромат, скорочується час їх теплової обробки.

Апарати пароварильні електричні секційні модульовані АПЭСМ-1, АПЭСМ-2 мають аналогічну будову і розрізняються кількістю секцій: у АПЭСМ-1 – одна, у АПЭСМ-2 – дві секції.

Найбільш широко теплова обробка продуктів паром застосовується в лікувальному та дитячому харчуванні.

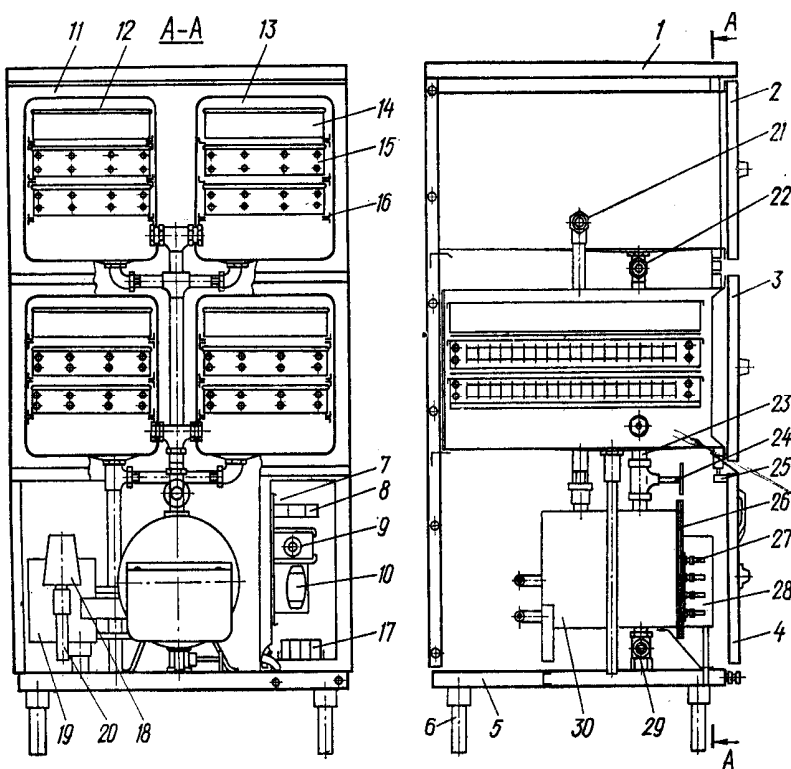


Рис. 8.7 Апарат пароварильний АПЭСМ-2:

1 – кришка; 2, 3, 4 – дверцята; 5 – рама; 6 – ножка; 7 – лампа сигнальна «Немає води»; 8 – лампа сигнальна «Нагрів»; 9 – вимикач; 10 – перемикач; 11 – секція; 12, 13 – варильні камери; 14, 15 – листи; 16 – куток; 17 – ввідний клемник; 18 – реле тиску; 19 – коробка живильна; 20, 21, 22, 23 – трубопровід; 24 – кран; 25 – замок; 26 – кришка; 27 – трубчастий електронагрівачі; 28 – кожух; 29 – кран; 30 – парогенератор

Пар з парогенератору по трубопроводах подається у варильні камери. Конденсат, що утворюється в процесі варіння, по трубопроводу відводиться в каналізацію. Кількість пари, що подається в камери регулюється засувками. Для запобігання парогенератору від переповнення у випадку виходу з ладу поплавкового клапану в живильному бачку передбачена переливна трубка, через яку надлишки води зливаються в каналізацію. Для зливання води з парогенератору використовується зливний патрубок з вентилем.

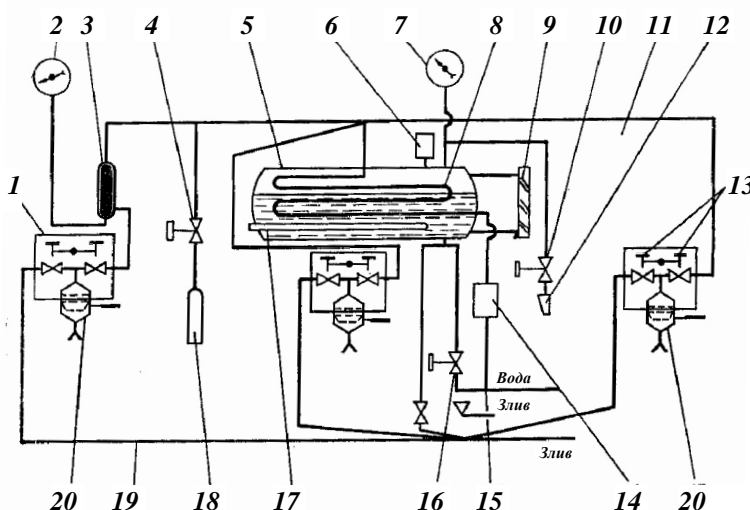
► **Кавоварки періодичної та безперервної дії, їх номенклатура. Будова, призначення, принцип дії, правила експлуатації**



Приготування натуральної кави та кавових напоїв здійснюється в спеціальних апаратах – кавоварках. Приготовляють каву в кавоварках періодичної дії та експрес-кавоварках.

Рис. 8.8 Принципова схема експрес-кавоварки (безперервної дії):

1 – блок-кран; 2 – шкала термометра; 3 – чутливий; 4, 10, 16 – вентилі; 5 – водогрійний котел; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – змійовик; 9 – водомірне скло; 11 – колектор; 12 – парове сопло; 13 – кнопки «Вм» та «Вим» 14 – пом'якшувач води; 15 – лінія подачі холодної води; 17 – ТЕН; 18 – гільза для відбору гарячої води; 19 – лінія відведення конденсату; 20 – чашка-тримач



Водопровідна вода потрапляє до змійовика, який розташований в горизонтальному водогрійному котлі. Вода в котлі нагрівається ТЕНами, рівень її контролюється поплавковим клапаном і візуально за допомогою водомірного скла. Котел заповнюється водою на $\frac{3}{4}$ свого об'єму. В змійовик вода подається через гідравлічний посилювач тиску. Резервуар має манометр та реле тиску, що автоматично підтримують заданий тиск води в резервуарі та змійовику (не менш 250 кПа). Вода, проходячи по змійовику, нагрівається і подається через розподільний колектор в блок-крани. В блок-крані за допомогою клапанів «Вм» та «Вим» кип'яток або попадає на шар молотої кави, або проходить в зливну лінію конденсату і далі – в каналізацію.

► **Способи приготування кави і гарячих напоїв**



Приготування кавового напою (кави) базується на екстрагуванні смакових, ароматичних речовин з твердої (мелених зерен кави) в рідку фазу.



► **Експрес-кавоварки різкового типу**

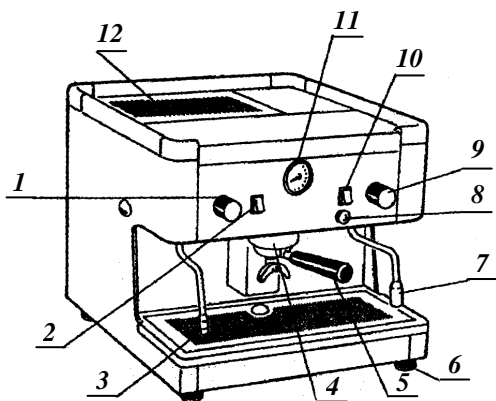


Рис 8.9 Схема кавоварки моделі Combrast (Італія):

- 1 – ручка пари; 2 – вимикач; 3 – трубка пари;
- 4 – блок роздачі; 5 – утримувач фільтру;
- 6 – регулюючі ніжки; 7 – трубка гарячої води;
- 8 – сигнальна лампа; 9 – ручка гарячої води;
- 10 – вимикач ручної роздачі; 11 – манометр водогрійного котла; 12 – панель для чашок

► **Вузькоспеціалізовані варильні апарати. Особливості їх будови та експлуатації**



Вузькоспеціалізовані апарати – апарати, що призначені для приготування одного виду продукції: сосисок, пельменів, макаронів тощо.

Сосисковарки призначені для варіння сосисок і сардельок та підтримання їх в гарячому стані в процесі реалізації.

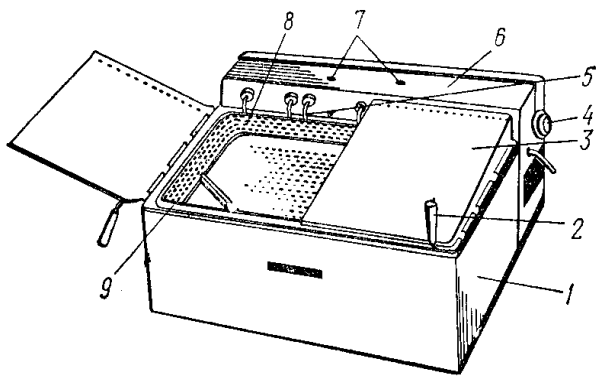


Рис 8.10 Схема сосисковарки FE-11:

1 – кожух; 2 – рукоятка; 3 – відкидна кришка; 4 – перемикач; 5 – ТЕН; 6 – відкидна головка; 7 – сигнальна лампа; 8 – перфорована ємність; 9 – алюмінієва корзинка

Завантаження сосисок, сардельок відбувається в перфоровані корзини з двома відділеннями. Для збереження готових виробів над корзиною встановлюється додаткова перфорована ємність. Потужність електронагрівачів регулюється перемикачем. Про роботу ТЕНів сигналізують дві лампи. Ємність варильної судини – 16 дм³; номінальна потужність – 4 кВт.

► **Автоматизація теплового устаткування, що обігрівається газом. Системи безпеки та регулювання роботи газових апаратів**



Сучасні газові апарати обладнаються системами автоматики безпеки та регулювання.

Системи автоматики безпеки представляють собою комплекс приладів, дія котрих спрямована на те, щоб не допустити потрапляння газоповітряної суміші без наявності в камері запального вогню та запобігти тим самим можливість вибуху. За принципом дії розрізняють газову автоматику електромагнітного, дилатометричного та пневматичного типу.



1. За яких температур відбувається процес варіння харчових продуктів?
2. Від яких технологічних вимог залежить конструкція теплових апаратів?
3. Які існують режими варки харчових продуктів?
4. Якими є конструктивні особливості стравоварильних котлів?
5. Які експлуатаційні фактори впливають на ефективність роботи стравоварильних котлів?
6. Конструктивні особливості, призначення та принцип дії клапана-турбінки та подвійного запобіжного клапана.
7. Надати конструктивну характеристику пароварильних шаф.
8. В чому полягає принцип дії експрес-кавоварки?
9. Які існують способи приготування кави? Чим вони відрізняються?
10. Особливості будови та експлуатації сосисковарки.
11. Які типи автоматизації використовуються для газового теплового устаткування закладів ресторанного господарства?



1. В якому з котлів з непрямим видом обігріву відсутній парогенератор:

- | | |
|-------------|-------------|
| а) КПЭ-60; | г) КПП-100; |
| б) КПЭ-120; | д) КПП-100; |
| в) КПП-100; | ж) КПП-160? |

2. Непрямий спосіб обігріву характеризується використанням:

- а) газового пальника;
- б) ТЕНів;
- в) парогенератора.

3. Призначення клапана-турбінки:

- а) контроль за тиском в пароводяній рубашці;
- б) контроль заповнення парогенератора водою та оснащення запорним краном, фільтруючою сіткою та кришкою;
- в) випускання повітря з рубашки котла в період його розігрівання;
- г) запобігання підвищення тиску пари та відведення її з варильної судини.

Тема 9 ЖАРИЛЬНО-ПЕКАРСЬКЕ УСТАТКУВАННЯ

Лекція №1

План лекції

1. Сковороди. Технологічні вимоги, основні параметри, призначення, класифікація, номенклатура апаратів, способи установки, схеми конструкцій сковорід, правила експлуатації, основні техніко-економічні і експлуатаційні показники роботи сковорід.

2. Фритюрниці, їх призначення. Особливості процесу жарки у фритюрі. Напрямки в конструюванні фритюрниць, класифікація, номенклатура, конструктивні особливості, регулювання температурних режимів. Технологічні вимоги, правила експлуатації фритюрниць.

3. Жарильні та пекарські шафи. Призначення, конструктивні особливості шаф, номенклатура, класифікація, правила експлуатації апаратів, призначених для жарки і випікання продуктів.

4. Кондитерські пічі і жарильні апарати безперервної дії, особливості конструкцій. Техніко-економічні показники жарильно-пекарського устаткування. Особливості складання рівнянь теплового балансу.

5. Пароконвектомати та конвектомати, їх відмітні особливості, номенклатура, призначення, правила експлуатації.

6. Способи отримання пари в пароконвектоматах. Режими приготування або розігрівання в пароконвектоматах.

7. Перегляд конструкцій апаратів вітчизняного і закордонного виробництва, переваги перед іншими видами теплових апаратів.



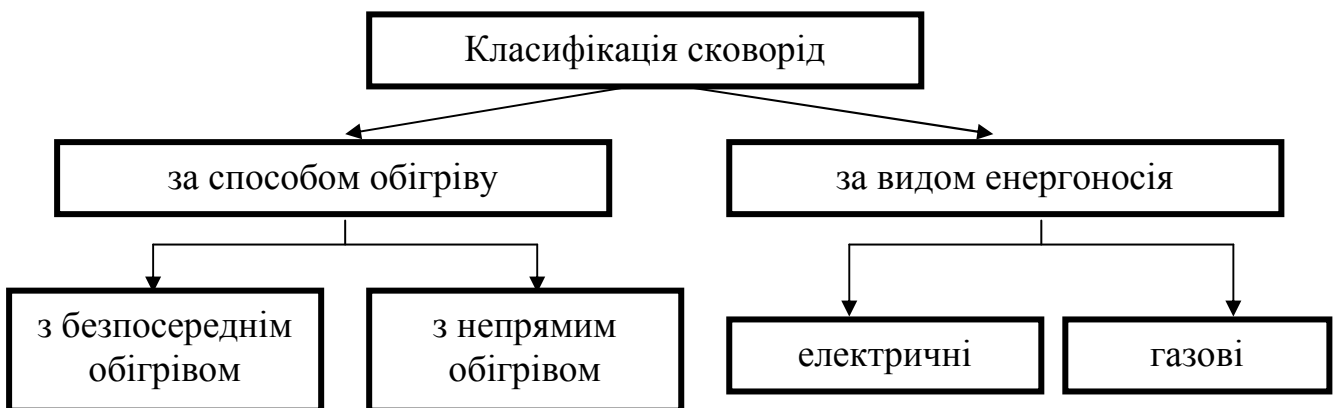
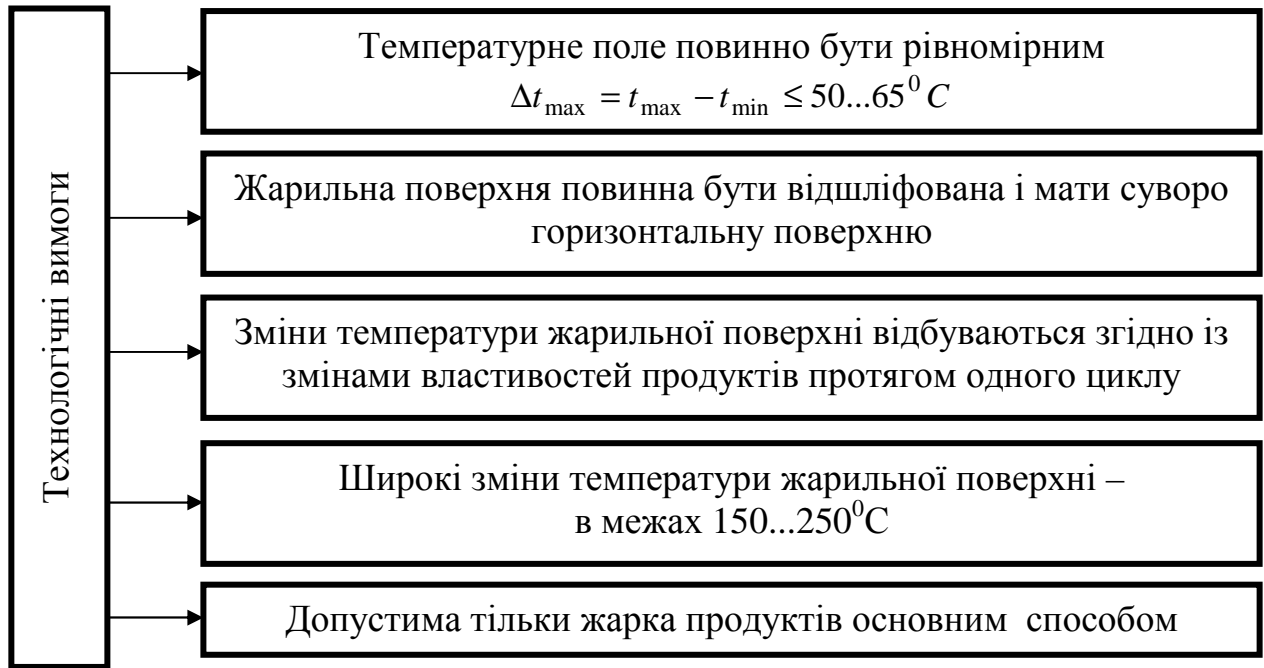
Література: [1, с. 301 - 394]; [2, с. 278 - 342]; [3];
[4, с. 91-136]; [6]

Ключові слова: сковорода, фритюрниця, жарильна шафа, пекарська шафа, кондитерська піч, жарильний апарат, жарильно-пекарське устаткування, пароконвектомат, конвектомат

► **Сковороди. Технологічні вимоги, основні параметри, призначення, класифікація, номенклатура апаратів, способи установки**



Сковороди призначені для жарки продуктів основним способом, а також пасерування, тушкування та припускання. Розрізняють сковороди з безпосереднім і непрямим обігрівом. Всі сковороди з безпосереднім обігрівом мають аналогічну конструкцію і розрізняються лише формою, розмірами робочої чаші та жарильної поверхні, а також потужністю нагрівальних елементів і оформленням.



Вітчизняною промисловістю випускаються наступні моделі сковорід: СЭСМ-0,2; СЭСМ-0,5; СЭ-0,45; СЭ-0,45-1 (на індивідуальній підставці під функціональні ємності); СЭ-0,22; СЭ-0,22-1 (на індивідуальній підставці під функціональні ємності); СЭС-0,55; СЭС-0,2; СЭ-0,45; СЭ-0,25; (СЭЧ-0,25; СЭЧ-0,45 – обігрів безпосередній).

► **Схеми конструкцій сковорід**

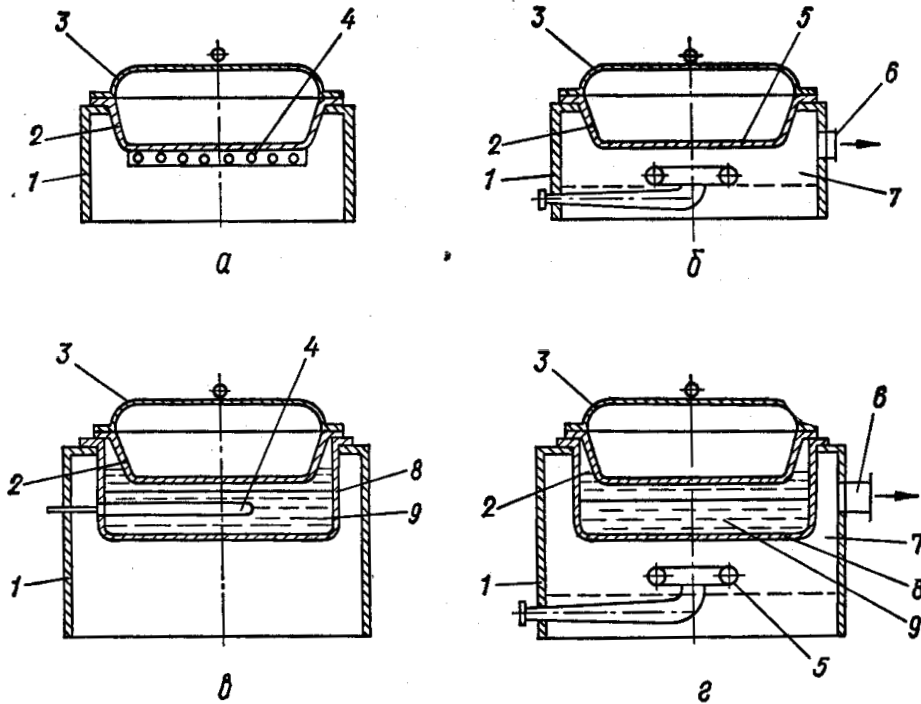


Рис. 9.1 Принципові схеми будови сковорід:

а, б – з безпосереднім обігрівом; в, г – з непрямим обігрівом: 1 – станина; 2 – завантажувальна чаша; 3 – кришка; 4 – електронагрівальний елемент; 5 – газовий пальник; 6 – патрубок для відведення продуктів згорання; 7 – камера згорання; 8 – корпус; 9 – рубашка з проміжним теплоносієм

В закладах рестоарного господарства знайшли своє використання сковороди електричні секційні модульовані СЭСМ-0,2 та СЭСМ-0,5.

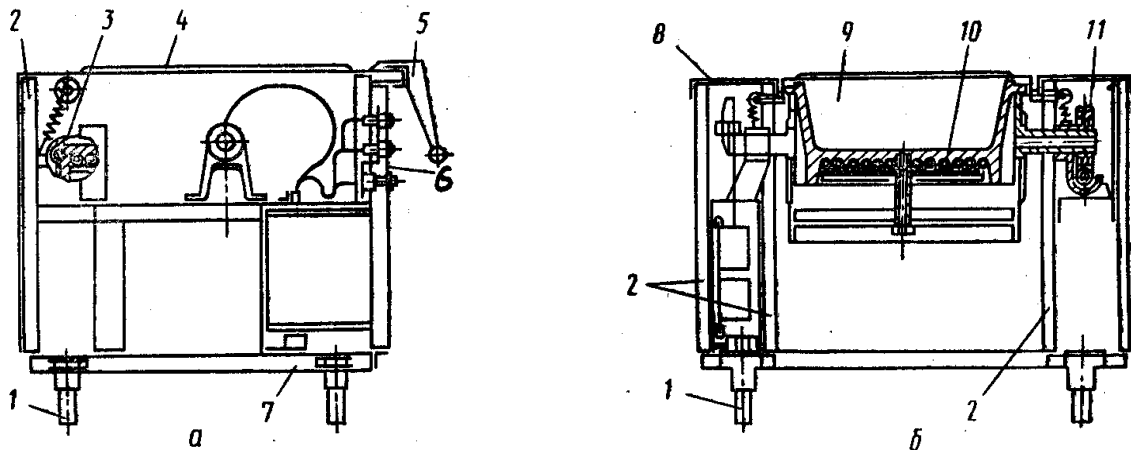


Рис. 9.2 Сковорода електрична секційна модульована СЭСМ-0,2:

а – поперечний переріз; б – повздовжній переріз:

1 – ніжки; 2 – кожух; 3 – датчик (термобалон з терморегулятором ТР-4К); 4 – кришка; 5 – ручка кришки; 6 – пульт керування; 7 – рама; 8 – стіл; 9 – чавунна чаша; 10 – спіралі нагрівача; 11 – механізм перевертання

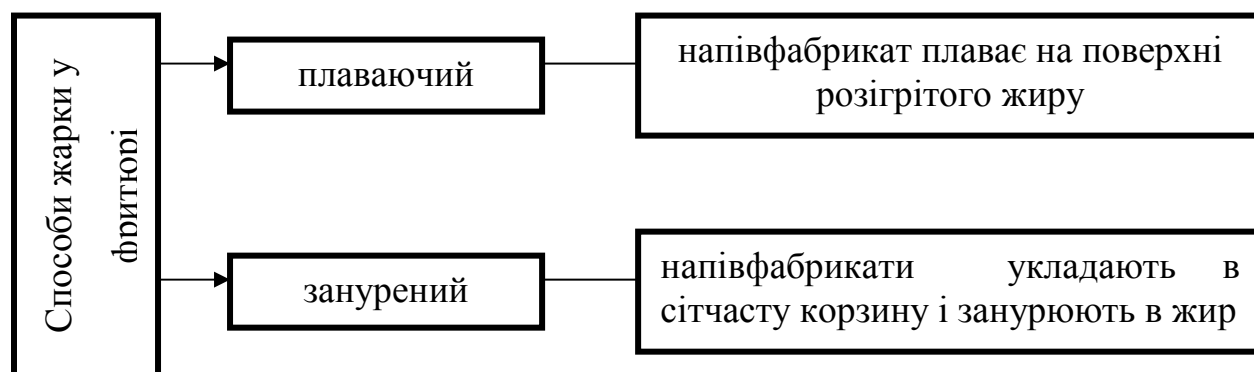
► **Основні техніко-економічні і експлуатаційні показники роботи сковорід**

Показники, що визначаються	Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
Продуктивність, кг/год	$G = \frac{3600 \cdot g'}{\tau}$	g – маса виробів, які завантажуються в чашу за один цикл, кг; τ - тривалість одного циклу, с
Коефіцієнт завантаження жарильної поверхні	$\varphi_{ж.п.} = \sum f_{вир.} / F_{ж}$ ($\varphi \leq 0,90 \dots 0,95$)	$f_{вир.}$ – площа, яку займають вироби, м ² ; $F_{ж.п.}$ – площа жарильної поверхні, м ²
Питомі витрати жиру, кг/кг	$N = \frac{G_{ж.}}{G_{вир.}}$	$G_{ж}$ – маса жиру, яка необхідна для жарки виробів, кг; $G_{вир.}$ – маса виробів, кг
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/кг	$P = \frac{P_1}{G_{вир.}}$	P – питомі витрати електроенергії, кВт·год/кг; P_1 – витрати електроенергії, кВт·год
Масова напруга, кг/м ² ·год	$\xi = 52 \cdot \varphi_{ж} + 6,4$	ξ - масова напруга, кг/м ² ·год
Питомий тепловий потік, Вт/м ² ·°С	$\alpha = 6 \cdot q^{0,4}$ ($\alpha \approx 230 \dots 465$)	q – питомі витрати електроенергії, Вт·год/шт, Вт·год/кг

► **Фритюрниці, їх призначення. Особливості процесу жарки у фритюрі**



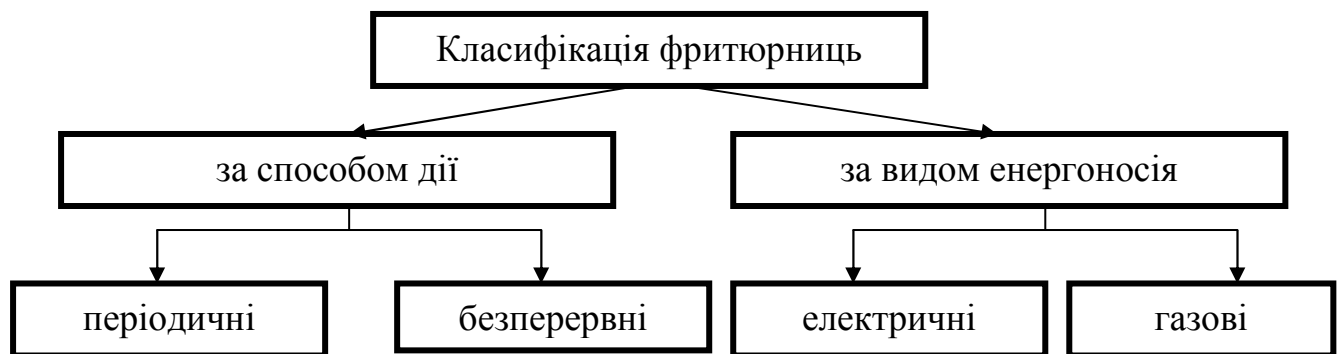
Фритюрниці призначені для жарки продуктів у великій кількості жиру. Жарка здійснюється під час контакту поверхні продукту з нагрітим маслом. При цьому одночасно з теплообміном відбувається процес масообміну між продуктом і жиром.



Незалежно від виду обігріву жир у ванні фритюрниці повинен мати дві зони нагріву:

- гарячу (температура 180...190⁰С);
- холодну (температура 70...80⁰С) – попереджає обгорання дрібних залишків продуктів в робочій зоні, що запобігає небажаним змінам фритюрного жиру.

► **Класифікація, номенклатура, конструктивні особливості, регулювання температурних режимів**



Вітчизняною промисловістю випускаються наступні моделі фритюрниць: ФЭСМ-20, ФНЭ-10, ФНЭ-5, ФЭ-20, ФЭ-20-1, ФГСМ-10.

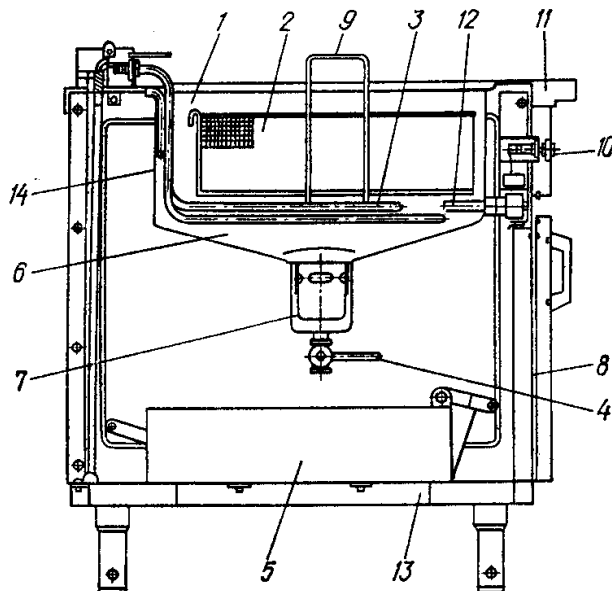


Рис. 9.3 Фритюрниця ФЭСМ-20:

1 – рама; 2 – кожух; 3 – жарильна ванна; 4 – ТЕНи; 5 – завантажувальна сітчаста сітка; 6 – теноутримувач; 7 – стіл; 8 – термобалон терморегулятора; 9 – масловідстійник; 10 – фільтр; 11 – кран; 12 – ніжки; 13 – зливний бачок

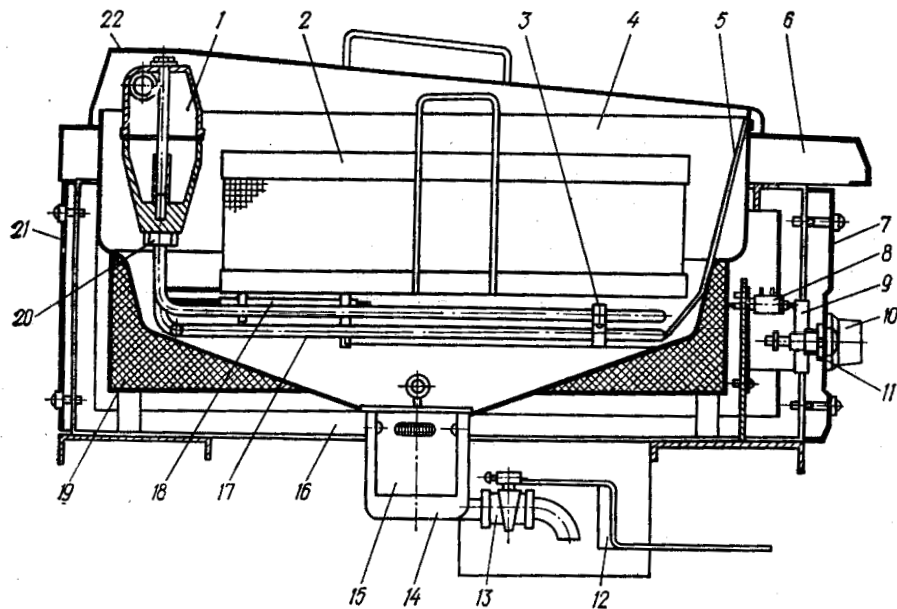


Рис. 9.4 Фритюрниця ФЭ-20:

1 – коробка; 2 – корзина; 3 – пластина; 4, 5 – жарильна ванна; 6 – важіль; 7 – панель; 8 – резистор; 9 – вимикач; 10 – ручка вимикача; 11 – сигнальна лампа; 12 – ручка; 13 – зливний кран; 14 – відстійник; 15 – стакан-фільтр; 16 – каркас; 17 – електронагрівач; 18 – термобалон датчика-реле температури; 19 – теплоізоляція; 20 – гайка; 21 – кожух; 22 – кришка

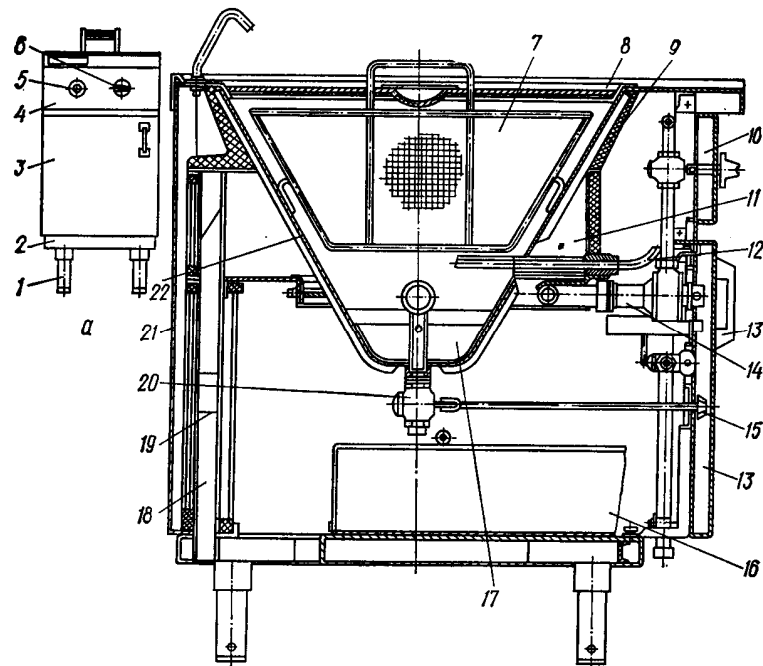
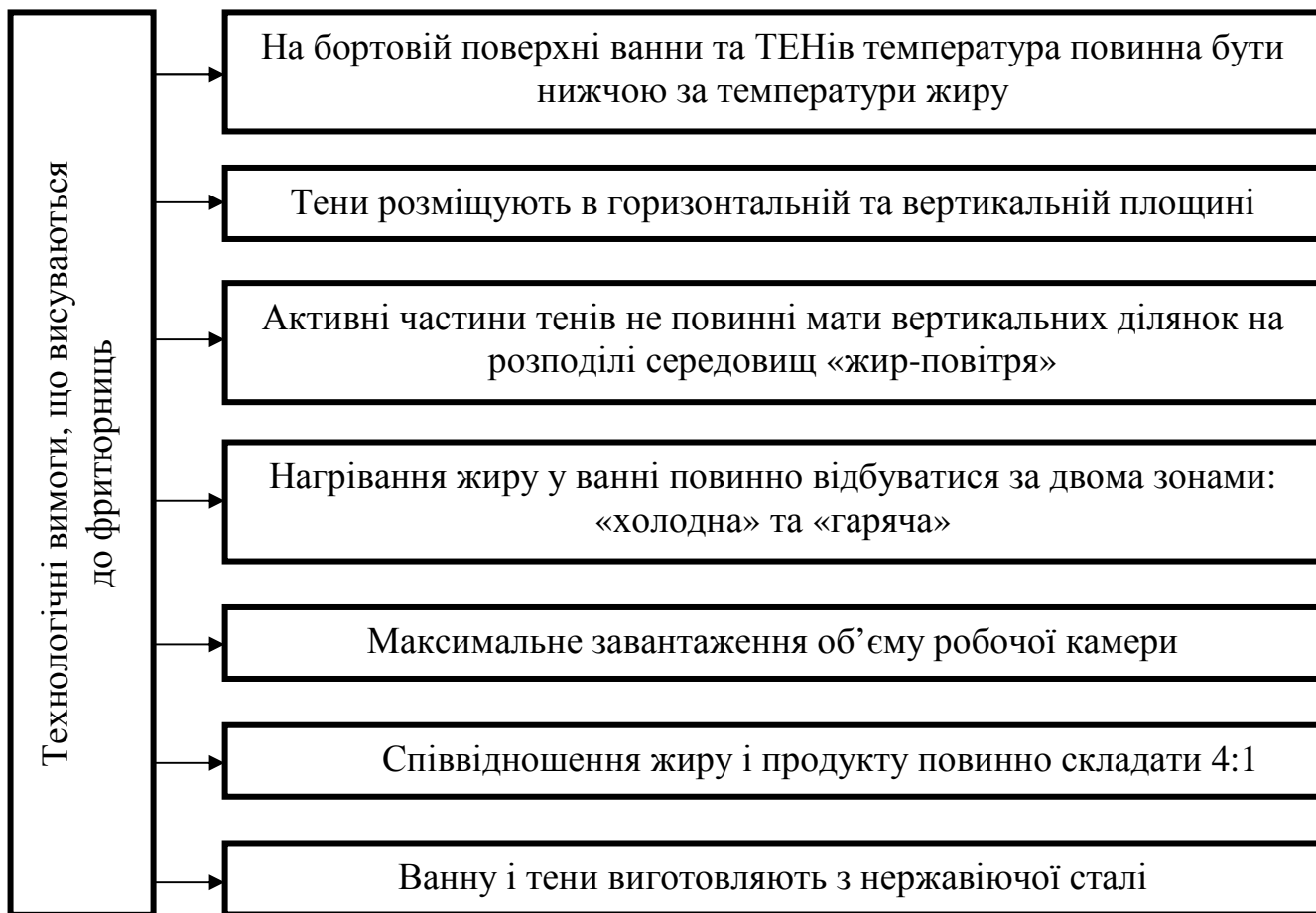


Рис. 9.5 Фритюрниця ФГСМ-10:

1 – ніжка, що регулюється за висотою; 2 – рама; 3 – дверцята шафи; 4 – відсік для приладів; 5 – лімб терморегулятора; 6 – ручка крану пальника; 7 – корзина; 8 – кришка; 9 – облицювання камери згорання; 10 – газовий кран; 11 – камера згорання; 12 – термобалон терморегулятора; 13 – ручка дверцят шафи; 14 – газовий пальник; 15 – ручка крану для зливу жиру; 16 – бак для жиру; 17 – жировідстійник; 18 – газохід; 19 – шибер в газоході; 20 – кран для зливу жиру; 21 – кожух; 22 – робоча ванна

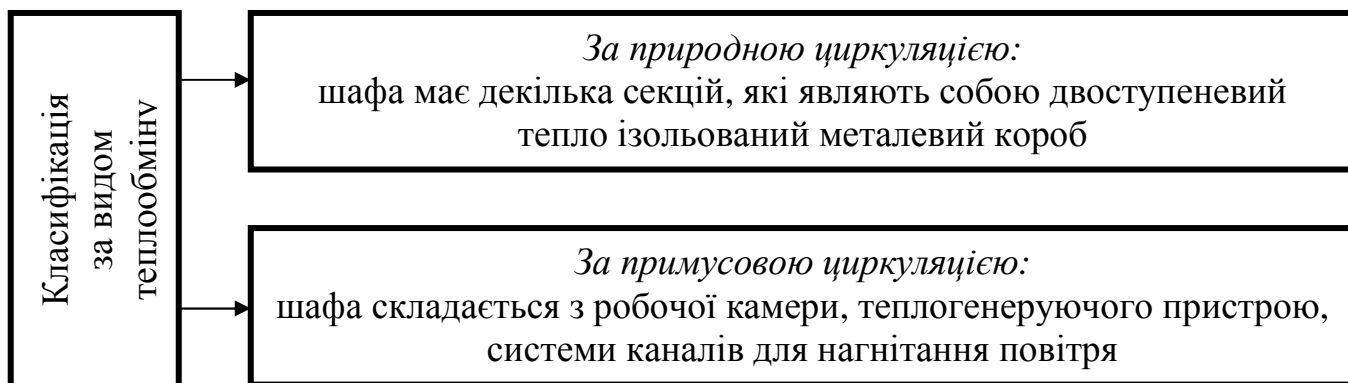
► **Технологічні вимоги, правила експлуатації фритюрниць**



► **Жарильні та пекарські шафи. Призначення, класифікація**



Жарильні шафи призначені для жарки, запікання кулінарних виробів та випікання деяких борошняних виробів. Пекарські шафи – тільки для випікання борошняних виробів.



► Конструктивні особливості шаф, їх номенклатура

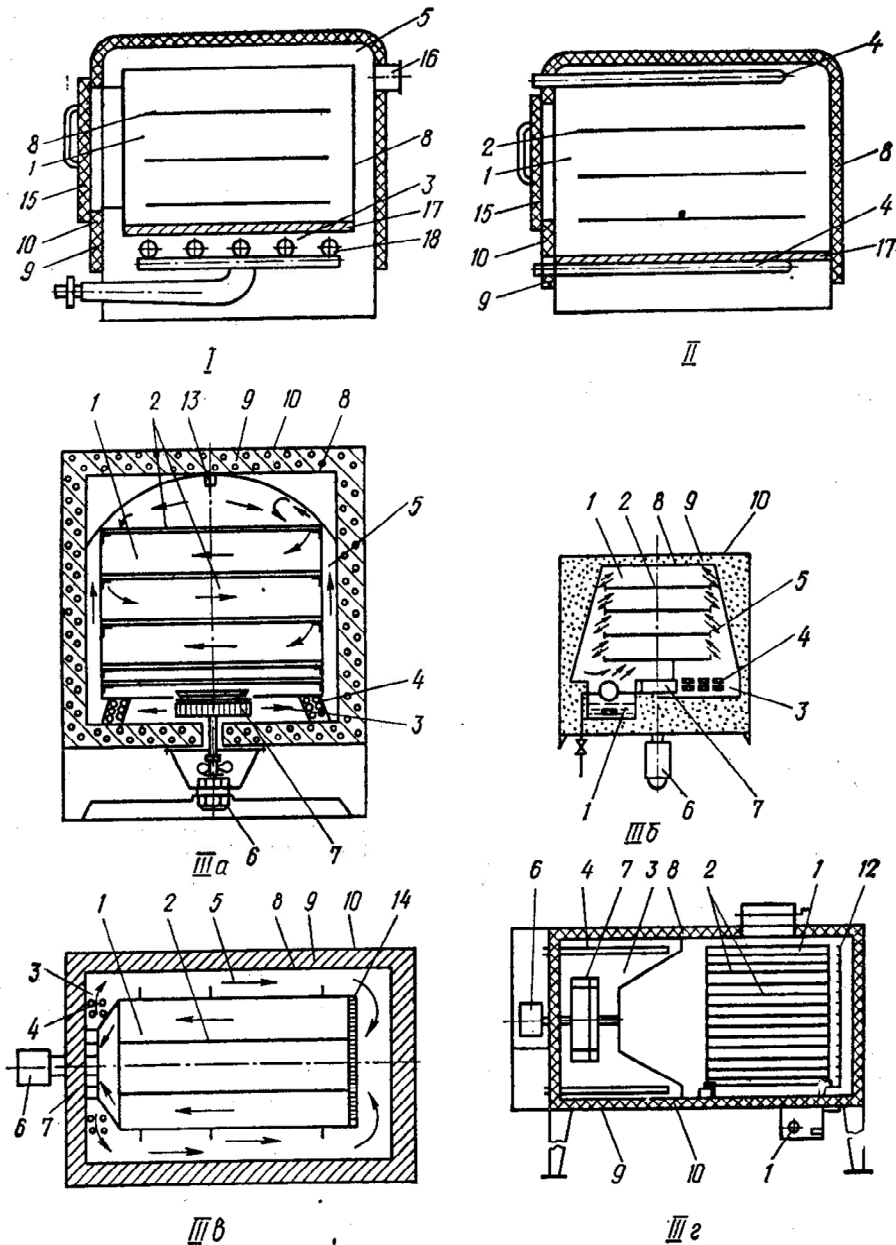


Рис. 9.6 Принципові схеми шаф:

I, II – з природнім та III – з примусовим рухом теплоносія: а – послідовним; б – паралельним; в – осьовим; г – змішаним: 1 – робоча камера; 2 – противні; 3 – камера нагрівання; 4 – нагрівальні елементи; 5 – нагрівальна камера; 6 – електродвигун; 7 – вентилятор; 8 – корпус камери; 9 – теплоізоляція; 10 – кожух; 11 – парогенератор; 12 – паророзподільна труба; 13 – інфрачервоний нагрівач; 14 – решітка; 15 – дверцята; 16 – патрубок димоходу; 17 – подовий лист; 18 – газовий пальник

Вітчизняною промисловістю випускаються наступні види шаф: ШЖЭСМ-2; ШЖЭ-0,85; ШЖЭ-0,85-01; ШЖЭ-0,51; ШЖЭ-0,51-01 тощо.

► *Правила експлуатації апаратів, призначених для жарки і випікання продуктів*

Перед вмиканням апарата в роботу перевіряють:

- надійність з'єднання корпусу апарата (електричного) з шиною, що його заземлює; стан захисної, запобігаючої та вказуючої арматур;
- тягу в топках газових апаратів (за допомогою смужки тонкого паперу);
- наявність витоків газу (за запахом);
- санітарний стан жарильної ванни (камери);
- наявність та рівень теплоносія в рубашці апарата з непрямым обігрівом; роботу механізму перекидання чаші (у сковорід); надійність фіксації кришки в різних положеннях;
- наявність жиру в жарильній ванні (сковороди, фритюрниці);
- роботу механізму приводу (апарати безперервної дії).

Порядок вмикання апаратів в роботу.

Завантажують необхідну кількість жиру в робочий об'єм (сковороди, фритюрниці); задають необхідні межі температури на терморегуляторі; електричні апарати вмикають натисненням кнопки «Увімкн.», тумблером терморегулятора або пакетним перемикачем. В період розігрівання апарати, що не мають автоматичного регулювання температури, вмикають на повну потужність, а після розігрівання перемикають на необхідну для даного технологічного процесу потужність.

Газові апарати вмикають наступним чином: відкривають кран на газопроводі та у переносного запальника; запалюють переносний запальник і вносять до камери спалення; натискають кнопку прибору автоматики, запалюють стаціонарний запальник; прикривають регулятор первинного повітря та відкривають кран пального; за кольором полум'я регулюють подачу повітря.

В процесі роботи апарату контролюють:

температуру жиру (повітря в шафі) в робочому об'ємі апарата; кількість жиру в ванні (сковороди, фритюрниці) – в процесі роботи жир додають у ванну для компенсації його витрат; повноту спалювання газу за кольором та характером полум'я; роботу механізмів приводу апарата (безперервної дії); колір готових виробів; теплогенеруючі пристрої вимикають через кожні 10...15 хвилин до закінчення процесу теплової обробки (сковороди, фритюрниці) – для апаратів періодичної дії.

Після закінчення процесу жаріння (випікання):

вимикають теплогенеруючий пристрій або переводять його на слабку ступінь нагрівання у випадку короткочасного припинення процесу теплової обробки; розвантажують робочу камеру апарата; вимикають апарат від електромережі (безперервної дії); зливають та проціджують після охолодження масло з ванни (фритюрниці); робочу камеру промивають слабким розчином соди та просушують, зовнішні поверхні протирають м'якою тканиною, робочі поверхні сковорід і жаровень після санітарної обробки змазують тряпчастим тампоном, який змазано жиром; промивають теплою водою та просушують дозатори тіста й жиру, з'єднувальні патрубки; проводять регламентні профілактичні роботи відповідно до інструкції з експлуатації.

► Кондитерські печі, особливості конструкцій



Печі кондитерські призначені для випікання кондитерських, хлібобулочних виробів. Кондитерські печі мають систему рециркуляції повітря, завдяки якій досягається рівномірність пропікання. Для ефективного утворення пари система парозволоження має форсунки, які забезпечують розпилення води. Система паро зволоження та система рециркуляції повітря дозволяють випікати широкий асортимент кондитерських виробів високої якості.

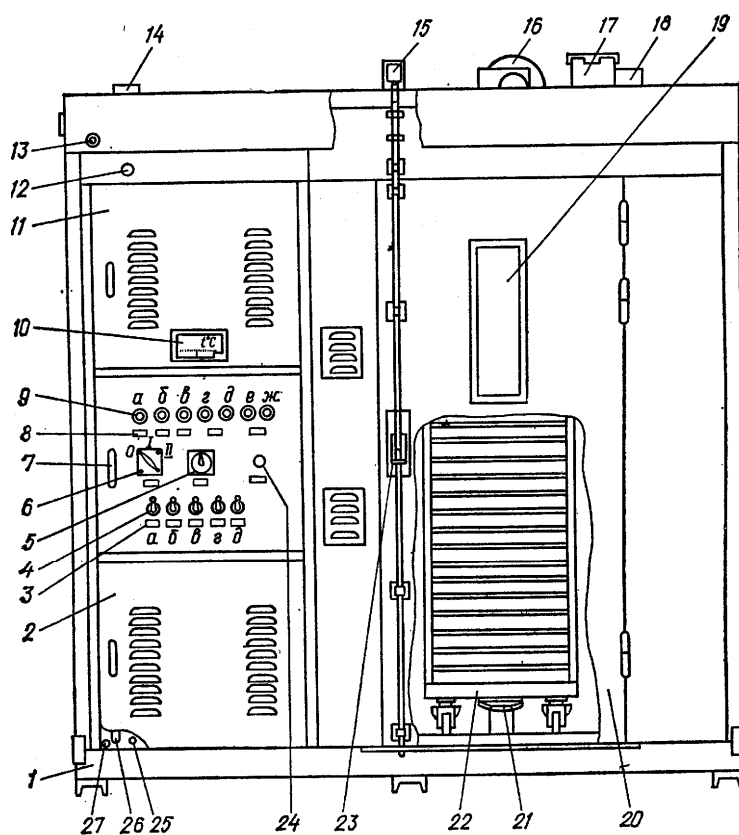


Рис. 9.7 Електропіч КЭП-400:

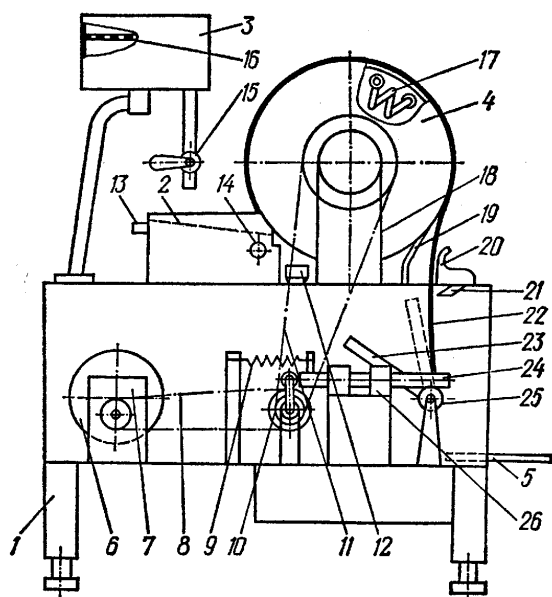
1 – каркас; 2 – дверцята нижні; 3 – таблиця вимикачів; 4 – вимикачі реле часу, ТЕНів парогенератора та пекарної камери, вентилятора; 5 – реле часу; 6 – головний вимикач; 7 – дверцята середні; 12 – рукоятка шибери; 13 – сигнальна лампа реле часу; 14, 18 – труби вентиляційні; 15 – кінцевий вимикач; 16 – механізм обертання стелажів візка; 17 – запобіжний клапан; 19 – оглядове вікно; 20 – дверцята пекарної камери; 21 – кулька центрувальна; 22 – стелажний візок; 23 – запірний пристрій дверці камери; 24 – кнопка подачі води до парогенератора; 25 – патрубок для відведення конденсату; 26 – патрубок для живильної води; 27 – клемма заземлення

► Жарильні апарати безперервної дії, особливості конструкцій



Жаровня електрична з барабаном, що обертається, ВЖШЭ-675 призначена для випікання заготовок для млинців прямокутної форми.

Рис. 9.8 Схема жаровні електричної з барабаном, що обертається, ВЖШЭ-675:



1 – рама; 2 – приймальний лоток; 3 – бачок для тіста; 4 – жарильний барабан; 5 – металевий лист; 6 – електродвигун; 7 – черв'ячний редуктор; 8 – ланцюгова передача; 9 – пружина; 10 – ролик; 11 – ланцюгова передача; 12 – коритоподібний піддон; 13 – патрубок для шлангу подачі води; 14 – зливний патрубок; 15 – кран; 16 – сітка-фільтр; 17 – ТЕН; 18 – кронштейн; 19 – скребковий ніж; 20 – напрямні; 21 – відрізний ніж; 22 – млинна стрічка; 23 – відсікач; 25 – зубчаста рейка; 26 – підшипники



Фритюрниця ФНЭ-40 безперервної дії з безпосереднім обігрівом. Призначена для жарки у фритюрі кулінарних виробів.

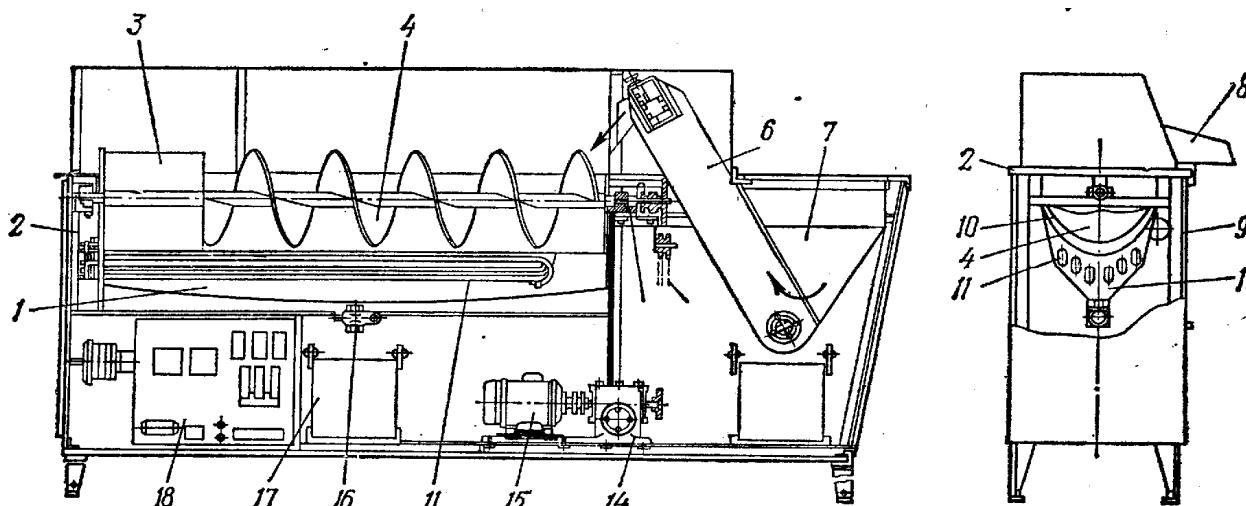


Рис. 9.9 Фритюрниця безперервної дії ФНЭ-40:

1 – жарильна ванна; 2 – каркас; 3 – розвантажувальна лопатка; 4 – шнек; 5 – дверцята; 6 – ланцюговий транспортер; 7 – бункер; 8 – розвантажувальний лоток; 9 – панель; 10 – перфорований лист; 11 – ТЕНи; 12 – ланцюгова передача; 13 – муфта; 14 – редуктор; 15 – електродвигун; 16 – зливний кран; 17 – бачок; 18 – апаратура керування

► **Особливості складання рівнянь теплового балансу жарильних апаратів**



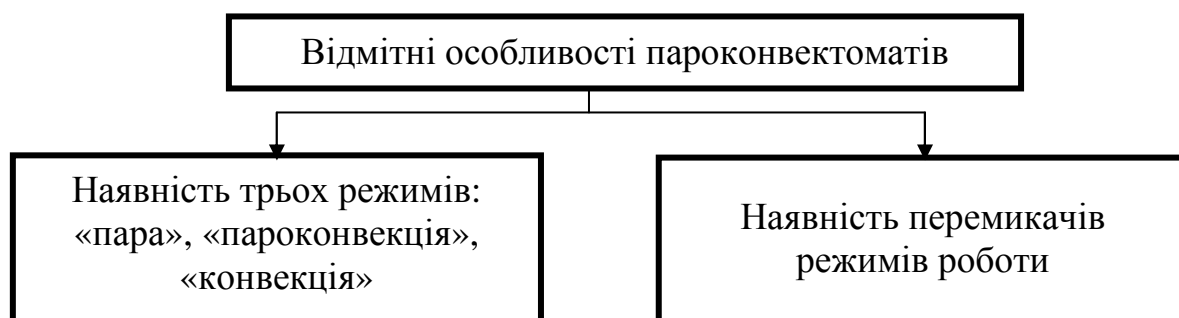
Під час розігріву апарата теплота, що корисно використовується, витрачається на нагрівання харчового жиру, який знаходиться в жарильній ємності.

Показники, що визначаються	Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
Корисна теплота (нестационарний режим)	$Q_1' = G_{жс} \cdot c_{жс} \cdot (t_1 - t_0) \cdot 1 / \tau$ $G_{жс} = V_{ж} \cdot \rho_{ж}$	<p>$G_{жс}$ – маса харчового жиру, кг ; $c_{жс}$ – середня питома теплоємність харчового жиру, $c_{жс}=2,139$ кДж/(кг·К); t_1 – температура нагрівання жиру ($t_1=180^{\circ}\text{C}$); t_0 – початкова температура жиру, $^{\circ}\text{C}$; τ – тривалість розігріву апарата до стаціонарного режиму, с</p>
Корисна теплота (стаціонарний режим)	$Q_1' = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2) +$ $+ 0,01 \cdot x \cdot c \cdot r +$ $+ 0,01 \cdot K \cdot Q \cdot c_k \cdot (t_3 - t_2) +$ $+ 0,01 \cdot m \cdot G \cdot c_{жс} \cdot (t_1 - t_0)$	<p>G – масова продуктивність апарата, кг/год; t_0 – початкова температура тіста, $^{\circ}\text{C}$; t_2 – температура нагрівання продукту, $^{\circ}\text{C}$; t_3 – середня температура скоринки, $^{\circ}\text{C}$ ($t_3=140^{\circ}\text{C}$); c – середня питома теплоємність продукту, кДж/(кг·К); $c_{жс}$ – питома теплоємність скоринки, $c_{жс}=1,67$ кДж/(кг·К); x – дійсний відсоток у жарки ($x=21\%$); r – прихована теплота випаровування за атмосферного тиску, $r=2256$ кДж/кг; K – відсотковий вміст скоринки в продукті ($K=20\%$); m – витрати харчового жиру на обжарювання продукту, $m=9,6\%$</p>

► Пароконвектомати та конвектомати, їх відмітні особливості

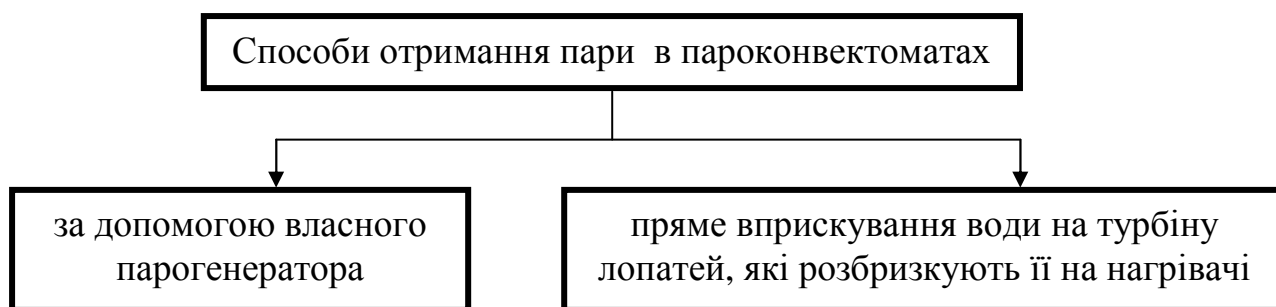


Пароконвектомати і конвектомати призначені для теплової обробки м'ясних і рибних продуктів, овочів, картоплі, розстоювання та випікання хлібобулочних та кондитерських виробів, приготування десертів, а також для здійснення процесів теплового консервування.



Вмикання пароконвектомата виконується за допомогою автоматичного вимикача, розташованого на задньому стояку. Під час вмикання починає працювати вентилятор, загорається дисплей на панелі управління і лампа освітлення робочої камери. Керування роботою пароконвектомата здійснюється за допомогою панелі керування.

► Способи отримання пари в пароконвектоматах



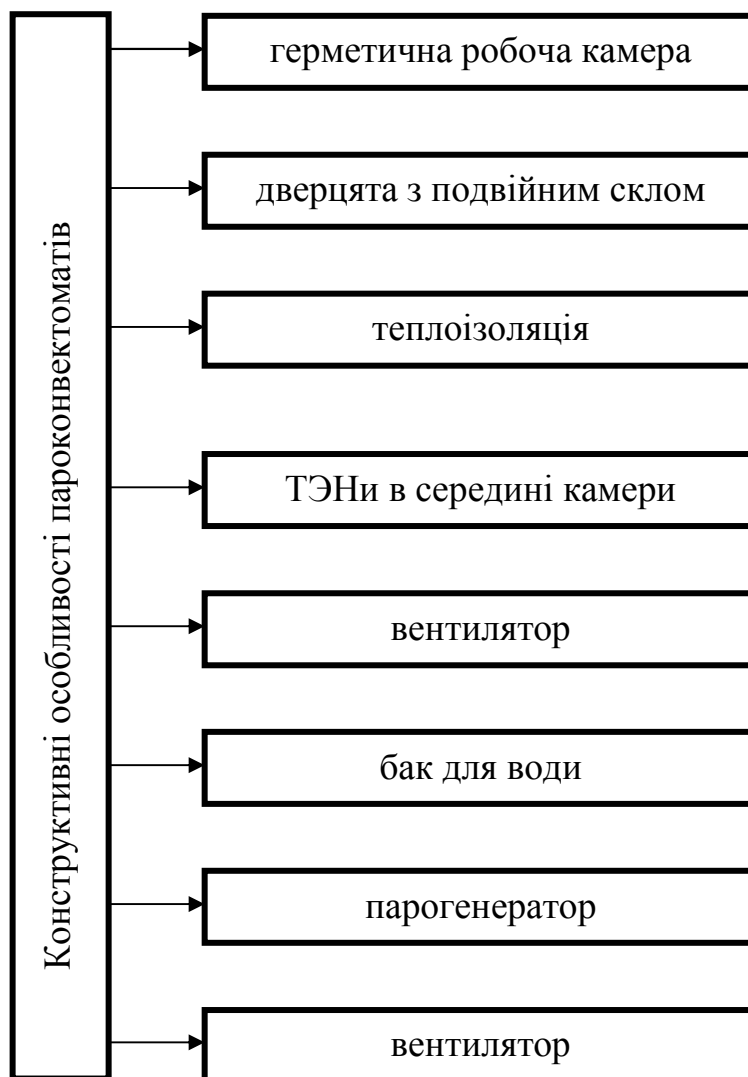
► Переваги пароконвектоматів перед іншими видами теплових апаратів



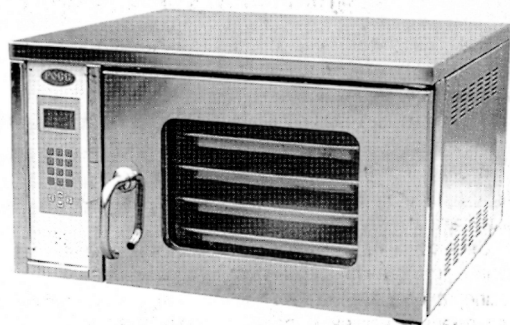
Переваги використання пароконвектоматів у порівнянні з традиційними способами теплової обробки:

- зменшення втрат м'ясної сировини на 50...60%, овочів – на 25%;
- зменшуються витрати жиру на 90...95%, води – на 70%, електроенергії – на 60%.

► *Режими приготування або розігрівання в пароконвектоматах*



► Огляд конструкцій апаратів вітчизняного і закордонного виробництва



Пароконвектомат ЭГР-5,0/380
(виробництво НПО «РОСС», м. Харків)

Призначений для теплової обробки продуктів за атмосферного тиску.

Апарат представляє собою металеву прямокутну шафу, яка складається із герметичної робочої камери та зовнішнього каркасу. Камера закривається дверцятами з

подвійним склом. Для зменшення теплових втрат робоча камера покрита теплоізоляцією. Всередині робочої камери розташовані ТЕНи, що забезпечують нагрівання повітря до заданої температури, та вентилятор для циркуляції гарячого повітря. На стінках робочої камери знаходяться фіксатори, на які встановлюються знімні направляючі для листів.

В лівій стійці пароконвектомата розташовані: пульт керування, пароутворювач і бак для води. Вода з баку самопливом подається в пароутворювач, де під дією нагрівальних елементів випаровується і перетворюється в пару.



Пароконвектомати SELF COOKING CENTER
(виробництво фірми «RATIONAL», Германія)

Один пароконвектомат Self Cooking Center (SCC) здатний виконувати близько 75% процесів обробки гарячого цеху, забезпечивши оптимальні умови приготування страв (вологість, температуру обробки, час приготування і інтенсивність обдування).

За допомогою цього апарата ви зможете приготувати:

- м'ясо великими, порціонними і невеликими шматками;
- птицю;
- морепродукти та рибу;
- випічку;
- гарніри.

Система SelfCooking Control здатна сама розпізнати розмір продукту і визначити умови приготування. Автоматично розраховується температура, час і оптимальний клімат обробки. Фактично пароконвектомат SCC здатний замінити собою основну частину теплової техніки гарячого цеху. Установка такого апарату оптимізує весь виробничий процес, знижуючи втрати сировини, спецій і жиру.

Пароконвектомати серії SURE CHEF (CSL)
(Виробництво фірми «HENNY PENNY», США)

Конструкція пароконвектоматів виконана з високоякісної нержавіючої сталі. Внутрішня поверхня робочої камери має безшовну структуру з округленими кутами, що забезпечує максимально вільну циркуляцію повітря та простоту санітарної обробки.



Повітря в камері нагрівається системою кругових ТЕНів. Апарати мають власний парогенератор для отримання пари, причому це відбувається без підвищення тиску в камері. За параметрами роботи парогенератора слідує автоматика, яка вмикає світлодіодну індикацію запобіжного індикатора пониженого тиску, відображаючи режим роботи клапана випуску пари, індикатора наявності несправностей. Функція автоматичного промивання дозволяє здійснювати автоматичне зливання води з парогенератора та його промивання. Вентилятор з автоматичним реверсом рівномірно розподіляє гаряче повітря разом з паром всередині робочої камери. Крім того, елементи керування можуть здійснювати функції імпульсного обертання вентилятора з половинною швидкістю.

В робочій камері пароконвектоматів також передбачені безфільтрова система видалення забруднень та захищене внутрішнє освітлення печі. Камера закривається теплоізолюваними дверцятами, з подвійним склом, які навішуються окремо. Також апарат оснащений стелажми на роликах з пристроєм блокування руху та направляючими, що дозволяє механізувати завантаження та вивантаження пароконвектомата.



1. Якими є технологічні вимоги, що висувуються до сковорід?
2. Призначення, класифікація, номенклатура сковорід.
3. Які існують способи установки та схеми конструкцій сковорід?
4. Назвіть правила експлуатації, основні техніко-економічні і експлуатаційні показники роботи сковорід.
5. Якими є особливості процесу жарки у фритюрі?
6. Технологічні вимоги, класифікація, номенклатура фритюрниць.
7. Назвіть конструктивні особливості та правила регулювання температурних режимів фритюрниць.
8. Правила експлуатації апаратів, призначених для жарки і випікання продуктів.
9. В чому полягають особливості конструкцій кондитерських пічей і жарильних апаратів безперервної дії.
10. Які особливості складання рівнянь теплового балансу для апаратів, призначених для жарки?
11. Чим відрізняються пароконвектомати від конвектоматів, їх призначення?
12. Які способи отримання пари в пароконвектоматах Ви знаєте?
13. Назвіть основні режими приготування або розігрівання в пароконвектоматах.



1. Яка максимальна різниця температур припустима на жарильній поверхні сковорідки:

- а) $\Delta t_{\max}=30\dots40^{\circ}\text{C}$; в) $\Delta t_{\max}=50\dots65^{\circ}\text{C}$;
б) $\Delta t_{\max}=45\dots50^{\circ}\text{C}$; г) $\Delta t_{\max}=65\dots70^{\circ}\text{C}$?

2. В яких температурних режимах повинна змінюватись температура жарильної поверхні сковорід:

- а) $100\dots155^{\circ}\text{C}$;
б) $150\dots250^{\circ}\text{C}$;
в) $200\dots350^{\circ}\text{C}$?

3. Яка температура жиру повинна бути в холодній зоні фритюрниці:

- а) 100°C ; в) 80°C ;
б) 85°C ; г) 90°C ?

4. Яке співвідношення жиру і продукту повинно бути під час жаріння у фритюрі:

- а) 1:2; в) 4:1;
б) 2:1; г) 1:4;
г) 3:1; д) 5:1?

5. Режим «конвекція» використовується в пароконвектоматах для:

- а) відварювання, розігрівання, бланшування, пастеризування, тушіння, томління, розмочування;
б) жарки з утворенням скоринки, випікання, запікання, жарки на грилі, готування за низьких температур (до 100°C);
в) жарки із зволоженням, розігрівання, випікання із зволоженням, глазурування, тушіння, відварювання?

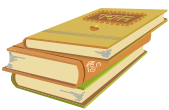
ТЕМА 10. УНІВЕРСАЛЬНІ ТЕПЛОВІ АПАРАТИ (ПЛИТИ)

План лекції

1. Класифікація плит залежно від виду енергоносія, робочої поверхні, виконання. Основні конструктивні рішення плит, їх номенклатура. Характеристика теплотехнічних показників роботи плит.

2. Універсальні теплові апарати виробництва іноземних фірм, їх характеристики. Конструктивні особливості газових секційно-модульних плит закордонного виробництва.

3. Особливості конструкцій ТЕНових плит, плит із склокерамічною поверхнею, індукційних плит, плит типу «ВОК».



Література: [1, с. 408 - 424]; [2, с. 362 - 399]; [3]; [4]; [6]

Ключові слова: плита, теплове напруження, середня установлена температура, нерівномірність температурного поля, склокерамічна поверхня.

► *Класифікація плит залежно від виду енергоносія, робочої поверхні, виконання*



Плити відносяться до універсальних теплових апаратів, за допомогою яких здійснюється варка, жарка, а також допоміжні процеси теплової обробки продуктів під час виробництва кулінарної продукції.



► **Основні конструктивні рішення плит, їх номенклатура**



Плити кухонні вітчизняною промисловістю виготовляють трьох типів: на електричному обігріві, на газовому обігріві та твердопаливні, що і обумовлює різноманітність конструктивних рішень.

Твердопаливні плити випускають у двох виконаннях: секційні з двома жарильними поверхнями і однією тепловою шафою та секційні з двома жарильними поверхнями: ПСТ-2,5; ПСТ-1,5.

Газові плити випускаються також в двох виконаннях: секційні з жарильною шафою і без жарильної шафи: ПГСМ-2, ПГСМ-2Ш.

Електроплити підрозділяються на:

- секційно-модульні - (групується на плити, виготовлення виробів на котрих здійснюється в наплитному посуді: ПЭСМ-4Ш, ПЭСМ-4, ПЭСМ-4ШБ, ПЭСМ-2, ПЭСМ-2К, і на плити, вироби на котрих готуються безпосередньо на жарильній поверхні: ПЭСМ-1Н, ПЭСМ-2НШ, для теплової обробки напівфабрикатів в функціональних та інших ємностях: ПЭ-0,51; ПЭ-0,51-01; ПЭ-0,17; ПЭ-0,17-01; ПЭ-1; ПЭ-2; ПЭ-3; ПЭ-4; ПЭ-4Ш;

- несекційні ЭП-7М, ЭП-8.

► **Характеристика теплотехнічних показників роботи плит**

Показники, що визначаються	Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
Теплове напруження жарильної поверхні, кВт/м ²	$T_{жс} = \frac{P_{жс}^{нов}}{F_{жс}}$	$P_{жс}^{нов}$ – потужність конфорки, кВт; $F_{жс}$ – площа жарильної поверхні, м ²
Теплове напруження робочої камери шафи, кВт/м ³	$T_{ш} = \frac{P_{ш}^{об}}{V_{ш}}$	$P_{ш}^{об}$ – потужність ТЕНів шафи, кВт
Температурний перепад на жарильній поверхні, °С	$\Delta t_{жс} = t_{жс}^{max} - t_{жс}^{min}$	$t_{жс}^{max}$, $t_{жс}^{min}$ – відповідно максимальна і мінімальна температура жарильної поверхні, °С
Температурний перепад у жарильній шафі, °С	$\Delta t_{ш} = t_{ш}^{max} - t_{ш}^{min}$	$t_{ш}^{max}$, $t_{ш}^{min}$ – відповідно максимальна та мінімальна температура у шафі, °С
Енергетичний показник для жарильної поверхні	$E_{жс} = \frac{T_{жс}}{t_{жс}^{(сер)max}}$	$t_{жс}^{(сер)max}$ – середня максимальна температура жарильної поверхні, °С (400...450°С)
Енергетичний показник для жарильної шафи	$E_{ш} = \frac{T_{ш}}{t_{ш}^{(сер)max}}$	$t_{ш}^{(сер)max}$ – максимальна температура жарильної шафи, °С (300...350°С)
Теплоєм жарильної поверхні, кДж/м ² ·год	$D_{жс} = \frac{Q_1}{F_{жс} \cdot \tau}$	Q_1 – корисно витрачене тепло, кДж; τ – тривалість роботи, год; $F_{жс}$ – площа жарильної поверхні, м ²
Питома металоємність, кг/м ²	$M_m = \frac{M_{пл}}{F_{жс}}$	$M_{пл}$ – маса плити, кг
Коефіцієнт нерівномірності нагріву	$\alpha = \frac{\delta}{t_{сер}}$	δ – середньоквадратичне відхилення від середньої температури $t_{сер}$.

► **Універсальні теплові апарати виробництва іноземних фірм, їх характеристики**

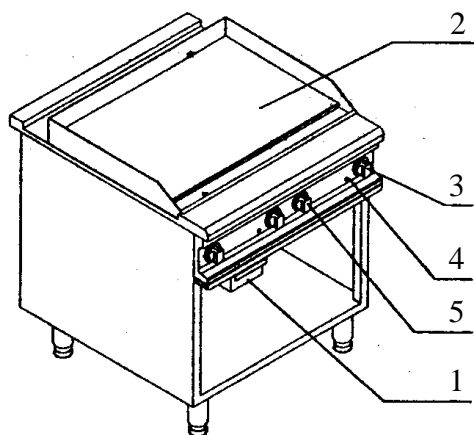


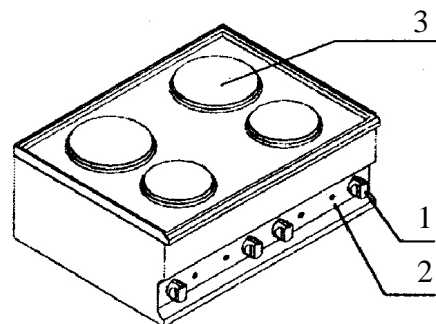
Рис. 10.1 Плита електрична EZ-7/P-L (виробництво фірми «KOVINASTROJ GASTRONOM», Словенія)

1 – ящик для стікання жиру; 2 – жарильна поверхня; 3 – ручка терморегулятора; 4 – сигнальна лампочка; 5 – ручка головного вимикача

Плити призначені для приготування блюд безпосередньо на жарильній поверхні

Рис. 10.2 Міні плита електрична ES-60-2N (виробництво фірми «KOVINASTROJ GASTRONOM», Словенія)

1 – перемикач конфорки;
2 – сигнальна лампочка;
3 – конфорка



Технічні характеристики:

Модель	EZ-7/P-L	ES-60-2N
Потужність, кВт	12,0	8,0
Розміри жарильної поверхні, мм	795×610	---
Діаметр конфорок, мм	---	2×220 + 2×180
Номинальна напруга, В	380	
Струм	Трьохфазний	
Частота, Гц	50	
Габаритні розміри, мм	800×700×875	600×600×340
Маса, кг	106	23



AEN-613



AEN-410

Рис. 10.3 Електричні плити AEN-613 і AEN-410 (виробництво фірми ASCOBLOC, Німеччина)

Технічні характеристики:

Модель	АЕН-613	АЕН-410
Теплова потужність, кВт	27,3	10,4
Кількість зон нагріву, шт	6	2
Номинальна напруга, В	380	
Частота, Гц	50	
Габаритні розміри, мм	1000×706×850	400×706×850

► *Конструктивні особливості газових секційно-модульних плит закордонного виробництва*



Рис. 10.4 Плити газові (виробництво фірми *Kovinastroj*, Словенія)



Плити призначені для проведення процесів варки, жарки, тушіння, пасерування та інших теплових процесів обробки продуктів в наплитному посуді.

Основними вузлами плит є конфорочні пальники, жарильна шафа, бортова поверхня, корпус плити разом з облицюванням. Розміри конфорочного пальника визначаються площиною зони нагрівання. На лицьовій панелі плит виведені ручки газових кранів, кількість котрих відповідає кількості конфорочних пальників. Жарильна шафа оснащена відкидними дверцятами. В нижній частині жарильної шафи знаходиться основний пальник. На лицьовій панелі є лімб терморегулятора та показчик температури.

► **Особливості конструкцій ТЕНових плит, плит із склокерамічною поверхнею, індукційних плит, плит типу «ВОК»**



Рис. 10.5 Електроплити із склокерамічною поверхнею PREMIUM-LINE (виробництво фірми «KÜPPERSBUSCH», Німеччина)



Призначені для здійснення процесів жарки, варки, випікання та інших теплових процесів обробки харчових продуктів з використанням наплитного посуду.

Плити відрізняються між собою кількістю, формою та розмірами конфорок, а також наявністю або відсутністю жарильної шафи.

Робочу поверхню плит утворюють закриті нагрівальні елементи, які виконані із склокераміки. Теплова енергія від конфорок передається у вигляді випромінювання. Конфорка має сенсор, який автоматично вмикає або вимикає нагрівачі, якщо на конфорку встановлюється або знімається наплитний посуд.

Основною перевагою таких плит є їх низька інерційність – нагрівання конфорок до максимальної температури здійснюється за декілька секунд.

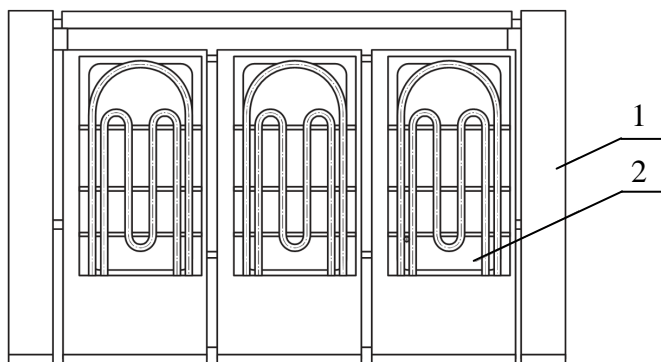


Рис.10.6 Плита електрична ПЕТ-0,51-03:
1 – бокова огорожка (каркас);
2 – конфорка (ТЕНи потужністю 2,5 та 1,6 кВт, які закріплені в пазах трьох опорів)
Відбивач виконує функції піддону.

Призначена для теплової обробки напівфабрикатів у функціональних ємностях.

Рис. 10.7 Плита індукційна GIU 2,5 (виробництво фірми «GARLAND», США)

Призначена для виносного обслуговування відвідувачів.





Плита має електромагнітрон, який генерує змінне електромагнітне поле (встановлений під робочою поверхнею плити). Енергія електромагнітного поля направлена тільки в бік наплитного посуду (при цьому нагрівається тільки наплитний посуд, тобто втрати теплоти в навколишнє середовище відсутні). Ще однією особливістю індукційних плит є те, що вони мають функцію відключення через 60 секунд (плита вимикається автоматично через хвилину, якщо жарильна поверхня знаходиться без наплитного посуду).



1. За якими ознаками класифікують плити? Якими є основні конструктивні рішення плит.
2. Які існують теплотехнічні показники роботи плит?
3. Якими є основні характеристики універсальних теплових апаратів виробництва іноземних фірм.
4. В чому полягають особливості конструкцій ТЕНових плит, плит із склокерамічною поверхнею, індукційних плит.



1. До універсальних теплових апаратів відносять:

- | | |
|---------------|----------------|
| а) автоклави; | в) плити; |
| б) котли; | г) фритюрниці? |

2. Для теплової обробки напівфабрикатів в функціональних та інших ємностях використовуються наступні плити:

- а) ПЭСМ-1Н, ПЭСМ-2НШ;
- б) ПЭ-0,51; ПЭ-3; ПЭ-4Ш;
- в) ЭП-7М, ЭП-8?

3. Які кухонні плити відносяться до малоінерційних:

- а) з чавунною поверхнею;
- б) із склокерамічним покриттям?

ТЕМА 11. ВОДОГРІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ

План лекції

1. Класифікація водогрійного устаткування залежно від виду одержуваного продукту, за принципом дії, за видами енергоносія. Підвищення ефективності роботи водогрійного устаткування.

2. Основні вимоги, що ставляться до кип'ятильників, їх класифікація, будова, принцип дії, номенклатура. Принципові схеми кип'ятильників, що працюють на різних видах палива. Особливості розрахунку теплового балансу.

3. Водонагрівачі, їх призначення, класифікація, будова і конструктивні особливості, техніко-експлуатаційні показники роботи водонагрівачів.

4. Регулювання теплових режимів та контроль рівня рідини в кип'ятильниках і водонагрівачах.



Література: [1, с. 425 - 470]; [2, с. 225- 231]; [3]; [6]

Ключові слова: кип'ятильник, водонагрівач, «сухий хід», кип'ятильник безперервної дії, кип'ятильник періодичної дії

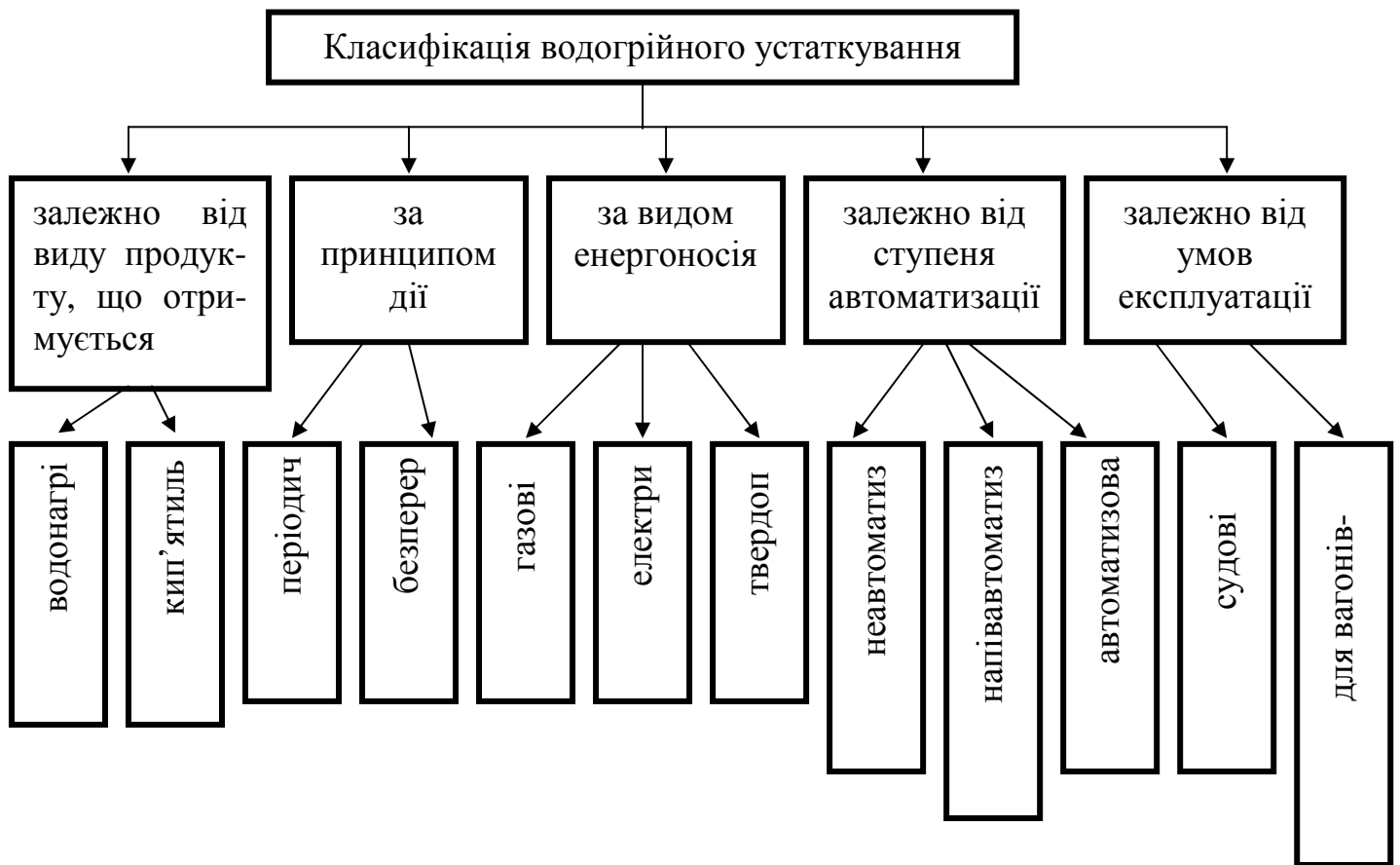
► *Класифікація водогрійного устаткування*



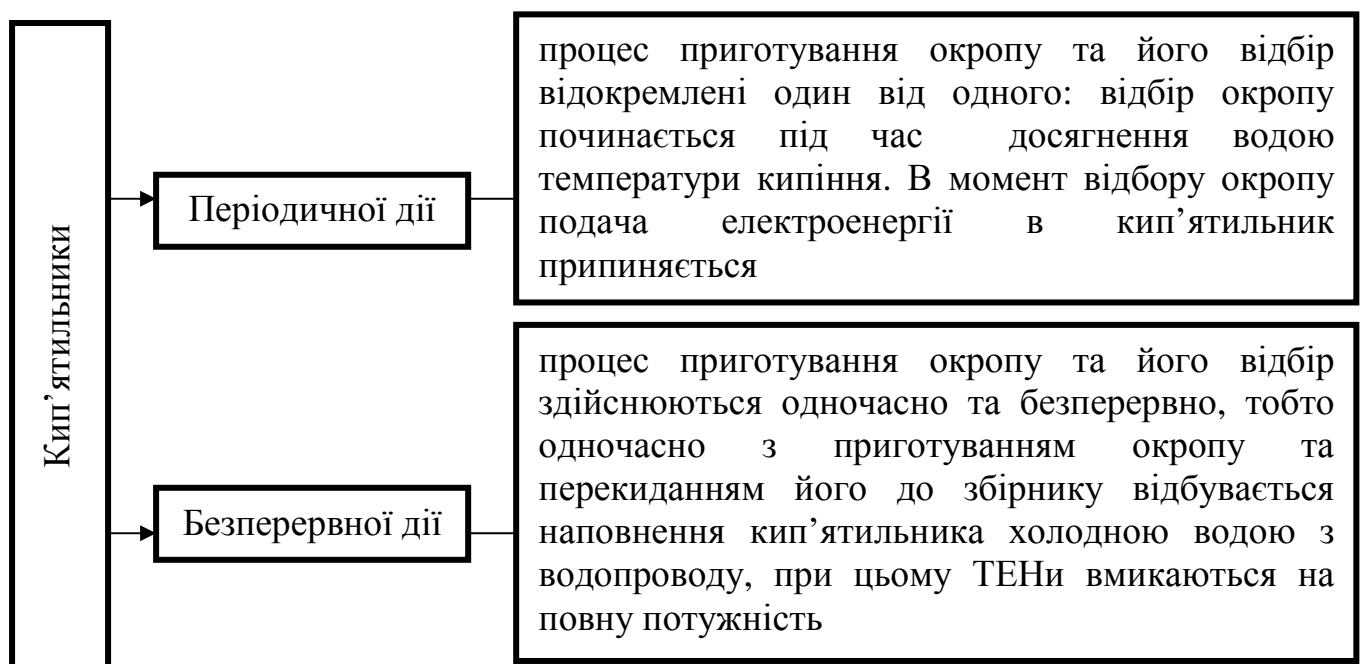
В закладах ресторанного господарства для технологічних і санітарно-технічних цілей використовується гаряча вода з температурою 70 ті 100⁰С. Гарячу воду з температурою 70⁰С готують у водонагрівачах і водогрійних пристроях, окріп – в кип'ятильниках.

► *Підвищення ефективності роботи водогрійного устаткування*



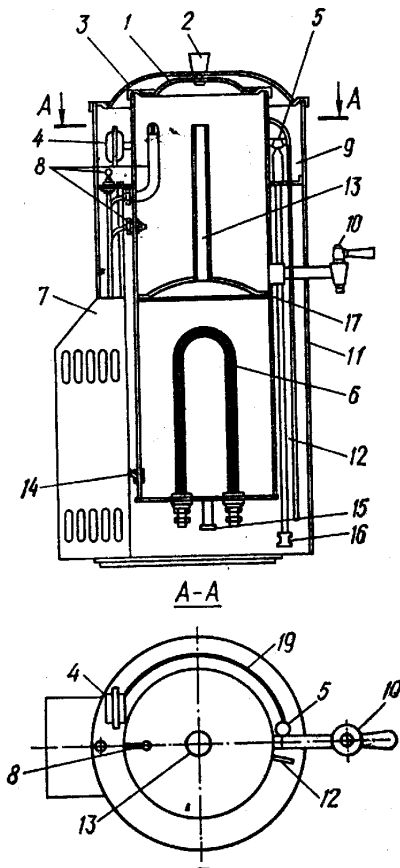


► *Основні вимоги, що ставляться до кип'ятильників, їх класифікація, будова, принцип дії, номенклатура*



Робота кип'ятильників безперервної дії основана на принципі сполучених судин.

Рис. 11.1 Кип'ятильник безперервної дії КНЭ-25 (КНЭ-50 та КНЭ-100 мають таку ж конструкцію)



1 – відбивач; 2 – гайка кришки; 3 – кришка; 4 – поплавков; 5 – клапан регулятора рівня води; 6 – ТЕН; 7 – блок автоматики керування; 8 – електроди рівня; 9 – живильна коробка; 10 – кран відбору окропу; 11 – діафрагма; 12 – сигнальна труба; 13 – переливна труба; 14 – живильна труба; 15 – патрубок для промивання; 16 – трубопровід холодної води; 17 – корпус; 18 – важіль поплавка.

З водопроводу вода потрапляє через поплавковий клапан до живильної коробки. Поплавковий регулятор автоматично підтримує заданий рівень води в сполучених судинах. З живильної коробки по живильній трубці вода подається до нижньої частини водонагрівача, де вона, нагріваючись, підіймається вгору, доводиться до кипіння й по переливній трубці позирками пари перекидається до збірника окропу.

► **Принципові схеми кип'ятильників, що працюють на різних видах палива**

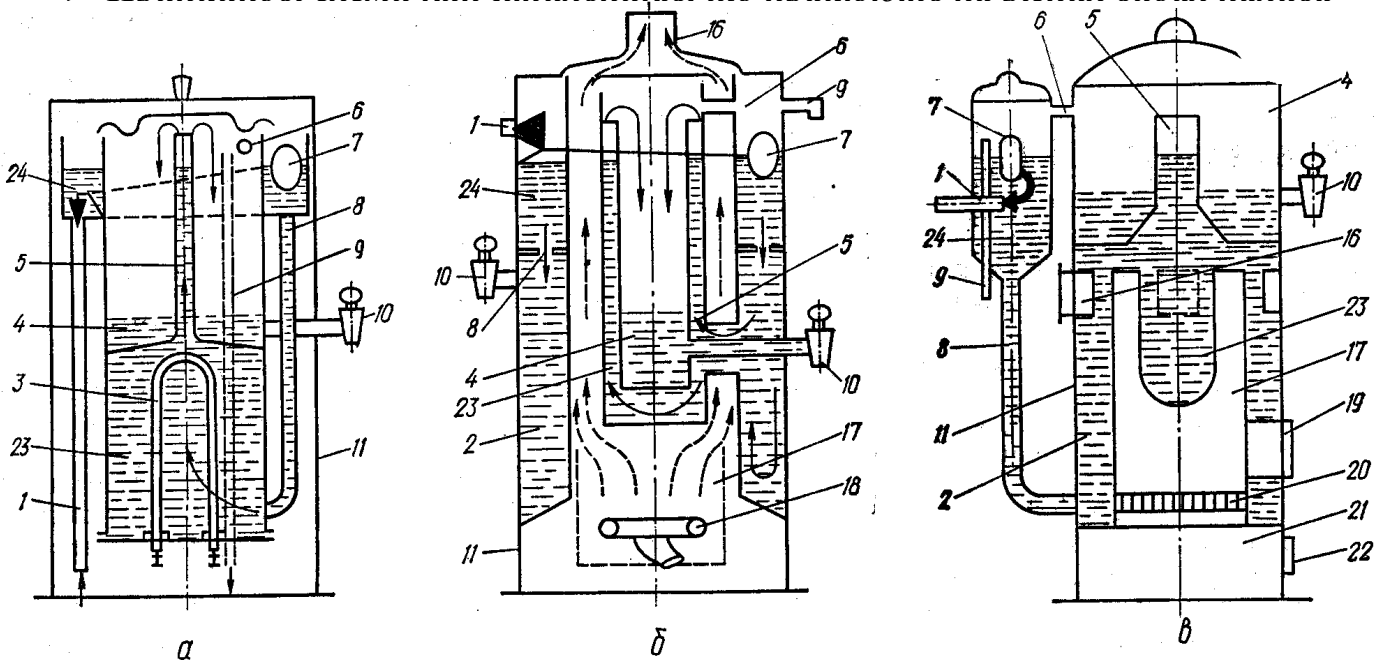


Рис. 11.2 Принципові схеми кип'ятильників безперервної дії: а – електричного; б – газового; в – твердопаливного:

1 – трубопровід подачі холодної води; 2 – водонагрівач; 3 – ТЕН; 4 – збірник окропу; 5 – переливна труба; 6 – патрубок, що поєднює збірник окропу з живильною коробкою; 7 – поплавков живильного клапана; 8 – живильна труба; 9 – сигнальна труба; 10 – кран; 11 – корпус кип'ятильника; 16 – патрубок для відведення продуктів згорання; 17 – камера згорання; 18 – газовий палик; 19 – топочні дверцята; 20 – колосникова решітка; 21 – зольник; 22 – дверцята зольника; 23 – кип'ятильний резервуар; 24 – живильна коробка.

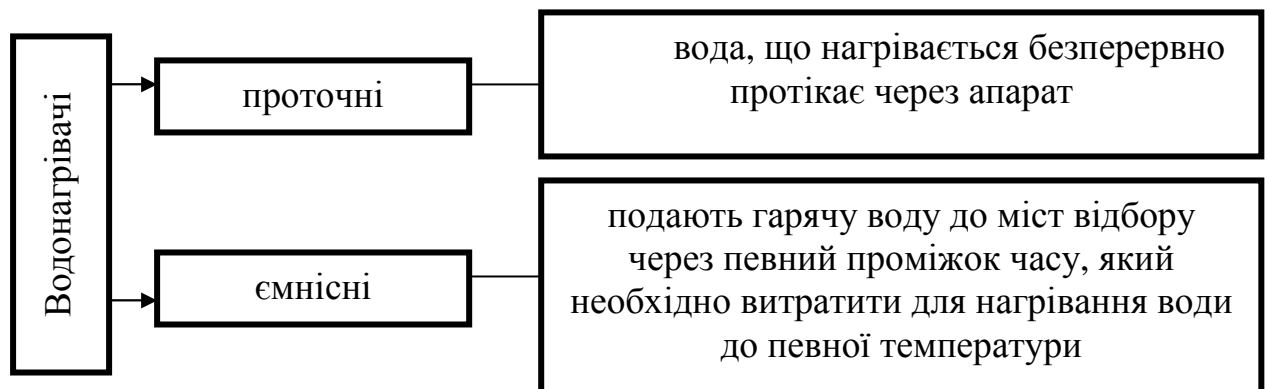


Автоматика кип'ятильника забезпечує захист ТЕНів від «сухого ходу», тобто неможливості їх вмикання при відсутності або занадто низькому рівню води в живильній коробці та кип'ятильному резервуарі, а також вимикання при надмірному зниженні рівня води під час роботи кип'ятильника

► **Особливості розрахунку теплового балансу кип'ятильників**

Показники, що визначаються	Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
Корисно використовується теплота (нестационарний режим)	$Q_1 = G_v \cdot c_v \cdot (t_k - t_n) \cdot \tau$ $G_v = V \cdot \rho_v$	G_v – кількість води, що нарівається, кг c_v – питома теплоємність води, Дж/кг·К t_k – температура окропу, °С t_n – початкова температура води, °С τ – тривалість нестационарного режиму, год V – об'єм кип'ятильного резервуару (приймається з технічної характеристики кип'ятильників), м ³ ρ_v – густина води (971,8 кг/м ³)
Корисно використовується теплота (стаціонарний режим)	$Q_1' = D_d \cdot c_v \cdot (t_k - t_n) \cdot \tau'$ $D_n = D_d \cdot \frac{t_k - t_n}{90}$	D_d – дійсна продуктивність кип'ятильника, л/год; τ' – тривалість стаціонарного режиму, год

► **Водонагрівачі, їх призначення, класифікація, будова і конструктивні особливості**



Водонагрівачі призначені для нагріву води в посудомийних машинах або як самостійні апарати для безперервного нагрівання води. Водонагрівач представляє собою циліндричний сталевий резервуар, який герметично закривається кришкою. У середині резервуару на кришці змонтовані трубчасті електронагрівачі. Резервуар встановлений усередині запобіжного кожуха, який виконано із сталі, що покрита зовні емаллю. Між кожухом і резервуаром покладена теплоізоляція – мінеральна вата.



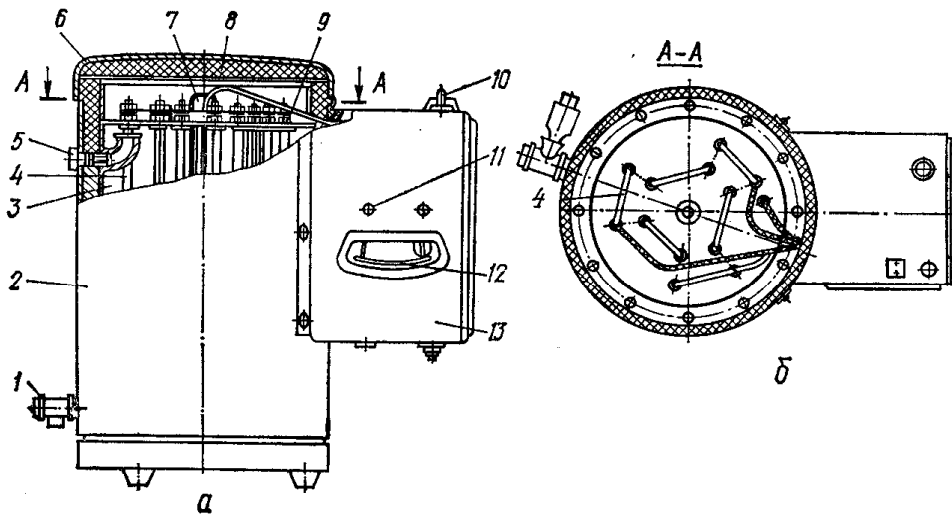


Рис. 11.3 Водонагрівач НЭ-1В:

1 – патрубок для під'єднання до водопроводу; 2 – кожух; 3 – водонагрівач; 4 – ТЕН; 5 – патрубок відбору гарячої води; 6 – з'ємна кришка; 7 – датчик термосигналізатора; 8 – теплоізоляція; 9 – кришка кріплення ТЕНів; 10 – ТЕН; 11 – сигнальна лампочка; 12 – термосигналізатор; 13 – блок електроапаратури та автоматики.

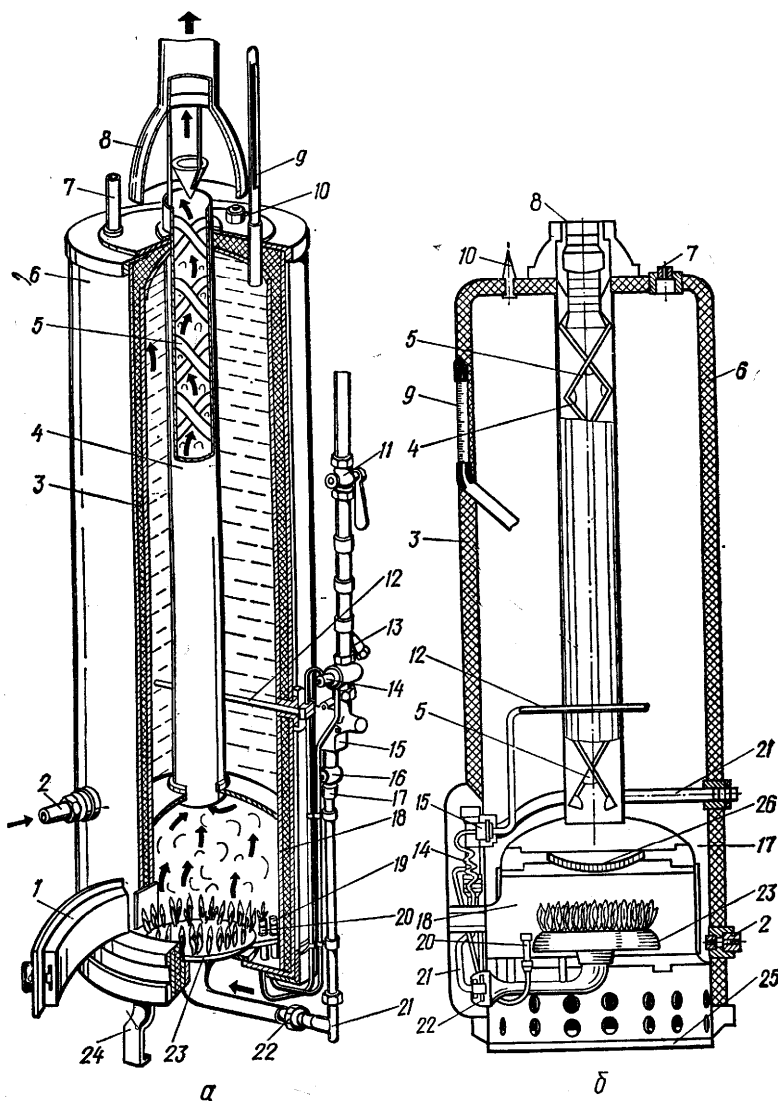


Рис. 11.4 Газові водонагрівачі типу АГВ:

а) АГВ-80; б) АГВ-120:

1 – дверцята камери згорання; 2 – патрубок для приєднання до водопровідної труби; 3 – теплоізоляція; 4 – газохід; 5 – турбулізатор; 6 – кожух; 7 – патрубок для приєднання до системи гарячого водопостачання; 8 – стабілізатор тяги; 9 – термометр; 10 – запобіжний клапан; 11 – кран на газопроводі, що підводиться; 12 – датчик терморегулятора; 13 – сітчастий фільтр; 14 – електромагнітний клапан; 15 – терморегулятор; 16 – кран перед пальником; 17 – резервуар для води; 18 – камера згорання; 19-термопара; 20 – стаціонарний запальник; 21 – газопровід до пальника; 22 – регулятор первинного повітря; 23 – насадка пальника; 24 – ніжка; 25 – опорне кільце; 26 – екран



Під час роботи апарата вода в резервуарі нагрівається та підіймається в його верхню частину. Об'єм води збільшується, але тиск її не підвищується, оскільки гарячій воді відкритий вихід через трубопровід. Коли температура води в верхній частині резервуару досягає верхньої заданої межі, ТЕНи вимикаються, а подавання холодної води до водонагрівача припиняється. Коли рівень гарячої води досягає нижньої межі, ТЕНи вмикаються.

► **Техніко-експлуатаційні показники роботи водонагрівачів**

Показники, що визначаються	Розрахункове рівняння	Складові елементи рівняння
Стаціонарна продуктивність, л/год	$D_{cm} = D_{\partial} \cdot \frac{t_k - t_n}{80}$	D_{∂} – годинна дійсна продуктивність водонагрівача, л/год; t_k – температура води, що виходить з апарата, °С t_n – початкова температура води, °С
Питома продуктивність, л/год	$d_n = \frac{D_{cm}}{G}$	G – загальна маса апарата, кг
Питомі витрати теплоти	$q = \frac{Q}{D_{cm}}$	Q – кількість витраченої теплоти, кДж
Коефіцієнт корисної дії	$\eta = \frac{D_{\partial} \cdot c \cdot (t_k - t_n)}{Q}$	c – теплоємність води, Дж/(кг·К)
Напруга поверхні нагріву	$g_{\partial} = \frac{D_{cm}}{F_n}$	F_n – площа поверхні нагріву, м ²



1. Наведіть класифікацію водогрійного устаткування.
2. Яким чином можна підвищити ефективність роботи водогрійного устаткування?
3. Наведіть принципову схему електричного кип'ятильника безперервної дії.
4. На якому принципі базується робота кип'ятильників безперервної дії?
5. Надайте визначення поняттю «нормальний кип'яток»
6. В чому полягає особливість розрахунку теплового балансу водогрійного устаткування?
7. Наведіть будову водонагрівача НЭ-1В.
8. Назвіть та опишіть техніко-експлуатаційні показники роботи водонагрівачів.



1. «Нормальний окріп» це:
 - а) вода, що нагріта від 15 до 100°C ;
 - в) вода, що нагріта від 10 до 90°C ;
 - б) вода, що нагріта від 10 до 100°C ;
 - г) вода, що нагріта від 20 до 100°C .

2. Якого типу електронагрівачі використовується в кип'ятильниках:
 - а) закриті з доступом повітря;
 - б) відкриті;
 - в) герметично закриті?

3. Електрод «нижнього рівня» знаходиться:
 - а) в нижній частині живильної коробки;
 - б) в нижній частині збірника окропу;
 - в) в нижній частині водонагрівача.

ТЕМА 12 ДОПОМІЖНЕ УСТАТКУВАННЯ

Лекція №1

План лекції

1. Призначення допоміжного устаткування. Класифікація, технологічні вимоги.
2. Устаткування для роздачі та самообслуговування, його номенклатура. Призначення, особливості конструкцій мармитів, роздавальних накопичувальних стояків, електротермостатів, теплових електричних шаф.
3. Опалювальні горни як вид допоміжного устаткування.



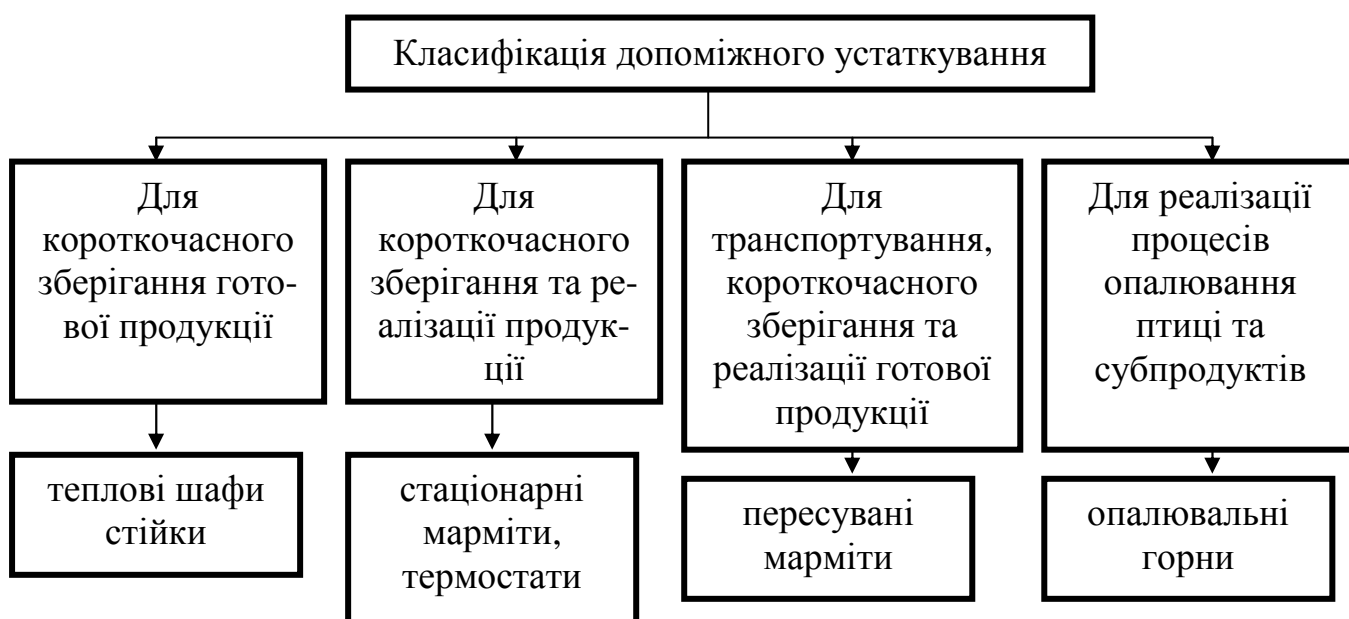
Література: [1, с. 471 - 485]; [2, с. 436- 482]; [7]

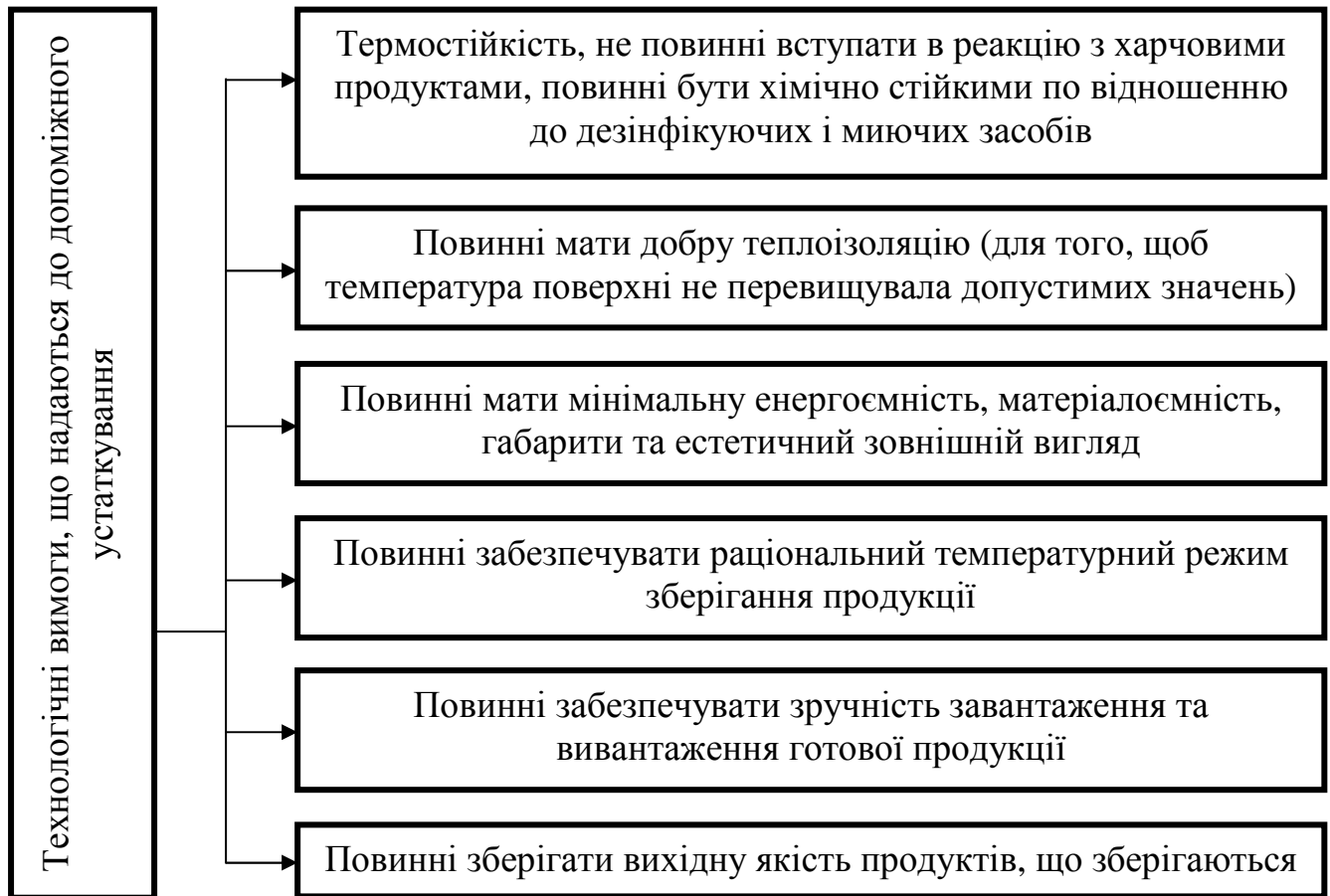
Ключові слова: марміт, шафа, горн, електротермостат, тепловий стояк

► *Призначення допоміжного устаткування. Класифікація, технологічні вимоги*



Допоміжне устаткування призначене для підтримання в гарячому стані продукції як безпосередньо в закладах ресторанного господарства, так і під час транспортування її до місць реалізації.





► Устаткування для роздачі та самообслуговування, його номенклатура

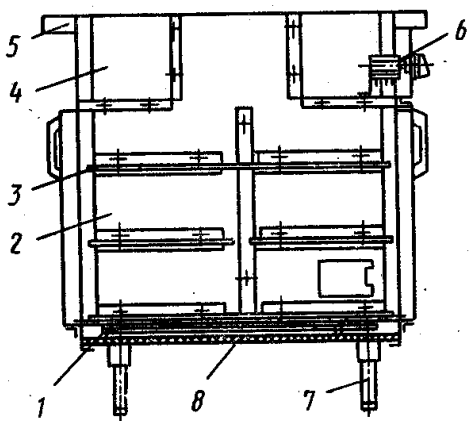


Рис. 12.1 Сійка тепла для роздачі СРТЭСМ:
1 – ТЕНи; 2 – тепла шафа; 3 – полки; 4 – ніши; 5 – стіл; 6 – перемикачі; 7 – ножки; 8 – рама

Призначена для підігріву тарілок перед порціонування страв. Випускається в секційно-модульованому виконанні, має стіл і теплову шафу, яку розділено на чотири частини. У відсіках розташовані полки для зберігання тарілок. Шафа обігривається чотирма ТЕНами.

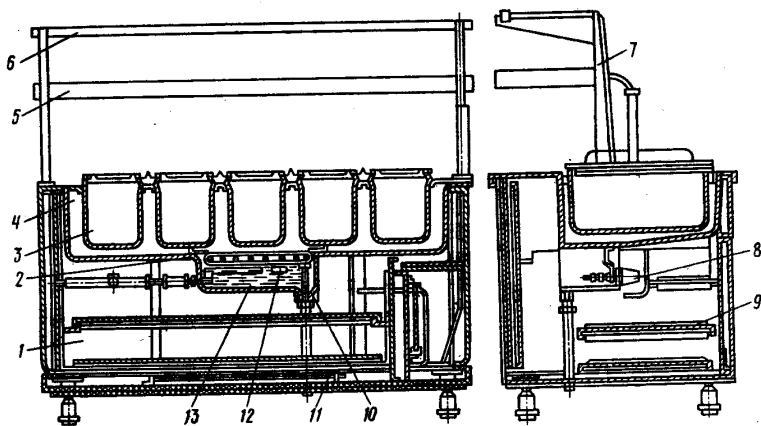


Рис. 12.2 Прилавок-мармит для других страв ЛПС-3:

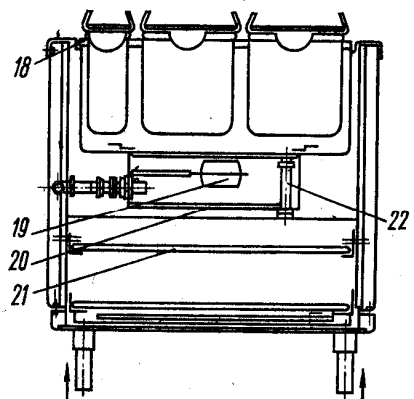
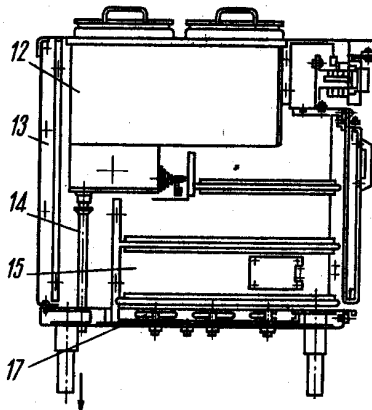
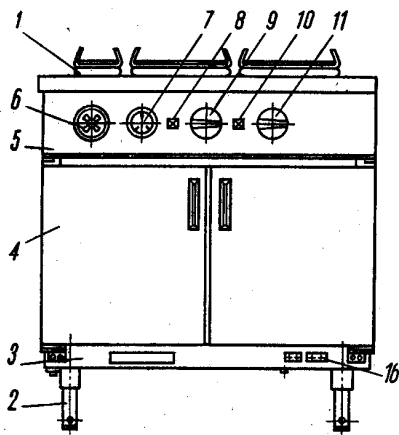
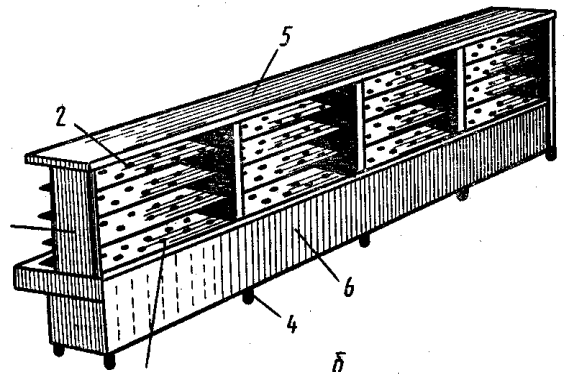
1 – тепла шафа; 2 – парогенератор; 3 – мармитниця; 4 – паровий піддон; 5 – рампа; 6 – полка; 7 – сійка; 8 – реле тиску; 9 – полка теплової шафи; 10 – трубка переливання; 11 – ТЕН теплової шафи; 12 – поплавковий регулятор рівня; 13 – ТЕН парогенератора; 14 – облицювальна панель; 15 – панель керування

► *Призначення, особливості конструкцій мармитів, роздавальних накопичувальних стояків, електротермостатів, теплових електричних шаф*

Рис. 12.3 Стійка-накопичувач СНР:

1 – бокова панель секції; 2 – полки; 3 – конфорки; 4 – ніжки; 5 – кришка; 6 – основа

Призначена для накопичування та роздачі обідів, які скомплектовані на спеціальних рідносах, а також для підтримання заданої температури перших та других страв



В каналізацію Підведення води Підведення електроенергії

Рис. 14.4 Марміт стаціонарний електричний секційно модульований МСЭСМ-50:

1 – мармитниця; 2 – ніжка; 3 – основа; 4 – дверцята; 5 – панель керування; 6 – вентиль підведення води; 7 – розетка У94-0; 8 – сигнальна лампа з червоним світлофільтром; 9 – вимикач; 10 – сигнальна лампа с зеленим світлофільтром; 11 – перемикач; 12 – стіл-піддон; 13 – кожух; 14 – труба зливна; 15 – шафа теплова; 16 – болт заземлення; 17 – трубчастий електронагрівач; 18 – вставка; 19 – пристрій поплавковий; 20 – ТЕН парогенератора; 21 – полка; 22 – труба-пробка

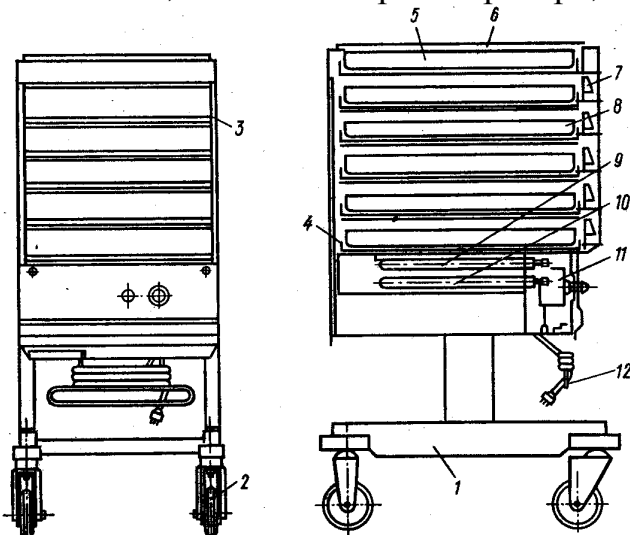


Рис. 12.5 Шафа пересувна теплова електрична ШПТЭ-1:

1 – каркас; 2 – колесо; 3 – кожух; 4 – піддон; 5, 8 – противні; 6 – кришка; 7 – направляючі; 9, 10 – ТЕНи; 11 – датчик-реле температури; 12 – шнур.

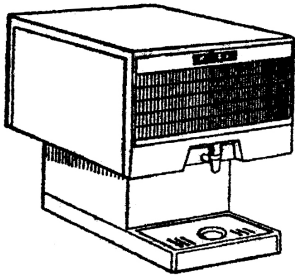


Рис. 12.6 Термостат ТЭ-25

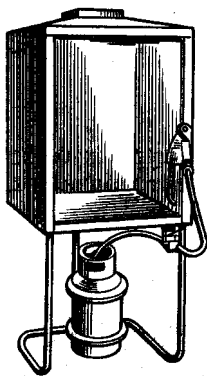
Призначений для нагрівання й утримання в гарячому стані какао, кави та інших гарячих напоїв. Встановлюється на прилавках буфетів, кав'ярних прилавках і в лініях самообслуговування.

Складається з наступних елементів: рами з опором, кожуха (всередині кожуха висувна ємність з краном, кришкою та фільтром), ТЕНа, кришки, датчика-реле температури; панелі керування; сигнальної лампи; решітки та піддону (під краном).

► Опалювальні горни як вид допоміжного устаткування



Пристрої для опалювання птиці та дичини УОП-1, УОП-2 призначені для опалювання тушок птиці, дичини в закладах ресторанного господарства



Складаються із рами, у верхній частині кожуху є отвір для підключення пристрою до витяжної вентиляції. До кришки кожуху вздовж вісі вентиляційного отвору кріпиться поворотний диск з крюками для фіксації тушок.

Пальник складається з колектора з шістьма сопловими отворами, які призначені для подавання газу, що інжектують повітря через центральний отвір змішувача. Пристрій ОУП-1 підключається до системи централізованого газопостачання, а ОУП-2 комплектується балоном із зрідженим газом і редуктором.



1. Яке призначення в закладах ресторанного господарства має допоміжне устаткування?
2. Назвіть технологічні вимоги, що висувуються до допоміжного устаткування.
3. Які особливості конструкцій мають опалювальні горни?

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Оборудование предприятий общественного питания : В 3 ч. Ч. 2. Тепловое оборудование : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.П. Кирпичников, М.И. Ботов. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 496 с.
2. Дорохін, В.О. Теплове обладнання підприємств харчування : підручник / В.О. Дорохін, Н.В. Герман, О.П. Шеляков. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004. – 583 с.
3. Устаткування підприємств харчування. Курсове проектування: Навч. посібник / О.І. Черевко, Г.В. Дейниченко, Н.О. Афукова та ін.; за ред. О.І. Черевка, Г.В. Дейниченка. – 2-ге вид., перероб. і доп. / ХДУХТ. – Харків: Факт, 2011. – 256 с.
4. Дипломне проектування : навч. посібник / Г.В. Дейниченко [і ін.]; відп. Г.В. Дейниченко. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2004. – 256 с.
5. Конвісер І.О., Бублик Г.А., Паригіна Т.Б., Григор'єв Ю.М. Устаткування закладів ресторанного господарства: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів, які навчаються за спеціальністю «Технологія харчування» / За ред. І.О. Конвісера. – К.: КНТЕУ, 2005. – 526 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

6. Дейниченко, Г.В. Оборудование предприятий питания : справочник. Ч.1 / Г.В. Дейниченко, В.А. Ефимова, Г.П. Постнов. – Харьков: Мир Техники и Технологий, 2002. – 256 с.
7. Дейниченко, Г.В. Оборудование предприятий питания : справочник. Ч.2 / Г.В. Дейниченко, В.А. Ефимова, Г.П. Постнов. – Харьков: Мир Техники и Технологий, 2003. – 380 с.
8. Дейниченко, Г.В. Оборудование предприятий питания : справочник. Ч.3 / Г.В. Дейниченко, В.А. Ефимова, Г.П. Постнов. – Харьков: Мир Техники и Технологий, 2005. – 456 с.
9. Беляев, М.И. Оборудование предприятий общественного питания Том 3. Тепловое оборудование : / М.И. Беляев. – М.: Экономика, 1989. – 559 с.
10. Кирпичников, В.П. Тепловое оборудование предприятий общественного питания : справочник / В.П. Кирпичников, М.И. Ботов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
11. Ботов, М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания / М.И. Ботов, В.А. Елхина, О.М. Голованов. – М.: Издат. центр «Академия», 2002. – 464 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. <http://www.spb.t-d.ru> – торговельне, холодильне, устаткування для професійної кухні, устаткування для харчових виробництв, посуд і інвентар для об'єктів торгівлі та закладів ресторанного господарства
2. <http://www.torgpro.ru> – професійне устаткування для закладів ресторанного господарства
3. <http://www.t-d.dn.ua> – технологічне устаткування
4. <http://www.rada2000.ru> – комплексне устаткування для кухні
5. <http://www.vermi.com.ua> – устаткування для кафе та ресторанів
6. <http://www.jeju.ru> – теплове кухонне устаткування
7. <http://www.abat.ru> – тістомісильні машини, УКМ, м'ясорубки, овочерізки, пароконвектомати, стравоварильні котли, мармити, сковороди, кип'ятильники, плити, фритюрниці, грилі
8. <http://www.fagorindustrial.com> – пароконвектомати, плити
9. <http://www.rational-ag.com> – пароконвектомати
10. <http://www.unox.it> – пароконвектомати, грилі
11. <http://www.tecnoinox.it> – плити, фритюрниці, мармити
12. <http://www.anvilworld.com> – кип'ятильники, жарильні поверхні
13. <http://www.sikom.com> – грилі, фритюрниці
14. <http://www.restline.ru> – теплове устаткування
15. <http://www.trapeza.ru> – грилі, котли, конвекційні печі, макароніварки, пароконвектомати, мікрохвильові печі, фритюрниці, тостери
16. <http://trade-design.ru> – котли стравоварильні, сковороди, мармити, грилі
17. <http://restoranoff-spb.ru> – лінії роздачі, плити електричні, пароконвектомати, електрокип'ятильники
18. <http://intradashop.spb.ru> – теплове технологічне устаткування
19. <http://www.pteh.biz> – котли, плити, шкафи, мармити
20. <http://abatnw.spb.ru> – теплові лінії, плити, сковороди, котли
21. <http://www.profitex.com.ua> – професійне устаткування для кухні
22. <http://www.kuechenbach.ru> – мікрохвильові печі, кип'ятильники
23. <http://www.bourgeois-rus.ru> – пароконвектомати
24. <http://www.retigo.ru> – пароконвектомати
25. <http://www.olis.ru> – устаткування для професійної кухні
26. <http://www.balticmaster.ua> – теплове устаткування
27. <http://coffeetrade.com.ua> – устаткування для приготування гарячих напоїв
28. <http://www.metos.su> – устаткування для професійної кухні.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ТЕМА 1. Загальні відомості про теплові апарати	4
ТЕМА 2. Паливо, теплоносії	12
ТЕМА 3. Загальні принципи будови теплових апаратів	21
ТЕМА 4. Тепловий розрахунок апаратів	28
ТЕМА 5. Теплогенеруючі пристрої	33
ТЕМА 6. Схеми енергопостачання закладів ресторанного господарства	44
ТЕМА 7. Апарати НВЧ- та ІЧ-нагріву	50
ТЕМА 8. Стравоварильне устаткування	58
ТЕМА 9. Жарильно-пекарське устаткування	67
ТЕМА 10. Універсальні теплові апарати (плити)	84
ТЕМА 11. Водогрійне устаткування	90
ТЕМА 12. Допоміжне устаткування	97
ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА	101
ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА	101
ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ	102

Навчальне видання

Укладачі:

ДЕЙНИЧЕНКО Григорій Вікторович

МАЗНЯК Захар Олександрович

ЧЕРВОНИЙ Віталій Миколайович

Теплове обладнання

**Опорний конспект лекцій
для студентів напряму підготовки
6.050502 «Інженерна механіка» усіх форм навчання**

Підп. до друку . .2011 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Друк офс.
Обл.-вид. арк. – 5,77 Ум. друк. арк.- 6,5 Тираж 100 прим. Зам. №

Харківський державний університет харчування та торгівлі.
61051. Харків-51, вул. Клочківська, 333.
ДОД ХДУХТ. Харків-51, вул. Клочківська, 333.