МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ТЕПЛОВЕ ТА ХОЛОДИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Навчально–методичний посібник
для самостійної роботи студентів

Укладачі: Н. В. Дубова, О. В. Джога

Умань
Видавець «Сочінський М. М.»
2025

УДК 640.4:621.5](075.8)
Т34

Рецензенти:

Заморська І. Л., доктор технічних наук, професор, професор кафедри харчових технологій Уманського національного університету;

Пасєка С. Р., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри туризму і готельно–ресторанної справи Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

Філімонова І. А., доктор філософії, доцент кафедри професійної освіти та технологій за профілями Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Рекомендовано до друку вченою радою
Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини
(протокол № 9 від 25 листопада 2025 р.)

Теплове та холодильне устаткування закладів ресторанного
Т34 господарства : навч.–метод. посіб. для самостійної роботи студ. / МОН України, Уманський держ. пед. ун–т імені Павла Тичини ; уклад.: Н. В. Дубова, О. В. Джога. – Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2025. – 164 с.

ISBN 978-966-304-610-5

У навчально-методичному посібнику «Теплове та холодильне устаткування закладів ресторанного господарства» розкриваються питання призначення, класифікації, будови, правил експлуатації теплового та холодильного устаткування; висвітлені питання техніки безпеки під час роботи з ним.

Посібник буде корисний для здобувачів освітнього ступеню бакалавр спеціальностей: А5 Професійна освіта. Спеціалізація: А5.37 Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології); J2 Готельно–ресторанна справа та G 13 Харчові технології.

УДК 640.4:621.5](075.8)

ISBN 978-966-304-610-5 © Дубова Н. В., Джога О. В., уклад., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 5
РОЗДІЛ І. ТЕПЛОВЕ УСТАТКУВАННЯ
Тема 1. Загальні відомості про теплове устаткування 7
1. Мета теплової обробки. Характеристика основних способів теплової обробки харчових продуктів 7
2. Загальні принципи будови та класифікація теплових апаратів 14
Тема 2. Обладнання для варіння 22
1. Харчоварильні котли 22
2. Пароварильні шафи 31
3. Кавоварки 33
4. Вузькоспеціалізовані варильні апарати: сосисковарки, макароноварки 37
Тема 3. Жарильно–пекарське устаткування 40
1. Характеристика основних способів смаження та класифікація жарильно–пекарського обладнання 40
2. Будова та принцип роботи сковорідок 43
3. Фритюрниці, їх призначення. Особливості процесу смаження у фритюрі 47
4. Жарильні та пекарські шафи 50
5. Кондитерські печі і жарильні апарати 55
6. Пароконвектомати та конвектомати 59
Тема 4. Універсальні теплові апарати (плити) 65
1. Класифікація та види плит 65
2. Обладнання для підтримки страв у гарячому стані 70
Тема 5. Водогрійне устаткування 73
1. Класифікація водогрійного устаткування 73
2. Кип’ятильники 73
3. Водонагрівачі 77
Завдання для самостійної роботи 79
Методичні рекомендації до самостійної роботи 81
РОЗДІЛ ІІ. ХОЛОДИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ
Тема 6. Фізичні принципи отримання низьких температур 90
1. Поняття теплоти і холоду 90
2. Фізичні основи отримання холоду 91
3. Загальний принцип роботи холодильних машин 93
4. Характеристика способів штучного охолодження 95

Тема 7. Будова та принцип роботи компресійної холодильної машини 110
1. Принцип роботи компресійної холодильної машини 110
2. Характеристика холодильних агентів 112
3. Компресори холодильних машин 116
4. Теплообмінні апарати холодильних машин 123
5. Прилади автоматики холодильних машин 130
6. Холодильні агрегати 130

Тема 8. Торгове холодильне устаткування 132
1. Класифікація та загальна характеристика торгового холодильного устаткування 132
2. Льодогенератори, фризери, охолоджувачі напоїв, холодильні шафи, холодильні камери, холодильні вітрини 135
3. Правила експлуатації холодильного обладнання 147

Завдання для самостійної роботи 149

Методичні рекомендації до самостійної роботи 151

Практичні рекомендації для майбутніх педагогів щодо використання обладнання в навчальних лабораторіях 158

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ 160

ДОДАТКИ 161

ВСТУП

Об’єктивною реальністю сьогодення є той факт, що харчова галузь оснащена різноманітним устаткуванням, Яке використовуєтьсяв закладах ресторанного господарства у процесі приготування їжі, і тому студенти мають бути ознайомлені з різноманітним устаткуванням, що передбачено сучасними вимогами програми. Фахівцям відповідної галузі в своїй подальшій професійній діяльності необхідно знати кулінарне обладнання, вміти правильно його експлуатувати, проводити нескладні ремонти.

Вивчення теплового обладнання передбачає придбання студентами необхідних знань та навичок, пов’язаних з вибором, призначенням, будовою, принципом дії, монтажем, експлуатацією, налагодженням та усуненням неполадок теплового та холодильного устаткуванняв закладах ресторанного господарства.

Збереження харчової та біологічної цінності сировини, продуктів і напівфабрикатів під час тривалого зберігання можливе при використанні процесу охолодження як дієвого способу консервування.

Сьогодні провідне місце в холодильній техніці посідають холодильні машини, які широко розповсюдженів закладах ресторанного господарства. Це холодильні камери і шафи, холодильні прилавки та вітрини, льодогенератори, фризери для виробництва морозива, охолоджувачі для напоїв, апарати інтенсивного «шокового» заморожування, мінібари тощо. Торгове холодильне обладнання призначене для короткочасного зберігання при зниженій температурі, демонстрації та продажу попередньо охолоджених або заморожених харчових продуктів.

Провідною холодильною технікою на сучасному етапі є холодильні машини з низькою та середньою холодопродуктивністю – саме в них вперше запроваджено повну автоматизацію роботи машини, агрегацію та монтаж основних елементів машини на заводі–виробнику, застосування нових видів холодильних агентів, герметизація компресорів тощо.

Навчально–методичний посібник призначений для самостійної роботи: формування теоретичних знань про будову, принцип дії та класифікацію теплового й холодильного обладнання; розвиток умінь аналізувати роботу технологічних систем; набуття навичок розрахунку продуктивності, енерговитрат, режимів експлуатації;

підготовка до практичних занять, модульного контролю та виробничої практики.

Методи та форми виконання самостійної роботи: робота з технічною документацією; виконання розрахункових завдань; підготовка презентацій та міні–проєктів; аналіз відеоматеріалів роботи обладнання; складання схем і таблиць; тестування через систему Moodle Тест.

Викладення інформації в посібнику супроводжується відповідними рисунками та схемами, що дає змогу студентам якнайкраще зрозуміти будову та принцип роботи устаткування.

РОЗДІЛ І. ТЕПЛОВЕ УСТАТКУВАННЯ

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕПЛОВЕ УСТАТКУВАННЯ

План

1. Мета теплової обробки. Характеристика основних способів теплової обробки харчових продуктів.
2. Загальні принципи будови та класифікація теплових апаратів.

1. Мета теплової обробки. Характеристика основних способів теплової обробки харчових продуктів

Заключною стадією більшості технологічних процесів приготування їжі є теплова обробка.

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.

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

Практично всі харчові продукти є 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.

Під час виробництва продуктів харчування усередині них відбуваються явища різної фізичної природи, пов’язані з перенесенням теплоти. Теплове обробки продуктів призводить до змін їх структурно–механічних, фізико–хімічних і органолептичних властивостей, які визначають ступінь кулінарної готовності.

Теплота переноситься за рахунок теплопровідності. При цьому відбувається рух води, яка міститься в продуктах. Даний процес може мати механічний, тепловий (передача теплоти) і дифузійний (передача маси) характер. Як правило, застосовуються змішані процеси: *дифузійно–теплові*, *механіко–теплові*, *електродифузійні*.

До теплових належать процеси передачі теплоти через стінки (поверхні нагріву) апаратів, розігріву апаратів (виходу їх на робочий режим), втрат теплоти у навколишнє середовище, розморожування і розігрівання кулінарних виробів.

Найбільш широков закладах ресторанного господарства використовують дифузійно–теплові процеси, які є основними для приготування страв: смаження, випікання, варіння, пасерування тощо.

Основними прийомами теплової обробки харчових продуктів є варіння і смаження. Вони застосовуються як окремі операції або в різних комбінаціях. Для реалізації цих прийомів в тепловому обладнанні використовують різні способи нагрівання продуктів: ***поверхневий***, ***об'ємний***, ***комбінований***. Під час усіх способів нагрівання зовнішній теплообмін супроводжується перенесенням маси, в результаті чого частина вологи з продуктів переходить в довкілля, а при тепловому обробленні в рідкому середовищі втрачаються також і сухі речовини сировини.

Під час смаження волога з поверхневих шарів продукту частково випаровується, а частково переміщується всередину до менш нагрітих ділянок, що призводить до утворення сухої скоринки, в якій відбувається термічне розкладання органічних речовин (при температурі більше 100°С). Чим швидше нагрівається поверхня, тим інтенсивніше відбувається перенесення теплоти, і тим швидше утворюється скоринка.

Поверхневе нагрівання продукту здійснюється за допомогою теплопровідності і конвекції під час підведення теплоти до центра продукту через його зовнішню поверхню. Нагрівання центральної частини продукту та доведення до кулінарної готовності протікає в основному за рахунок теплопровідності.

Інтенсивність теплообміну залежить від геометричної форми, розмірів і фізичних параметрів продуктів і середовища. Тривалість процесу теплового обробки поверхневим способом зумовлено низькою теплопровідністю більшості харчових продуктів.

Основні прийоми поверхневої теплової обробки продуктів – *варіння і смаження.*

Для всіх видів *варіння* (варіння у воді, бульйоні, молоці тощо) характерне прогрівання продукту при зануренні його в нагріте середовище, що не перевищує температури 100 – 120°С (котли стравоварильні, кастрюлі тощо); температура робочого об'єму

апарата 100°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу 80 – 95°С.

Особливістю процесів варіння є швидке доведення рідкого середовища до температури кипіння і подальша витримка продуктів в киплячій рідині до стану готовності. Для спеціальних процесів варіння, наприклад для виварювання кісток, застосовують апарати підвищеного тиску (до 250 кПа), а отже, температура гріючого середовища в них перевищує 100°С і досягає 140°С (автоклави); температура робочого об'єму апарата 135 – 137°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу 100 – 120°С.

Від основних способів варіння дещо відрізняється варіння так званою «гострою парою», що здійснюється в результаті безпосереднього контакту гріючої пари з оброблюваним продуктом. На парі, температура 105 – 107°С (пароварильні апарати); температура робочого об'єму апарата 105 – 107°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу 85 – 98°С. На парі, що гріє при температурі 140 – 150°С (вакуум–апарати); температура робочого об'єму апарата 60 – 80°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу складає 60 – 70°С. В цьому випадку в продукті значно знижуються втрати мінеральних солей екстрактних речовин, готові вироби виходять більш смачними і ароматними.

Смаження – доведення продукту до стану кулінарної готовності за допомогою дії на нього проміжних теплоносіїв, що мають температуру понад 150°С (жиру, пари, гарячого повітря). Це складний технологічний процес, включає складний теплообмін, тепломасообмін, фізико–хімічні явища, які значно залежать від властивостей оброблюваних продуктів. Смаження здійснюється без додавання води (бульйону, молока) при температурах, що забезпечують появу на поверхні продукту специфічної скоринки. В кулінарній практиці використовують декілька видів смаження.

Смаження основним способом здійснюють в неглибокому посуді (сковороді) з додаванням невеликої кількості жиру (5 – 10% маси продукту), який заздалегідь розігрівають до 150 – 190°С (сковороди); температура робочої поверхні апарата 200 – 350°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу коливається в межах 82 – 135°С.

При смаженні у фритюрі продукт повністю занурюють в розігрітий до 150 – 190°С жир, а співвідношення жиру і продукту

повинно складати не менше 4 : 1 (фритюрниці, жарильні машини); температура робочого об'єму апарата сягає 160 – 190°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу становить 82 – 135°С.

Різновидом смаження є також теплова обробка продуктів в замкнутих камерах в гарячому повітрі, повітря в яких заздалегідь розігрівають до температури 250 – 350°С (жарильні та пекарні шафи); температура робочого об'єму апарата 105 – 107°С; температура поверхні та глибинних шарів продукту під час закінчення процесу 85 – 98°С.

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

Об'ємний спосіб підведення теплоти до продукту відбувається в апаратах з інфрачервоним (ІЧ), надвисокочастотним (НВЧ), електроконтактним (ЕК) та індукційним нагріванням.

Інфрачервоне випромінювання. Одним з основних факторів, що обумовлюють успішність застосування ІЧ–промінів для термообробки, є здатність їх проникати в оброблювані вироби на деяку глибину, впливати на молекулярну структуру і циркуляцію газів у порах, у зв'язку з чим швидко зростає температура не тільки на поверхні, але на деякій глибині. Це збільшує зону нагрівання; скорочує тривалість термообробки і дозволяє підводити променистий потік великої щільності, не побоюючись пригоряння продукту. Теплова енергія передається продукту випромінюванням при відсутності безпосереднього контакту між генераторами і виробом, що нагрівається.

Кулінарні вироби при термообробці ІЧ–випромінюванням не вимагають перегортання, тому що скоринка утвориться одночасно по обидва боки завдяки впливу ІЧ–променів, з одного боку, і контакту виробу з поверхнею листа, також нагрітого променистим потоком – з іншої сторони.

Якість продукції, обробленої ІЧ–випромінюванням, відповідає технологічним вимогам. Не менш важливо і те, що смаження в таких апаратах забезпечує збереження поживних речовин. Продукт смажать у попередньо нагрітій камері апарата, при цьому білки, наприклад, м'яса, риби на поверхні продукту в результаті інтенсивного впливу ІЧ–променів швидко згортаються, а пори м'язової тканини закупорюються, що перешкоджає виділенню соку. Тому м'ясо, риба, приготовлені в ІЧ–апаратах, відрізняються м'якістю і соковитістю,

тоді як при смаженні м’яса на сковороді, листі відбувається інтенсивне виділення соку, що призводить до великих втрат маси готового виробу.

При використанні ІЧ–нагріву підвищується можливість автоматизації процесу смаження, тому що променистий потік легко регулюється, спрощується конструктивне оформлення технологічного процесу, поліпшуються техніко–економічні показники виробництва.

ІЧ–випромінювачі нагрівають разом із продуктами і посуд, тому їх можна використовувати і для підігріву посуду перед порціонуванням страв. Потужність випромінювачів встановлюють таким чином, щоб запобігти доготовуванню страви після завершення теплової обробки. Нагрівання повинне лише компенсувати втрати тепла внаслідок природного охолодження.

ІЧ–нагрівання використовують переважно в процесах смаження і випікання кулінарних виробів. При його використанні для термічної обробки м’ясних кулінарних виробів тривалість процесу порівняно з традиційним способом скорочується на 40 – 60 %, питома витрата електроенергії зменшується на 20 – 60 %, а вихід готової продукції збільшується на 10 – 16 %.

НВЧ–нагрівання харчових продуктів здійснюється за рахунок перетворення енергії змінного електромагнітного поля надвисокої частоти в теплову енергію. Прогрівання продукту при цьому не поверхневе, а відбувається по всьому об’єму продукту. НВЧ–поле здатне проникати в продукт на значну глибину і прогрівати його незалежно від теплопровідності, тобто використовується для продуктів з різною вологістю. Високий ККД роблять даний спосіб нагріву одним із найефективніших для доведення продуктів до кулінарної готовності. Об’ємний характер нагрівання в полі НВЧ на порядок прискорює теплову обробку харчових продуктів порівняно з традиційними методами їх приготування. Це є принциповою перевагою НВЧ–нагрівання.

НВЧ–нагрівання називають мікрохвильовим або об’ємним, що вказує на коротку довжину хвилі електромагнітного поля і суть теплового обробки продукту по всьому об’єму. Нагрівання продуктів здійснюється в спеціальних НВЧ шафах і, як правило, без додавання води і жиру. Оскільки через втрати тепла в довкілля температура поверхневих шарів менша, ніж температура центральних, то на поверхні продукту відсутні специфічна шкірочка і забарвлення. У полі НВЧ, крім теплової обробки харчових продуктів, здійснюється

також розморожування готових кулінарних виробів та їх прогрів до заданої температури. Обидва процеси протікають без істотних втрат маси, зміни зовнішньої форми і за достатньо короткий проміжок часу (2,5 – 3,5 хв).

Переваги НВЧ–нагріву:

• скорочується час приготування їжі;

• відсутнє пригорання виробів;

• нагрів припиняється одночасно з припиненням подачі енергії;

• поліпшуються санітарно–гігієнічні умови праці;

• відсутній холостий хід і пов’язані з ним втрати тепла;

• немає негативних дій на навколишнє середовище.

Недоліки НВЧ–нагріву:

• труднощі у визначенні часу приготування страви з різним вмістом вологи кожного з вхідних в нього інгредієнтів;

• відсутність на поверхні продукту підсмаженої скориночки.

Такі поверхні можуть оснащуватися відбивачами різної форми, що розподіляють випромінювану енергію в заданому напрямку і дозволяють домогтися рівномірного розподілу променистого потоку по поверхні, що опромінюється.

Електроконтактне нагрівання забезпечує швидке підвищення температури продукту по всьому об’єму до потрібної величини за 15 – 60 с за рахунок пропускання через нього електричного струму. Даний спосіб застосовують в харчовій промисловості для прогрівання тістових заготовок під час випікання хліба і в процесі бланшування м’ясопродуктів.

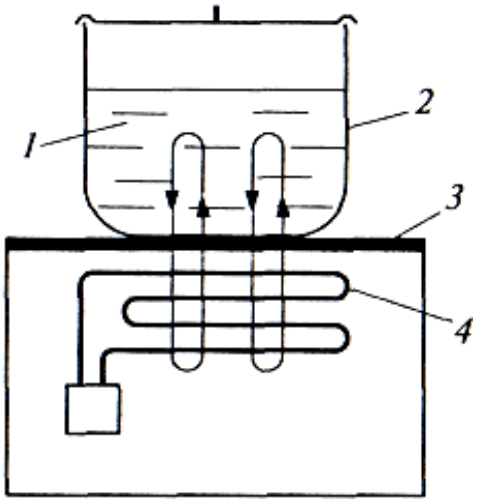


Рис. 1.1 Схема індукційної плити
1 – продукт; 2 – посуд; 3 – настил; 4 – індуктор

Індукційне нагрівання використовують в сучасних індукційних побутових плитах ів закладах ресторанного господарства. Індукційне нагрівання струмопровідних матеріалів, з яких виготовлено більшість кухонного посуду для плит, виникає під час їх розміщення у зовнішнє змінне магнітне поле, Яке створюється індуктором. Індуктор встановлюється під настилом плити і створює вихровий струм, який замикається в об'ємі посуду (рис. 1.1). Продукт оброблюється в спеціальному металевому посуді, який миттєво нагрівається внаслідок направленої дії електромагнітного поля. При цьому втрати тепла в навколишнє середовище мінімальні, що скорочує витрати електроенергії на приготування страви на 40 % у порівнянні зі звичайною електричною плитою. В індукційних теплових апаратах настил плити виготовляється з керамічних матеріалів і під час теплової обробки залишається холодним.

Комбіновані способи нагрівання – це послідовний або паралельний нагрів продукції декількома відомими способами з метою скорочення тривалості теплового обробки, підвищення якості кінцевого продукту та ефективності технологічного процесу. Наприклад, відсутність скоринки на поверхні виробів є основним недоліком теплової обробки продуктів у полі НВЧ. Усунути цей недолік можна, комбінуючи НВЧ–нагрів з іншими способами теплової обробки. Однією з таких комбінацій є триступінчастий спосіб смаження картоплі, технологія якого полягає в наступному: нарізана картопля в посуді з діелектричного матеріалу міститься у НВЧ–шафу і піддається впливу струмів надвисокої частоти (соломка протягом 90 с, брусочки – 180 с). Потім підготовлена і частково зневоднена (при НВЧ–нагріві із соломки віддаляється 40 % вологи, із брусочків – 20 – 25 %) картопля занурюється в жир, нагрітий до 180°С. У гарячому жирі картопля набуває вид смаженого продукту, але через незначний час перебування в жирі не доводиться до готовності. До повної готовності картопля доводиться в жаровій шафі при температурі 250 – 275°С, при цьому з неї видаляються додатково 10 – 20 % вологи.

Реалізувати переваги електрофізичних методів термообробки і здійснювати процес приготування їжі в умовах оптимального режиму дозволяє комбінування НВЧ–нагріву з наступним обсмажуванням у ІЧ–полі. Такий прийом теплової обробки здійснюють в апаратах періодичної і безперервної дії при поєднанні НВЧ– та ІЧ–випромінювання.

Вироби, випечені цим способом, по якості значно перевершують вироби, приготовлені традиційним способом: більша висота підйому (у 1,5 рази) і об'ємний вихід (на 5 – 8 %); краща крихкість.

Допоміжні способи кулінарної обробки харчових продуктів використовують для поліпшення якості страв та прискорення теплових процесів: термостатування, пасерування, ошпарювання, обпалювання.

Харчові продукти – порівняно погані провідники теплоти, тому для їх теплової обробки потрібен певний час, тривалість якого залежить від розмірів продукту і його фізичних властивостей, головним чином коефіцієнта теплопровідності. Низька теплопровідність продуктів є чинником, що істотно стримує інтенсифікацію їх теплової обробки. Усунути його вплив і прискорити тепловий процес дозволяє надвисокочастотний нагрів.

2. Загальні принципи будови та класифікація теплових апаратів

Теплові апарати, що використовуютьсяв закладах ресторанного господарства, відрізняються будовою, принципом дії, конструктивним виконанням, видом палива, призначенням і правилами експлуатації.

Теплові апарати класифікують за наступними ознаками:

– технологічному призначенню;

– джерелам теплоти (видам енергоносіїв);

– способу обігріву робочих поверхонь і об'ємів;

– степеню автоматизації;

– принципу роботи.

За технологічним призначенням теплові апарати ділять на універсальні (плити), спеціалізовані (харчоварильні котли, сковороди, фритюрниці, пекарські і жарові шафи) і допоміжні, що використовуються в основному для підтримання їжі в гарячому стані (марміти, стійки, термоси).

В універсальних апаратах можна здійснювати паралельно різні технологічні процеси приготування їжі – варіння, смаження, випікання.

Спеціалізовані апарати призначені для виконання тільки одного процесу, у зв'язку з чим їх розділяють ще і за групами процесів: для варіння (котли, автоклави, пароварильні шафи), смаження (сковороди, фритюрниці), для смаження і випікання (пекарські і жарові шафи), водонагрівальні і допоміжні.

Залежно від температурного режиму здійснення варіння розрізняють варильні апарати, в яких продукти піддаються тепловій обробці при температурі 100°С, що відповідає атмосферному тиску (харчоварильні котли), при температурі вище 100°С, що відповідає підвищеному тиску (автоклави) і нижче 100°С – пониженому тиску (вакуум–апарати).

За способом обігріву теплові апарати поділяються на апарати з безпосереднім обігрівом і непрямим; контактні, в яких теплота від теплоносія до продукту передається безпосереднім контактом (пароварильні шафи).

В апаратах з безпосереднім обігрівом теплообмін між теплоносієм і термічно оброблюваним середовищем відбувається через роздільну стінку, поверхня якої є поверхнею нагріву. Оскільки температура полум’я потокових газів і нагрівальних електричних елементів в цих апаратах коливається в межах 400 – 1200°С, то на робочих поверхнях можуть створюватися місцеві перегріви, що приводить до пригорання продуктів.

Більш прогресивні в технологічному відношенні теплові апарати з непрямим обігрівом, в яких теплообмін між джерелами теплоти і оброблюваними продуктами здійснюється через проміжне середовище – теплоносій. Апарати з непрямим обігрівом мають подвійні стінки, створюючи замкнутий простір (сорочку), які заповнює проміжний теплоносій.

Залежно від джерела теплоти всі теплові апарати поділяють на чотири групи: електричні, газові, парові, вогняні (твердо– і рідкопаливні). Кожна група апаратів, класифікованих за джерелами тепла, має різну будову, але об'єднує їх те, що в кожному апараті є нагрівальний пристрій, за допомогою якого здійснюється той чи інший технологічний процес приготування їжі.

У апаратах з електричним обігріванням одним із основних елементів є електронагрівач певної конструкції. Ця група апаратів найбільш широко застосовуєтьсяв закладах ресторанного господарства завдяки простоті використання, можливості автоматизації регулювання ступеня нагріву, точності обліку витрат енергії.

Теплові апарати з газовим обігріванням можна віднести до вогневих апаратів, оскільки при спалюванні газу в них утворюються полум'я і продукти згоряння газу.

У парових апаратах використовується насичена водяна пара низького тиску, що має високий коефіцієнт тепловіддачі і велику

теплоту пароутворення. Подається вона в камери апаратів, що нагріваються. У випадку використанні пари як теплоносія в апаратах застосовують подвійні днища і стінки, трубчасті змійовики. Пара, що надходить у паровий харчоварильний апарат, конденсується і віддає теплоту пароутворення стінкам апарата, а конденсат відводиться з камери, яка гріє.

За принципом роботи розрізняються апарати безперервної і періодичної дії. В апаратах безперервної дії завантаження, теплова обробка і вивантаження відбуваються одночасно (апарат для смаження млинцевої стрічки, фритюрниця безперервної дії). В апаратах періодичної дії продукти спочатку завантажуються, потім піддаються тепловій обробці тільки після її закінчення вивантажуються (харчоварильні котли, сковороди).

За ступенем автоматизації апарати діляться на неавтоматизовані, напівавтоматизовані і автоматизовані.

В неавтоматизованих апаратах контроль за безпечною роботою і дотриманням режиму обробки здійснює обслуговуючий персонал (твердопаливні і рідкопаливні плити); в напівавтоматизованих безпека роботи контролюється за допомогою спеціальних пристроїв, а режим теплової обробки продуктів – обслуговуючим персоналом (газові плити, газові котли з безпосереднім обігрівом); в автоматизованих апаратах контроль повністю здійснюється без втручання людини (електричні кип’ятильники).

В закладах ресторанного господарства використовують апарати, в яких передача тепла від одного тіла (джерела тепла) до іншого (термічно оброблюваного середовища) здійснюється через нагрівальну стінку. Такі апарати називаються *поверхневими теплообмінниками*. Існує багато конструкцій поверхневих теплообмінних апаратів, які відрізняються одна від одної розташуванням поверхонь нагріву. Найбільш широко використовують оболонкові, кожухотрубні, змійовикові та ребристі теплообмінники (рис. 1.2).

Оболонкові теплообмінники (харчоварильні котли, автоклави, сковороди з непрямим обігрівом, марміти) мають циліндричні, сферичні чи плоскі подвійні стінки, через які відбувається теплообмін. Характеризуються такі теплообмінники відносно низьким коефіцієнтом теплопередачі, що обумовлено невеликою швидкістю руху рідинного теплоносія в оболонці і малим значенням коефіцієнтів тепловіддачі продуктів.

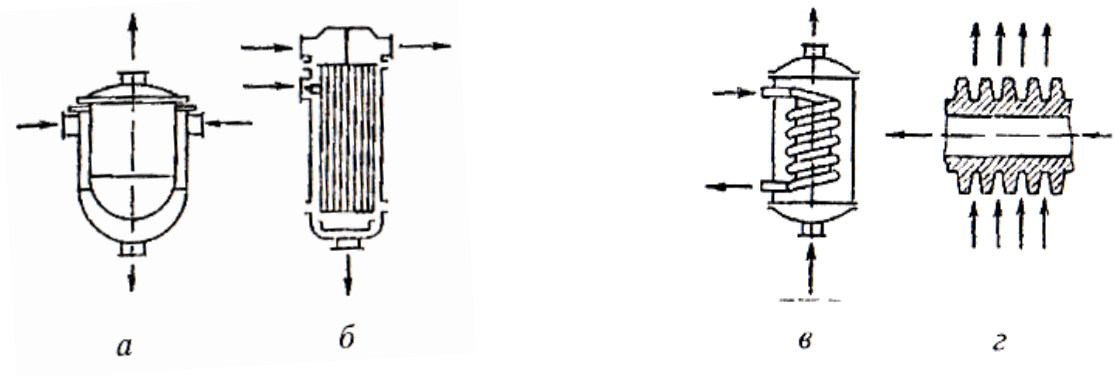


Рис. 1.2 Поверхневі теплообмінники

а – оболонковий; б – кожухотрубний; в – змійовиковий; г - ребристий

Кожухотрубні теплообмінники (парові кип'ятильники, водонагрівачі, водонагрівальні пристрої) – це пучок труб, розташованих у циліндричній камері (кожусі). До нижньої частини міжтрубного простору кожуха подається середовище, що нагрівається, у верхню розподільну коробку пучка труб – теплоносій.

Змійовикові теплообмінники (водонагрівальні пристрої вогневих плит, парові водонагрівачі, парогенератори з поверхнями нагріву) – це труби у формі змійовика, зануреного в посудину з рідиною. Теплоносій подається у змійовик зверху, охолоджується і стікає вниз.

Ребристі теплообмінники (конфорки вогневих плит з боку топки, оребрені поверхні кип'ятильних посудин вогневих кип'ятильників) використовують у тому випадку, коли теплоносієм є гаряче повітря.

У деяких апаратах можуть використовуватися декілька поверхневих теплообмінників. Наприклад, у стаціонарному харчоварильному електричному котлі парогенератор з блоком ТЕНів, які мають у робочій частині форму спіралі, можна розглядати як змійовиковий теплообмінник, а систему варильна посудина–зовнішній котел – як оболонковий.

Усі теплові апарати незалежно від їх виду і призначення мають загальну будову і складаються з таких основних частин: робочої камери, нагрівального пристрою, корпусу, теплоізоляції, кожуха, основи, арматури і контрольно–вимірювальних приладів. У деяких апаратів ті чи інші основні частини можуть бути сполучені.

У *робочій камері* відбувається теплова обробка харчових продуктів. Форма робочої камери переважно циліндрична або прямокутна. Робоча камера закривається дверцятами (кришкою), яка встановлюється зверху або збоку. Кришка може щільно (герметичне) закриватися або вільно прилягати.

Розрізняють апарати з нерухомою робочою камерою (пекарські шафи, стаціонарні харчоварильні котли, жарильні поверхні тощо) і з перекидною (електросковороди, котли, які перекидаються).

Нагрівальний пристрій перетворює різні види енергії в теплову і передає її стінками робочої камери. У вогневих і газових апаратах – це камера згоряння (топка) і газоходи, розташовані всередині апарата, в паровій харчоварильній апаратурі – парова сорочка; у електричних харчоварильних котлах – парогенератор, в якому розташовані електронагрівальні елементи. У деяких апаратів нагрівальний пристрій сполучається з робочою камерою, наприклад, в електричних жарильних шафах.

Корпус – це основна частина апарата, на якій монтуються всі інші вузли і деталі.

Теплоізоляція слугує для зменшення втрат апаратом тепла у навколишнє середовище і для запобігання опіків обслуговуючого персоналу.

Кожух захищає ізоляцію від руйнування і надає апарату привабливого зовнішнього вигляду.

Апарат встановлюється на основу, зроблену здебільшого у вигляді відливки з чавуну різної форми або каркаса з кутової сталі.

Пуск, зупинка, контроль за роботою апарата, регулювання його теплового режиму і забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу здійснюється за допомогою контрольно–вимірювальних приладів.

В практиці конструювання теплових апаратів для закладів ресторанного господарства визначено два основні напрями. Перше передбачає випуск окремих апаратів, різних по потужності і габаритним розмірам, друге – створення секційно–модульованих апаратів. Секції можуть використовуватися як самостійний апарат або з'єднуватися одна з одною, утворюючи єдиний апарат заданої потужності. В основу конструкції секційних апаратів встановлений ряд загальних положень:

– секції повинні мати однакову висоту;

– довжина і ширина секції кратні певному числу;

– пристрої управління розташовуються в передній частині секції, що дозволяє встановлювати апарати різного технологічного призначення в одну лінію або блоком.

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 М–100 ± 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 громадського харчування, Яке відповідає стандартам за модулем, наявністю функціональних ємностей і контейнерів. Довжина та ширина такого устаткування кратні модулю М–100 мм, висота до робочої поверхні повинна складати 850 та 900 мм.

Секційне устаткування і особливо секційне модульоване володіють багатьма перевагами: уніфіковані, забезпечена зручність експлуатації, технічного обслуговування і ремонту. За останні роки набуває поширення консольний принцип установки теплового секційно–модульованого устаткування. При цьому устаткування підвішується на консоль, що забезпечує звільнення ніжок (опор) і сприяє механізації прибирання приміщення. Проте разом з позитивними сторонами модульоване секційне устаткування має і недоліки: велика питома металоємність в порівнянні з несекційними апаратами, а отже, і більш висока вартість, а також складність створення модульованих апаратів значної потужності (котли місткістю 100 л, кип’ятильники продуктивністю 100 кг/год).

Матеріали, що застосовуються для виготовлення теплових апаратів: конструкційні, електротехнічні, теплоізоляційні покриття, захисні покриття.

Для забезпечення максимальної уніфікації вузлів і деталей, зниження витрат на експлуатацію і розробку теплового устаткування розроблена схема класифікацій теплового устаткування. Апарати, що працюють на енергоносіях різних видів, включають в один параметричний ряд, який, у свою чергу, ділиться на декілька типів устаткування для одного і того ж виду енергоносія. Апарати одного типу можуть бути представлені одним або декількома типами розмірів.

Відповідно до ДСТУ установлена єдина індексація теплового устаткування. Перша літера індексу відповідає найменуванню групи, до якої відносяться дані апарати, наприклад плити – П, шафи – Ш.

Друга літера визначає найменування виду устаткування й спосіб його дії: Н – безперервного, П – періодичного, С – секційні, Х –

харчоварильні. Третя літера позначає енергоносій: Т – твердопаливні, Е – електричні, Г – газові, П – парові. Цифра, відділена від літерного позначення дефісом, відповідає типорозміру або основному параметру даного устаткування (площа жарової поверхні, місткість котла, продуктивність).

Вимоги до теплових апаратів

До конструкцій теплових апаратів пред'являються певні вимоги: експлуатаційні, конструктивні, економічні, техніки безпеки і естетичні. Експлуатаційні вимоги зводяться до того, що конструкція апарату повинна задовольняти умовам технологічного процесу і забезпечувати високу продуктивність. До технологічних умов відносяться температура і тиск в апараті, швидкість руху продукту через апарат, а також параметри нагрівання, охолодження, подрібнення і перемішування оброблюваних продуктів. Крім того, конструкція повинна бути механічно надійною, стійкою, бути зручною і нетрудомісткою для чищення і поточних ремонтів. Конструктивні вимоги передбачають, що апарат повинен мати невелику масу, належну міцність, стандартні і легкозамінні деталі, а його монтаж і обслуговування повинні бути зручним і нетрудомістким.

Економічні вимоги зводяться до того, що вартість проектування монтажу і експлуатації апарату була можливо меншою. При визначенні економічної доцільності упровадження апарату окрім його вартості враховують продуктивність і якість одержуваної продукції.

Вимоги техніки безпеки і санітарії передбачають наступне:

Апарат повинен бути розрахований і споруджений з належним запасом міцності, забезпечений захисними пристроями для частин, що рухаються, а також запобіжними клапанами, автоматичними вимикачами і т. д. Операції по завантаженню і вивантаженню готової продукції повинні бути зручними і безпечними для робочого персоналу. Конструкція апарату повинна виключати бактеріальне, механічне або хімічне забруднення і псування продуктів. При цьому апарати повинні бути герметичними, зручними для чищення і дезинфекції, а матеріали, з яких вони виготовлені, не повинні вступати в хімічну взаємодію з продуктами. Вимоги технічної естетики в загальному вигляді зводяться до того, щоб устаткування, що використовуєтьсяв закладах ресторанного господарства, було не тільки високопродуктивним, надійним і зручним, але і красивим. Привабливий зовнішній вигляд апарату в поєднанні з раціональним колірним оформленням, освітленістю і мікрокліматом в цеху знижує

зорове і загальне стомлення робітника, полегшує працю, підвищує його продуктивність. Апарати для закладів ресторанного господарства виготовляють з різних матеріалів. При виборі їх керуються наступними правилами:

– матеріал повинен володіти достатньою механічною міцністю для заданих умов роботи;

– матеріал і сполучні шви повинні бути достатньо стійкими до корозії;

– при можливості слід вибирати недефіцитні матеріали.

Питання для самоперевірки

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–нагрівання і які особливості цих двох способів?
8. Якими є основні переваги об'ємного прогріву харчових продуктів?
9. Надайте коротку характеристику парку теплового устаткування, що застосовується в галузі.
10. Наведіть класифікацію теплового устаткування за основними класифікаційними ознаками.
11. Назвіть основні техніко–економічні показники теплового устаткування. Як вони визначаються?
12. Назвіть сучасні напрямки конструювання теплового устаткування.
13. Які матеріали застосовуються під час виготовлення теплового устаткування?
14. Що таке поверхневий спосіб нагрівання харчових продуктів?

ТЕМА 2. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВАРІННЯ

План

1. Харчоварильні котли.
2. Пароварильні шафи.
3. Кавоварки.
4. Вузькоспеціалізовані варильні апарати: сосисковарки, пельменеварки, макароноварки.

1. Харчоварильні котли

Харчоварильні котли призначені для виконання процесу варіння до стану кулінарної готовності при атмосферному або надлишковому тиску. Швидкість прогрівання продуктів в процесі варіння залежить від теплофізичних властивостей середовища, що гріє, та продукту, що нагрівається, форми і розмірів продукту, режимів тиску та температури середовища, що гріє.

До них відносять *харчоварильні котли, автоклави, пароварильні шафи, кавоварки, та вузькоспеціалізовані варильні апарати: сосисковарки, пельменеварки, макароноварки тощо.*

Класифікується варильне обладнання залежно від таких факторів: *технологічна рідина* (бульйони, вода, молоко); *температурний режим процесу* (нижче за 100°С, при 100°С і вище за 100°С); *енергоносій* (газові, парові, електричні); *теплоносій* (пароводяна суміш, суха насичена пара, мінеральні масла); *конструктивне оформлення* (стаціонарне, перевертальне); *спосіб нагрівання* (прямий, непрямий), *тиск у варильній посудині* (атмосферний і надлишковий).

Харчоварильні котли призначені для варіння бульйонів, перших страв, гарнірів, каш. Використовують їх для обладнання їдалень і ресторанів, а також інших пунктів харчування з великою кількістю відвідувачів.

Котли, які використовуютьв закладах ресторанного господарства , мають однакову конструкцію і відрізняються лише теплогенеруючими пристроями, потужністю, габаритними розмірами і об'ємом варильної камери.

Конструктивно харчоварильні котли поділяються на *стаціонарні* і *перевертальні*, з *прямим* і *непрямим* способом нагрівання.

Стаціонарні котли (рис. 1.3; 1.4) є зварною конструкцією, основними вузлами якої є: варильна (робоча) камера, корпус (на

якому монтуються основні елементи котла), кришка, теплоізоляція, пароводяна сорочка, парогенератор, постамент, вузол контрольно–вимірювальної арматури, захисний кожух, трубопровід.

Пряме нагрівання (рис. 1.3) відбувається у тих випадках, коли ТЕНами безпосередньо нагрівається робоча камера, при непрямому способі (рис. 1.4) – нагрівання камери відбувається через пароводяну сорочку, при цьому продукти можуть довше залишатися у нагрітому стані, не перегріваючись, що дозволяє скоротити витрати електроенергії за рахунок теплової енергії пароводяної сорочки.

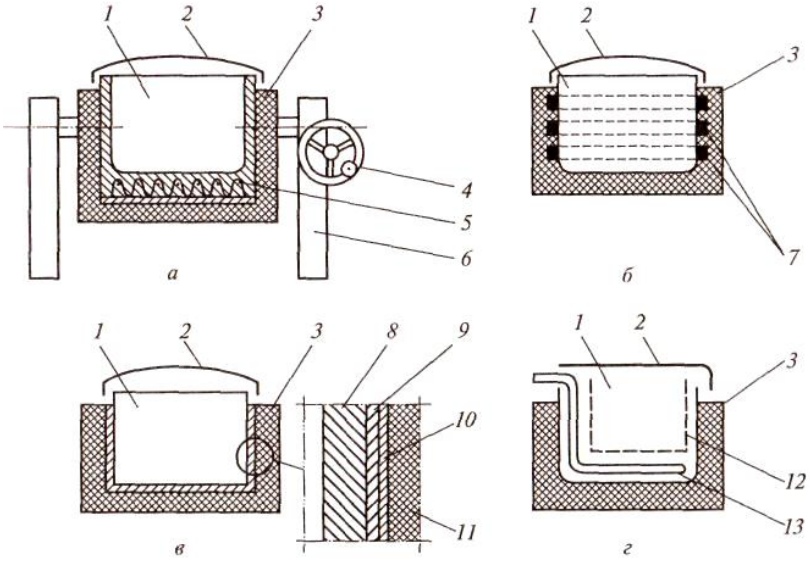


Рис. 1.3 Принципові схеми електричних котлів з прямим способом нагрівання

а – з вмонтованим електронагрівачем закритого типу; б – з гнучким стрічковим електронагрівчем; в – з напиленим плівковим електронагрівчем; г – з відкритим ТЕНом; 1 – варильна ємність; 2 – кришка; 3 – теплова ізоляція; 4 – поворотний механізм; 5 – електронагрівач закритого типу; 6 – опорні тумби; 7 – гнучкий стрічковий електронагрівач; 8 – стінка варильної ємності; 9 – шар діелектрика; 10 – напилений плівковий шар; 11 – теплова ізоляція; 12 – сіткоподібна ємність для продукту; 13 – ТЕН

Усі елементи котла виконані з нержавіючої сталі, теплоізоляційний матеріал – альфоль (м'яка алюмінієва фольга).

В закладах ресторанного господарства використовують котли харчоварильні електричні та з газовим нагріванням.

Котли харчоварильні електричні стаціонарні випускають об'ємом 80, 100, 150 дм^3.

Стаціонарні котли кріпляться на окремому постаменті, або на загальному разом з іншим обладнанням. У нижній частині котла

розташований парогенератор, виготовлений з нержавіючої сталі, в якому розташований блок трубчастих електронагрівачів.

Варильна посудина приварюється до корпусу, має відкидну кришку, урівноважену противагою, що робить більш зручним підіймання кришки й утримування її в необхідному положенні. Щільне прилягання кришки до котла досягається за допомогою прокладки з термостійкої харчової резини і накидних гвинтів у тому випадку, якщо котел герметичний.

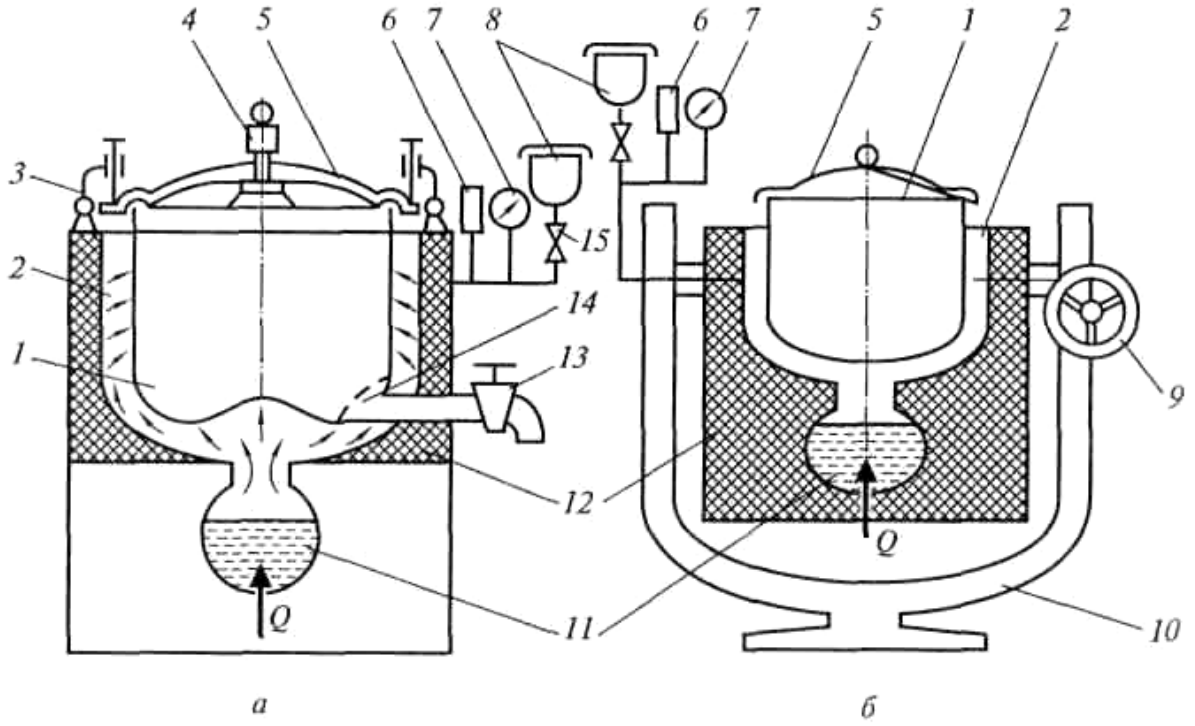


Рис. 1.4 Принципові схеми котлів з непрямим способом нагрівання
а – стаціонарні; б – перекидні; 1 – варильна ємність; 2 – пароводяна сорочка; 3 – затискачі; 4 - клапан-турбінка; 5 – кришка; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – воронка; 9 – поворотний механізм; 10 – станина; 11 – парогенератор; 12 – теплова ізоляція; 13 – кран для зливання рідини; 14 – захисна сітка; 15 – кран для зливання рідини і випускання повітря

Між варильною посудиною і корпусом розташована пароводяна сорочка. У просторі між корпусом і зовнішнім кожухом прокладається теплоізоляція. Трубопроводи вмонтовані під кожухом. Котел обладнаний контрольно–вимірювальними приладами і арматурою: електроконтактним манометром, подвійним запобіжним клапаном, наливною воронкою з краном, краном рівня і клапаном–турбінкою (якщо котел герметичний).

Котли харчоварильні секційно–модульні випускають об'ємом 40, 60, 80, 100 дм^3. Відрізняються від стаціонарних котлів відсутністю стаціонарного постаменту і уніфікованими розмірами. Вони мають однакові висоту і ширину (глибину) з іншим модульованим тепловим устаткуванням, з яким монтуються в одну теплову лінію.

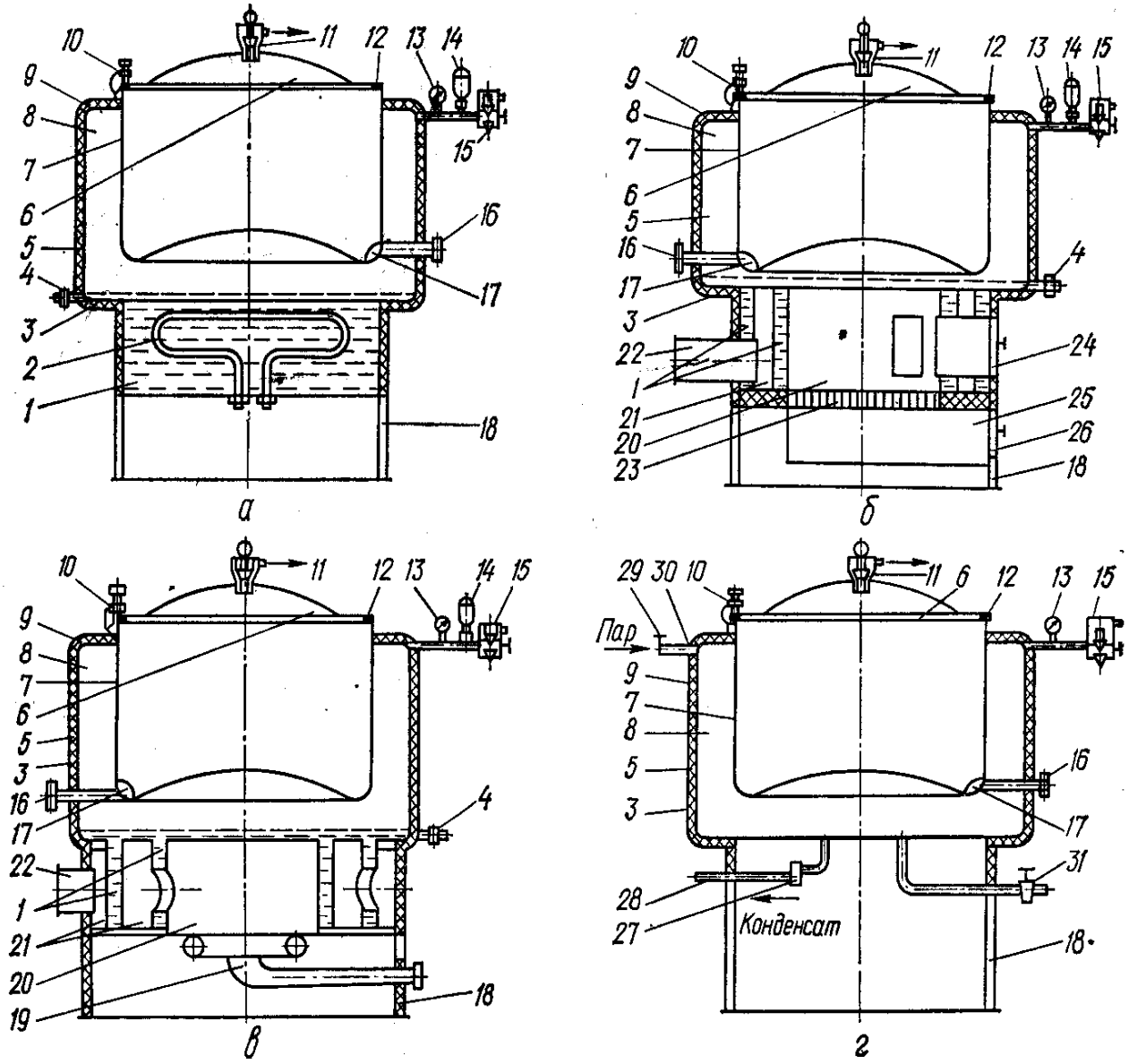


Рис. 1.5 Стравоварильні котли з непрямим обігрівом

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 сорочка; 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 згоряння; 21 – кільцевий газохід; 22 – патрубок для відведення продуктів згоряння; 23 – колосникова решітка; 24 – дверцята камери згоряння; 25 – зольник; 26 – дверцята зольника; 27 – конденсаційний горщик; 28 – конденсатопровід; 29 – вентиль на паропроводі; 30 – паропровід; 31 – продувний кран

Перекидні котли випускаються об'ємом 40, 60 дм^3. Від стаціонарних конструктивно вони відрізняються парогенератором, який у цих апаратах є нижньою частиною пароводяної сорочки. Дно зовнішнього корпусу котла знімне, на ньому розташовані ТЕНи. До зовнішнього корпусу дно кріпиться за допомогою фланця з паронітовою прокладкою.

Котел встановлюється на станині, що має форму виделки, за допомогою цапф, які разом із черв'ячним механізмом забезпечують перевертання котла, або у загальну теплову лінію, прилади якої встановлюються на інсталяційну ногу. Механізм перевертання утримує котел у будь–якому положенні до 110°С.

Контрольно–вимірювальна арматура розміщена на правій стійці станини і з'єднується з пароводяною сорочкою за допомогою трубки, що проходить через цапфу. Кришка в таких котлах знімна. Вода у варильну камеру заливається через поворотний водорозбірний пристрій, який розташований ліворуч на станині.



а) б)

Рис. 1.6 Електричні харчоварильні котли з непрямим обігрівом і циліндричною формою варильної ємності
а – стаціонарний; б – перекидний

Харчоварильні котли оснащені контрольно-вимірювальною і запобіжною арматурою, оскільки перекидні (перевертальні) працюють в умовах підвищеного тиску в сорочці (до 150 кПа), а стаціонарні – з підвищеним надлишковим тиском у варильній посудині (до 2,5 кПа).

На котлах встановлюють: *електроконтактний манометр*, *клапан–турбінку*, *подвійний запобіжний клапан*, *наливну лійку*, *кран рівня*.

Електроконтактний манометр (рис. 1.7) призначений для автоматичної підтримки рівня тиску в сорочці котла, а також керування режимом. Він складається з корпусу, шкали і трьох стрілок. Рухома (манометрична) стрілка вказує на величину тиску в контрольованому середовищі, дві нерухомі встановлюють на позначках мінімального і максимального тиску в сорочці. Під час роботи манометрична стрілка пересувається, і коли вона стикається із стрілкою максимального чи мінімального тиску, замикається електричний ланцюг, який вимикає і вмикає нагрівальні елементи чи подачу газу до пальників.

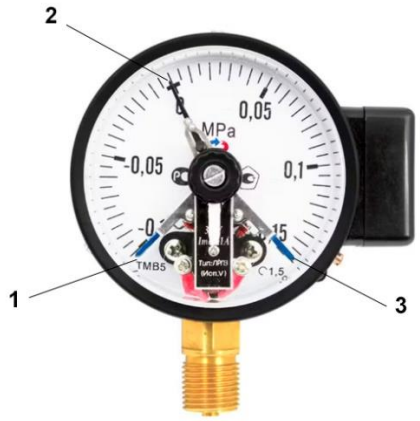


Рис. 1.7 Електроконтактний манометр
1,3 – нерухомі стрілки для встановлення нижньої та верхньої межі тиску;
2 – рухома вказівна стрілка

Клапан–турбінку встановлюють на герметично закритих кришках стаціонарних котлів. Він призначений для запобігання підвищенню тиску пари у варильній посудині понад 2,5 кПа. При підвищенні тиску понад допустиме, пара, що поступає в корпус клапана–турбіни, ударяє в гвинтові канавки шпінделя–турбіни, підводить його від сідла і приводить в обертальний рух. З внутрішньої сторони кришки укріплений відбивач, який запобігає попаданню в турбіну дрібних частинок їжі при інтенсивному кипінні вмісту варильної ємкості.

Подвійний запобіжний клапан встановлюють на паровій сорочці для запобігання підвищенню тиску понад допустимий рівень (150 кПа) і виникненню вакууму. Складається він з двох клапанів –

парового і вакуумного. Паровий клапан розташований у верхній частині корпусу і притискається вантажем до сідла. Якщо тиск в паровій сорочці підвищується понад допустимий рівень, клапан відривається від сідла і пара виходить в атмосферу. Вакуумний клапан розташований у нижній частині корпусу, він вільно лежить на сідлі і відкривається у разі виникнення в сорочці вакууму. Вакуум утворюється у процесі остигання котла після вимкнення теплогенеруючих пристроїв внаслідок конденсації пари.

В процесі експлуатації паровий клапан може прикипіти до сідла і в потрібний момент не спрацювати. Щоб уникнути цього в нових конструкціях подвійних запобіжних клапанів передбачений важіль підриву, за допомогою якого клапан слід періодично піднімати над сідлом. В цій конструкції є також повітряний клапан, який слугує для випуску повітря з пароводяної сорочки казана в період його розігрівання. Цей клапан закривається і відкривається вручну – поворотом рукоятки–баранчика.

Наливна лійка призначена для заповнення парогенератора водою і відведення повітря з пароводяної сорочки. Вона складається із запірного клапана, фільтрувальної сітки і кришки. Під час роботи котла воронка повинна бути закрита.

Кран рівня встановлений на парогенераторі на лінії гранично допустимого рівня води і слугує для контролю за кількістю води.

Пароварильні котли додатково оснащують парозапірним вентилем, конденсато–відвідниковим продувальним краном. Парозапірний вентиль регулює надходження пари в парову сорочку котла. Конденсато–відвідник слугує, для безперервного відведення конденсату з парової сорочки котла. Продувальний кран, встановлений разом з конденсато–відвідником, використовується для випуску повітря з парової сорочки, спуску конденсату перед початком роботи котла, а також для перевірки справності конденсатовідвідника. Газові котли забезпечуються приладами автоматики, безпеки і регулювання, електричні – приладами автоматики, регулювання і захисту від «сухого ходу». Всі казани моделей (КХЕ–100, КХЕ–160, КХЕ–250, КХП–100, КХП–160, КХГ – 160, КХГ–250, КХТ–100, КХТ–160, тощо), що не перекидаються, мають схожу конструкцію і розрізняються лише теплогенеруючими пристроями, потужністю і габаритними розмірами. Котли (КХЕ–4,0, КХЕ–60, КХГ–60М), що перекидаються, також однакові по конструкції і володіють аналогічними відмінностями. Котли в секційно–модульованому виконанні випускаються місткістю 60 л з

електричним і газовим обігрівом – КХЕСМ–60 і КХГСМ–60, місткістю 250 л з газовим обігрівом – КХГСМ–250.

Конструкції котлів КХЕ–100, КХЕ–160 і КХЕ–250, розраховані для використання функціональних ємностей.

Правила експлуатації і техніки безпеки:

Перед пуском котла перевіряють наявність води в пароводяній сорочці і при необхідності додають кип'ячену воду, для чого відкривають кран наповнювальної лійки і кран рівня. При використанні не кип'яченої води на стінках котла і ТЕНах швидше утворюється накип, який погіршує теплопередачу, збільшує час варіння продуктів і прискорює вихід котла з ладу. Коли з крана рівня з'явиться вода, заповнення пароводяної сорочки припиняють. Після цього важелем підводять над сідлом запобіжний клапан, щоб не допустити його заклинювання від температури у подальшій роботі. Відкривають повітряний клапан подвійного запобіжного клапана для випуску повітря з пароводяної сорочки (якщо подвійний запобіжний клапан не має повітряного клапана, то відкривають кран наповнювальної воронки). Як тільки з повітряного клапана або наповнювальної воронки піде пара, крани закривають. Наявність повітря в сорочці знижує тепловіддачу від пароводяної суміші до стінок котла і збільшує час його розігрівання. Перед пуском котла, що не перекидається, перевіряють також, чи відкритий вентиль, котрий сполучає паровідвід з варильною ємкістю.

Варильний казан заповнюють продуктами так, щоб рівень рідини не доходив 8 – 12 см до верхньої кромки котла. В процесі роботи казана для того щоб, відкрити його герметично закриту кришку, необхідно заздалегідь на 5 хв. припинити або скоротити до мінімуму підвід теплоти. Для цього піднімають за кільце турбінку, щоб випустити надмірну пару з варильної ємкості в паровідвід, а потім відкрутити і відкинути болти які кріплять кришку. Болти потрібно відкручувати паралельно, щоб запобігти перекосу кришки.

За 5–10 хв. до закінчення роботи перекидних котлів, припиняють нагрів, потім знімають кришку, обережно обертаючи маховик поворотного механізму, перевертають котел і вивантажують його вміст в підставлену тару. Після вивантаження варильний казан і паровідвід промивають, просушують, а із зовнішньої сторони протирають м'якою тканиною. В процесі експлуатації потрібно стежити за тим, щоб в клапані–турбіні, паровідводі і зливному крані не залишалися залишки їжі, оскільки при засміченні цих елементів значно підвищується тиск у варильній ємкості, що може викликати

зрив відкидних гвинтів і викид киплячої рідини з котла. При несправності запобіжних пристроїв казан не допускається до експлуатації. Перед включенням в роботу твердопаливних і газових казанів перевіряють тягу. Для цього відкривають шибер на димарі і підносять цигарковий папір до оглядового вікна або відкритого отвору паливної камери.

Потім відкривають регулятори первинного повітря, головний кран на газопроводі, що підводить кран переносного запальника, запалюють переносний запальник і вносять його через оглядове вікно в камеру згоряння, направляючи полум'я на насадку пальника стаціонарного запальника. Далі натискають кнопку приладу автоматики і запалюють стаціонарний запальник. Відпустивши кнопку, переконуються в тому, що стаціонарний запальник продовжує горіти, закривають повністю диск регулятора первинного повітря і відкривають кран пальника. Колір полум'я повинен бути голубуватим, а горіння суміші відбуватися без вилясків, потріскування і відриву від насадки. При підвищенні тиску пари в паровій сорочці до верхньої заданої межі подача горючого газу в пальник автоматично знижується, а при падінні його до нижньої заданої межі поновлюється в повному об'ємі. При експлуатації котлів які працюють на газі, особливу небезпеку представляє витік газу, що може викликати отруєння обслуговуючого персоналу. Крім того, газ в певному співвідношенні з повітрям утворює суміш, яка вибухає від іскри. Частіше всього причиною витоку газу буває недотримання правил експлуатації газових апаратів. Тому перед запаленням пальників газових казанів слід провітрити приміщення і зольникову камеру. Категорично забороняється залишати працюючі газові апарати без нагляду. У разі мимовільного загасання або будь–яких інших порушень нормальної роботи газ перед апаратом перекривають, провітрюють камеру для запалювання і викликають фахівця по обслуговуванню газового устаткування. Після закінчення варіння перекривають кран пальника і загальний кран на трубі, що підводиться до казана. При включенні парового харчоварильного казана відкривають послідовно вентиль на паропровідній трубі і продувальний кран, причому вентиль відкривають на 1/4. При появі пари кран закривають і повністю відкривають вентиль на паропроводі. Після закипання вмісту котла паровий вентиль повертають на декілька оборотів за годинниковою стрілкою, щоб в казані підтримувалося слабке кипіння. Перед включенням електричного казана в роботу перевіряють надійність з'єднання його

корпусу із заземлюючим контуром. Потім встановлюють на манометрі верхню і нижню межу регулювання. Включення електричного котла проводиться кнопкою «Пуск». При цьому включаються всі ТЕНи і спалахують дві сигнальні лампи на станції управління. Після закінчення процесу варіння натискують кнопку «Стоп». Для завантаження і вивантаження касет з функціональними місткостями у казанів типу КХЕ застосовують підйомні візки типу ТП – 80К. Роботу проводять в наступному порядку: при варінні, наприклад, бульйону подрібнені кістки закладають в перфоровані місткості, закривають кришкою і всувають в касету по направляючих кутах (КХЕ–100–1, КХЕ 160–2, КХЕ–250–3). Потім, підкотивши візок до завантаженої касети, фіксують останню захопленнями каретки візка і, обертаючи ручку редуктора візка за годинниковою стрілкою, піднімають касету до крайнього верхнього положення, після чого підвозять її до казана, встановлюючи так, щоб касета виявилася над його варильною судиною.

Після видалення з поверхні бульйону жиру і піни кожного разу слід закривати кришку накидними важелями, при цьому необхідно рівномірно їх притискувати. Роботу проводять в наступному порядку: завантажують у варильну ємність продукти, закривають кришку, включають варильний пристрій, встановлюючи ручку перемикача в положення 1 або 2, при цьому на панелі спалахує жовта лампочка. Вимикають варильний пристрій поворотом ручки перемикача в положення «О». Після того, як тиск на манометрі впаде на 0,01 МПа, проводять роз’єднання апаратів. При цьому, взявши правою рукою за важіль, посувають його «на себе», а великим пальцем натискують на кнопку, встановлену у верхній частині важеля, після чого рухом «від себе» до упору встановлюють важелі в задній частині паза столу. Після цього транспортують котел до місця роздачі. Кришка котла повинна бути закритою.

2. Пароварильні шафи

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 у воді, за рахунок значного зниження вилуговування мінеральних речовин. Тому варіння на пару широко застосовують для приготування продуктів лікувального і дитячого харчування. Крім того, продукти,

що підлягають обробці парою, здобувають специфічний смак і аромат, скорочується час їх теплової обробки.

В даний час серійно випускаються тільки електричні пароварильні апарати з власним парогенератором АПЕСМ–1 і АПЕСМ–2 (рис.1.8).

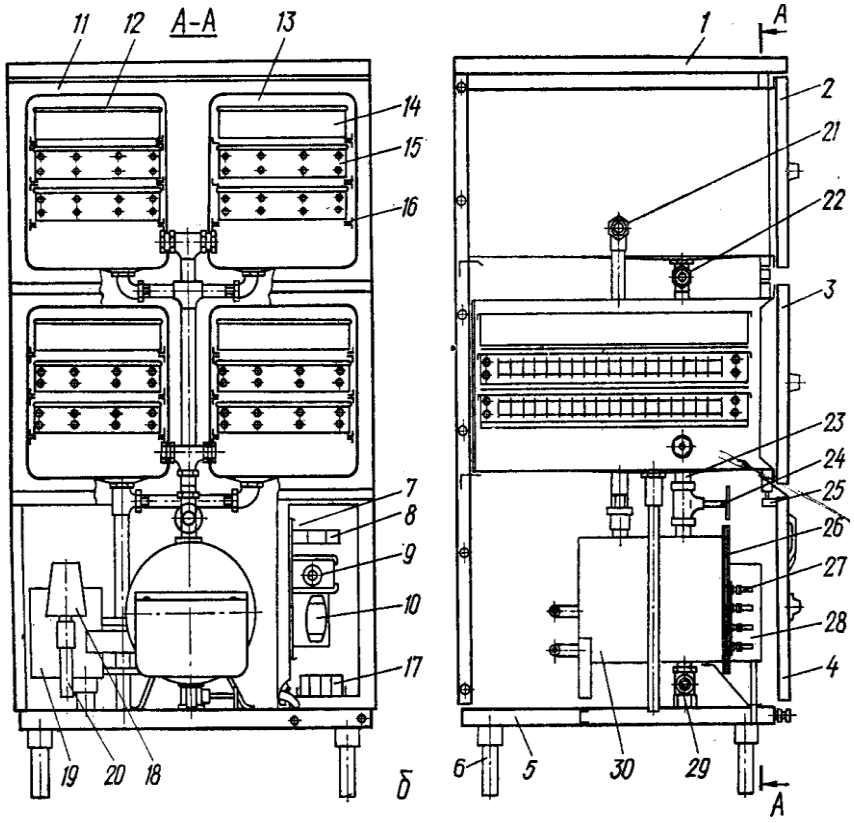


Рис. 1.8 Апарат пароварильний АПЕСМ–2

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

Апарати мають аналогічну будову і відрізняються тільки кількістю секцій: у АПЕСМ–1 – одна секція, у АПЕСМ–2 – дві. Конструкції пароварильних шаф АПЕ–0,23А АПЕ – 0,23А–01, розраховані для варіння на пару у функціональних ємностях.

Апарат типу АПЕСМ–2 представляє шафу, що складається з двох секцій і підставки. В кожній секції є дві відокремлені варильні камери, в яких на знімних рогах встановлюється спеціальний посуд – перфоровані і не перфоровані сотейники із знімними кришками. Робочі камери закриваються дверцями, забезпеченими ручками–

замками. У підставці розташований парогенератор, в якому знаходяться 4 ТЕНи і живильний бачок з поплавковим клапаном, який сполучений з парогенератором і живильним водопроводом.

Конденсат, що утворюється при обробці продуктів збирається на дні камери і відводиться по трубопроводу в каналізацію. Для зливу води в парогенераторі передбачений зливний патрубок з вентилем, приєднаний до трубопроводу, що відводить конденсат в каналізацію. Для регулювання кількості пари, що подається в окремі робочі камери апарату, в кожній з них передбачена засувка з висувною ручкою. На лицьовій стороні шафи вгорі розташований блок електроапаратури і дві сигнальні лампи червона «Немає води» і зелена «Включено», а також ручка перемикача і кнопки «Пуск» і «Стоп». Конструкція апарату допускає встановлення його в технологічних лініях разом з іншим модульованим устаткуванням.

Пар з парогенератора 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 парогенератора 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.

Правила експлуатації пароварильних шаф.

Після перевірки справності заземлення включають електроживлення на панелі, відкривають вентиль на трубопроводі, що підводить воду, і включають всі ТЕНи. При досягненні в робочих камерах температури 95 – 96°С в секції завантажують посуд з продуктами. При необхідності в процесі роботи частину ТЕНів можна відключати. Після закінчення роботи апарат відключають від електромережі. Весь посуд, секції, парогенератор і внутрішню частину робочої камери ретельно промивають і залишають відкритими для просушування.

3. Кавоварки

Кава є популярним та улюбленим напоємв закладах ресторанного господарства. На її основі готують широкий асортимент напоїв гарячих та холодних. Спеціалізовані заклади ресторанного господарства необхідно забезпечити необхідною кількістю устаткування для безперебійного забезпечення виробничого процесу

та швидкого обслуговування відвідувачів.

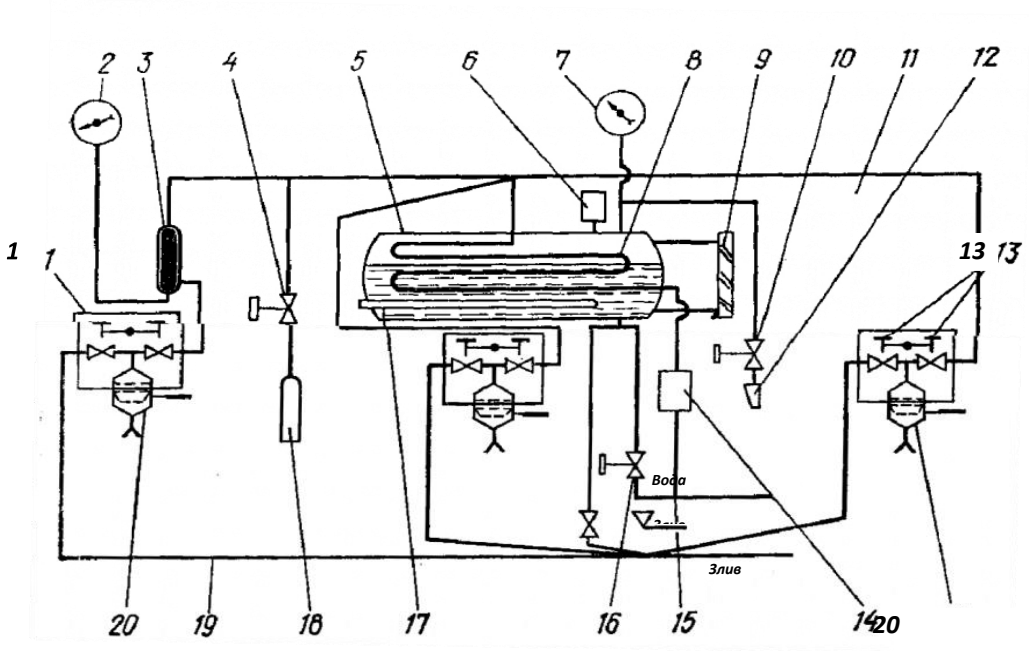


Рис. 1.9 Принципова схема експрес–кавоварки (безперервної дії)
1 – блок–кран; 2 – шкала термометра; 3 – чутливий елемент; 4, 10, 16 – вентилі; 5 – водогрійний котел; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – змійовик; 9 – водомірне скло; 11 – колектор; 12 – парове сопло; 13 – кнопки «Вм» та «Вим»;14 – пом'якшувач води; 15 – лінія подачі холодної води; 17 – ТЕН; 18 – гільза для відбору гарячої води; 19 – лінія відведення конденсату; 20 – чашка–тримач

Експрес–кавоварки ріжкового типу

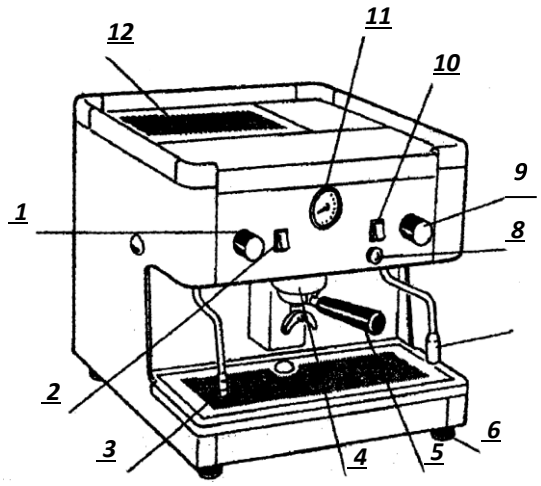


Рис. 1.10 Схема кавоварки моделі Compact (Італія)
1 – ручка пари; 2 – вимикач; 3 – трубка пари; 4 – блок роздачі; 5 – утримувач фільтра; 6 – регулюючі ніжки; 7 – трубка гарячої води; 8 – сигнальна лампа; 9 – ручка гарячої води; 10 – вимикач ручної роздачі; 11 – манометр водогрійного котла; 12 – панель для чашок

Приготування натуральної кави та кавових напоїв здійснюється в спеціальних апаратах – кавоварках. Готують каву в кавоварках періодичної дії та експрес–кавоварках. Приготування кавового напою (кави) базується на екстрагуванні смакових, ароматичних речовин з твердої (мелених зерен кави) в рідку фазу.

Ефективність роботи кавоварки та тривалість її роботи залежить від якості питної води, яку використовують для заварювання кави.

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 ¾ свого об'єму. У змійовик вода подається через гідравлічний посилювач тиску. Резервуар має манометр та реле тиску, що автоматично підтримують заданий тиск води в резервуарі та змійовику (не менше ніж 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 потрапляє на шар молотої кави, або проходить в зливну лінію конденсату і далі – в каналізацію.

В експрес–кавоварках ароматичні екстрактивні речовини екстрагуються кип'ятком, що проходить під тиском через шар меленої кави. Сила, під дією якої вода проштовхується крізь шар кави, в одних випадках створюється тиском пари, що утворюється в котлі, в інших – від поршня, що приводиться в рух зусиллям руки або гідравлічним приводом. Кавоварка з гідравлічним підсилювачем має водонагрівальний котел. де вода нагрівається ТЕНами. Вода, що використовується для приготування напою, надходить в змійовик, розміщений у водонагрівальному котлі, нагрівається там і подається через розподільний колектор в блок крана з кнопковим управлінням і гідравлічним підсилювачем. Водонагрівальний котел сполучений з водопровідною мережею живильним клапаном–поплавком. З його допомогою підтримується наявність води. Рівень води у котлі контролюється водомірним склом, а тиск – манометром.

Щоб запобігти підвищенню тиску понад гранично допустиму норму, у котлі встановлено запобіжний клапан. Автоматичне регулювання теплового режиму у котлі є терморегулятор. Над водогрійним казаном змонтований верхній піддон, на який встановлюються чашки для підігріву, а під котлом – нижній піддон, куди чашки ставляться при наповненні кави. З водогрійним казаном сполучені головки блок кранів для приготування і дозування напою.

Блок–кран приводиться в дію натисненням кнопки. Таким чином відкривається прохід для води із змійовика в головку. Під тиском вода проштовхується крізь шар меленої кави. Готовий напій зливається в чашку, підставлену під ріжок головки. Для забезпечення тиску води у змійовику не менше ніж 250 кПа, вона подається через гідравлічний підсилювач, що складається з живильного баку і насосу з електроприводом. Бак забезпечений манометром і реле тиску, Яке автоматично підтримує заданий тиск води. Насос нагнітає воду в бак до тих пір, поки тиск в ньому і пов'язаному з ним змійовиком не підніметься до необхідного значення.

Експлуатація кавоварок

Перед початком роботи експрес–кавоварок відкривають верхній і нижній крани біля водомірного скла, один з душових кранів для випуску повітря і вентиль на водопровідній трубі. Потім за водомірним склом перевіряють рівень води у водогрійному котлі. Він повинен знаходитися приблизно на 2 см вище за нижню відмітку і не досягати верхньої. Після цього включають кавоварку в електричну мережу. Апарат буде готовий до роботи, як тільки вода закипить. Про це будуть свідчити показники манометру і сигнальна лампа, яка згасне. Швидкоз'ємну рукоятку з вкладеним в неї ситом встановлюють на підставку дозатора кавомолки і заповнюють порцією свіжомеленої кави, при цьому стежать за тим, щоб порошок не потрапив на кромку утримувача, інакше при закріпленні швидкоз'ємної рукоятки порушиться густина з'єднання у фланці блок крана. Швидкоз'ємну рукоятку вставляють в кавовий агрегат і повертають праворуч до упору.

В кавоварках з гідравлічним підсилювачем при натисненні на кнопку «Вкл.» вода із змійовика поступає в циліндр блок крана і, пройшовши через шар кави у вигляді порошку, зливається в чашку. Після заповнення чашки напоєм натискують на кнопку «Викл.». В кавоварках «Омнія–люкс» для приготування кави достатньо тільки натискувати на кнопку «Пуск» – процес дозування проводиться автоматично.

Під час роботи необхідно стежити за температурою води, що йде на приготування напою, оскільки в результаті її непрямого нагріву можливі випадки, коли тиск у водогрійному казані досягає заданої величини, а вода в змійовику не нагрівається до 100 – 110°С. Таке явище може спостерігатися в початковий період роботи апарату і при тривалій безперервній видачі напою. В цих випадках

припиняють видачу кави до тих пір, поки вода не нагріється до 100°С.

Перед заповненням чашок кавовим напоєм їх заздалегідь прогрівають гострою парою з паровідвідної трубки з соплом. Кавоварку не дозволяється залишати включеною без нагляду. Після закінчення роботи і вимкнення кавоварки закривають вентиль на водопровідній трубі і відкривають зливний вентиль. Після видалення з водогрійного казана води зовнішню поверхню кавоварки протирають вологою тканиною.в закладах ресторанного господарства використовують кавоварки із вбудованими кавомолками, або без них. Потужність кавоварок вимірюється кількістю холдерів та об’ємом резервуару.

4. Вузькоспеціалізовані варильні апарати: сосисковарки, макароноварки

У великих закладах ресторанного господарства використовують 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. 1.11 Схема сосисковарки ФС–2
1 – корпус; 2 – ванна; 3 – відкидна кришка; 4 – блок з нагрівальним елементом

Залежно від потужності закладу та його спеціалізації, обирають сосисковарки різних габаритів. Моделі малої потужності встановлюють на робочій поверхні стола, а великі на спеціальних тумбах. Під час вибору апарату для роботи в закладі ресторанного господарства звертають увагу на його енергоємність та об'єм робочої

камери, у якій буде відбуватися процес варіння.

Для сосисковарки ФС–2 завантаження сосисок, сардельок відбувається у ванну. Максимальне завантаження сосисок 2 кг. У ванну наливають – 5 л; номінальна потужність – 1,3 Вт. Зниження потужності нагрівання після виходу на робочу температуру відбувається вимиканням перемикача, розташованого праворуч. На стінках ємності є мітка, яка позначає максимальний рівень води у апараті. Його необхідно періодично контролювати та підтримувати для захисту ТЕНів. Час виходу апарату на робочу температуру складає 10 хв. Час варіння однієї партії сосисок 5 – 7 хв.

Кришки сосисковарок закривають для збереження температури нагрітих виробів. У процесі роботи стінки корпусу устаткування значно нагріваються. Потрібно уникати опіків парою, виймати наргіті продукти щипцями, зливати воду та мити устаткування після вимкнення із електромережі та охолодження рідини. Сосисковарку встановлюють на термостійку поверхню.

Для промивання ванни потрібно від'єднати устаткування від мережі, зняти блок нагрівального елементу, витягти ванну. Відстань від стін приміщення та/або легкозаймистих речей повинна бути не менше 0,5 м. Очистку зовнішніх нержавіючих частин приладу проводять 0,5% розчином кальцинованої соди при 40 – 50°С, ополіскують гарячою водою, протерають вологою ганчіркою, просушують. Робочу поверхню виробу очищують лише насухо без використання миючих засобів.

Апарати для варіння макаронних виробів (пастакукери) використовують у барах, фаст–фудах, піцеріях, пабах, невеликих готелях.



Рис. 1.12 Макароноварка електрична Ozti OME 4070



Рис. 1.13 Макароноварка Inoksan 7MG220 газова

Пастакукери виготовляють з газовим та електричним обігрівом. Незважаючи на те, що ці апарати призначені для невеликих закладів ресторанного господарства, вони вирізняються великою потужністю; їхня продуктивність залежить від кількості робочих ванн, завантажувальних кошиків. Випускають макароноварки з однією або двома ваннами. Кількість завантажувальних кошиків відповідно 1, 2, 4. Усі елементи апарата виготовлені з нержавіючої сталі AISI 304 типу 18/10, мають пристрій для зливу води, опорну раму з автоматичним підйомом для кошиків, термостат для електричних моделей. У газових моделях конфорки розташовані під робочою ванною, оснащені п'єзозапальником та пілотним вогнем.

Питання для самоперевірки

1. Що таке поверхневий спосіб нагрівання харчових продуктів?
2. Охарактеризуйте метод об'ємного прогрівання харчових продуктів.
3. Який недолік надвисокочастотного нагрівання продуктів?
4. Яке випромінювання використовують для досягнення на поверхні кулінарних виробів скоринки та кольору?
5. Для яких продуктів застосовують електроконтактне нагрівання?
6. Наведіть класифікацію теплових апаратів?
7. Яке призначення мають корпус, теплоізоляція та кожух теплових апаратів?
8. У чому полягають принципові відмінності котлів різних типів?
9. Які апарати використовують для підтримання готової продукції у гарячому стані?
10. Від яких технологічних вимог залежить конструкція теплових апаратів?
11. Які існують режими варіння харчових продуктів?
12. Якими є конструктивні особливості стравоварильних котлів?
13. Які експлуатаційні фактори впливають на ефективність роботи стравоварильних котлів?
14. Назвіть конструктивні особливості, призначення та принцип дії клапана–турбінки та подвійного запобіжного клапана.
15. Назвіть конструктивні особливості пароварильних шаф.
16. В чому полягає принцип дії експрес–кавоварки?
17. Які особливості будови та експлуатації сосисковарки.

ТЕМА 3. ЖАРИЛЬНО–ПЕКАРСЬКЕ УСТАТКУВАННЯ

План

1. Характеристика основних способів смаження та класифікація жарильно–пекарського обладнання.
2. Будова та принцип роботи сковорідок.
3. Фритюрниці, їх призначення. Особливості процесу смаження у фритюрі.
4. Жарильні та пекарські шафи.
5. Кондитерські печі і жарильні апарати.
6. Пароконвектомати та конвектомати.
7. Обладнання для підтримки страв у гарячому стані.

1. Характеристика основних способів смаження та класифікація жарильно–пекарського обладнання

Жарильні апарати відносяться до основних типів теплових апаратів, які експлуатують практично в усіх закладах ресторанного господарства для доведення виробів до кулінарної готовності. Крім смаження і випікання, жарильні апарати можна використовувати для запікання, тушкування, пасерування та припускання.

Смаження – це термічний процес, який є комплексом складних фізичних, хімічних, тепломасообмінних змін структури, об'єму та властивостей продукту, в результаті яких готовий виріб набуває специфічного смаку, запаху та кольору. Принципова відмінність смаження від варіння – жорсткий тепловий вплив на поверхневий шар продукту, тобто цілеспрямований перегрів поверхні. Коли температура на поверхні досягає 120 – 130°С у поверхневому шарі після випаровування вологи активізується реакція меланоїдиноутворення; спостерігаються розклад інгредієнтів харчових продуктів з утворенням нових хімічних речовин, які визначають властивості смаженого виробу.

Процес смаження здійснюється такими основними способами:

– на нагрітій поверхні; дане нагрівання проводиться за присутності невеликої кількості харчового жиру або без нього. Тонкий шар жиру слугує проміжним теплоносієм і обмежує температуру нагрівальної поверхні, чим пом'якшує жорсткий тепловий вплив;

– в середовищі нагрітого повітря з природною чи штучною конвекцією;

– під впливом жорсткого опромінення поверхні продукту

інфрачервоними променями;

– методом конвективного нагрівання у великій кількості жиру (фритюрі) при високих температурах (150 – 190°С).

Різновидом смаження є теплове обробки продукту в повітряному чи парогазовому середовищі при 250 – 300°С. У випадку застосування даного процесу під час приготування рибних і м'ясних виробів, він називається *смаженням у шафі*, овочів і кисломолочного сиру – *запіканням*, борошняних виробів – *випіканням*.

*Смаження в невеликій кількості жиру з*дійснюється у відкритому посуді (сковороди, дека, функціональні ємності) або на гарячій поверхні плит і характеризується одностороннім підведенням теплоти. Для рівномірного прогріву вироби слід періодично перевертати, а інтенсивність підведення теплоти знизити, інакше відбувається нераціональне зростання товщини скоринки та втрати маси виробу.

Смаження у великій кількості жиру. Інша назва – смаження у фритюрі. Характеризується тим, що виріб контактує з жиром усією поверхнею. При цьому поверхня прогрівається більш рівномірно і скорочується час теплового обробки. Також значно знижуються витрати жиру порівняно з традиційним способом смаження. Проте, якщо смаження у фритюрі відбувається за температури до 135°С, то витрати жиру зростають, а якість виробів погіршується. Продукти з високим вмістом вологи смажать у середньо нагрітому фритюрі при температурі 135 – 150°С; гарячий фритюр (150 – 165°С) використовують для теплового обробки попередньо проварених продуктів. Вироби з тіста, риби смажать у фритюрі (165 – 180°С).

Смаження в середовищі гарячого повітря або в парогазовому середовищі. Під час даного способу смаження відбувається контакт харчових продуктів з нагрітим повітрям або парогазовим середовищем. Продукти, укладені у форми або на дека, нагріваються за рахунок теплопровідності від інфрачервоного випромінювання, Яке випромінюється від нагрівальних елементів і стінок камери, та за рахунок конвекції від нагрітого повітря.

Температура пароповітряного середовища робочих камер повинна досягати заданих значень за мінімальний проміжок часу, регулюватися в межах 150 – 350°С та змінюватися під час циклу згідно характеру прогрівання виробу.

Різниця температур середовища робочої камери не повинна перевищувати 40 – 50°С.

Класифікація жарильних апаратів:

За технологічним призначенням всі різновиди жарильних апаратів можуть бути зведені в чотири основні групи:

– апарати, які здійснюють смаження виробів безпосередньо на нагрітій поверхні (сковороди періодичної та безперервної дії з одно– та двостороннім нагрівом);

– апарати для смаження виробів у великій кількості жиру (фритюрниці, жаровні тощо);

– апарати для теплового обробки виробів в середовищі з природною або примусовою циркуляцією гарячого повітря (жарильні, конвектомати тощо);

– апарати для теплового обробки інфрачервоним випромінюванням (грилі, шашличниці, радіаційні шафи та печі, тостери тощо).

За принципом дії жарильні апарати можуть бути періодичної (сковороди, фритюрниці, апарати для двостороннього нагрівання, фритюрниці, грилі, тостери, шашличниці, мангали, плити, жарильні, кондитерські печі) та безперервної дії (ІЧ–апарати, жаровні, фритюрниці, апарати для смаження пиріжків, млинців, кондитерські печі).

За видом енергоносія жарильні апарати поділяють на декілька груп: переважно випускаються апарати з електричним і газовим обігрівом; апарати на твердому і рідкому паливі використовують рідко.

За видом теплопередавального середовища розрізняють апарати з повітряним і пароповітряним середовищем, а також з робочою камерою, яка заповнена жиром.

За способом передавання теплоти апарати бувають з прямим і непрямим обігрівом.

За способом руху середовища в робочій камері: за рахунок природної або примусової конвекції повітря чи жиру, або ж в результаті руху робочого органу (шнека).

За конструкцією робочої камери по відношенню до навколишнього середовища жарильні апарати бувають відкриті, закриті та герметичні (для смаження в умовах високого тиску).

За формою робочої поверхні: апарати з гладкою поверхнею (сковороди, конфорки плит); апарати з фігурною поверхнею (вафельниці). Робоча поверхня може бути плоскою, циліндричною у вигляді горизонтального барабана або вертикального циліндра.

За кількістю робочих камер апарати є одно– і багатокамерні. Кожна камера може бути одно– чи багатосекційною (багатоярусною). Принцип обігріву кожної секції однаковий.

За способом установки жарильні апарати є переносні (настільні), пересувні та стаціонарні.

2. Будова та принцип роботи сковорідок

Сковороди призначені для смаження продуктів основним способом, а також пасерування, тушкування та припускання.

До сковорід відносяться і апарати з двостороннім нагріванням, які використовують для випікання виробів з тіста (вафель, печива) або смаження скибочок ковбаси, хліба, сосисок тощо (вафельниці, контактні грилі).

На одній з опор сковороди (частіше на лівій) розміщують органи Керування, а на іншій – механізм для перекидання чаші. Сковороди періодичної дії призначені для виробництва широкого асортименту виробів. Вони можуть працювати за допомогою електричного та газового обігрівання. Робоча поверхня чаші може мати пряме або непряме обігрівання (за допомогою проміжного теплоносія, який знаходиться в сорочці). Можливе централізоване постачання високотемпературного теплоносія до сковороди.

Сковороди відносяться до апаратів з плоскою жарильною поверхнею, і як правило, мають одну робочу камеру, але можуть бути і двокамерні (на спільній станині встановлюють дві чаші) або двосекційні (жарильна поверхня поділена перегородкою).

Вітчизняною промисловістю випускаються наступні моделі сковорід: СЕСМ–0,2; СЕСМ–0,5; СЕ–0,45; СЕ–0,45–1 (на індивідуальній підставці під функціональні ємності); СЕ–0,22; моделі СЕ–0,22–1 (на індивідуальній підставці під функціональні ємності); СЕС–0,55; СЕС–0,2; СЕ–0,45; СЕ–0,25; (СЕЧ–0,25; СЕЧ–0,45 мають безпосередній обігрів).

Сковороди періодичної дії. Складаються з робочої камери (чаші), яка має вигляд циліндра або короба, теплової ізоляції, облицювання, сорочки з проміжним теплоносієм (якщо це передбачено конструкцією), теплогенеруючого пристрою, станини (рис. 1.14).

В сковородах зазвичай здійснюється ручне ступеневе регулювання режимів. Температура робочого середовища повинна забезпечувати швидке утворення скоринки на поверхні, що зменшить втрати маси. Форма жарильної поверхні кругла або прямокутна з площею 0,18–0,5 м^2, глибина чаші 0,15 м, а місткість 30–90 дм^3. На фронтальній частині чаші передбачено носик для зливання рідини та жиру

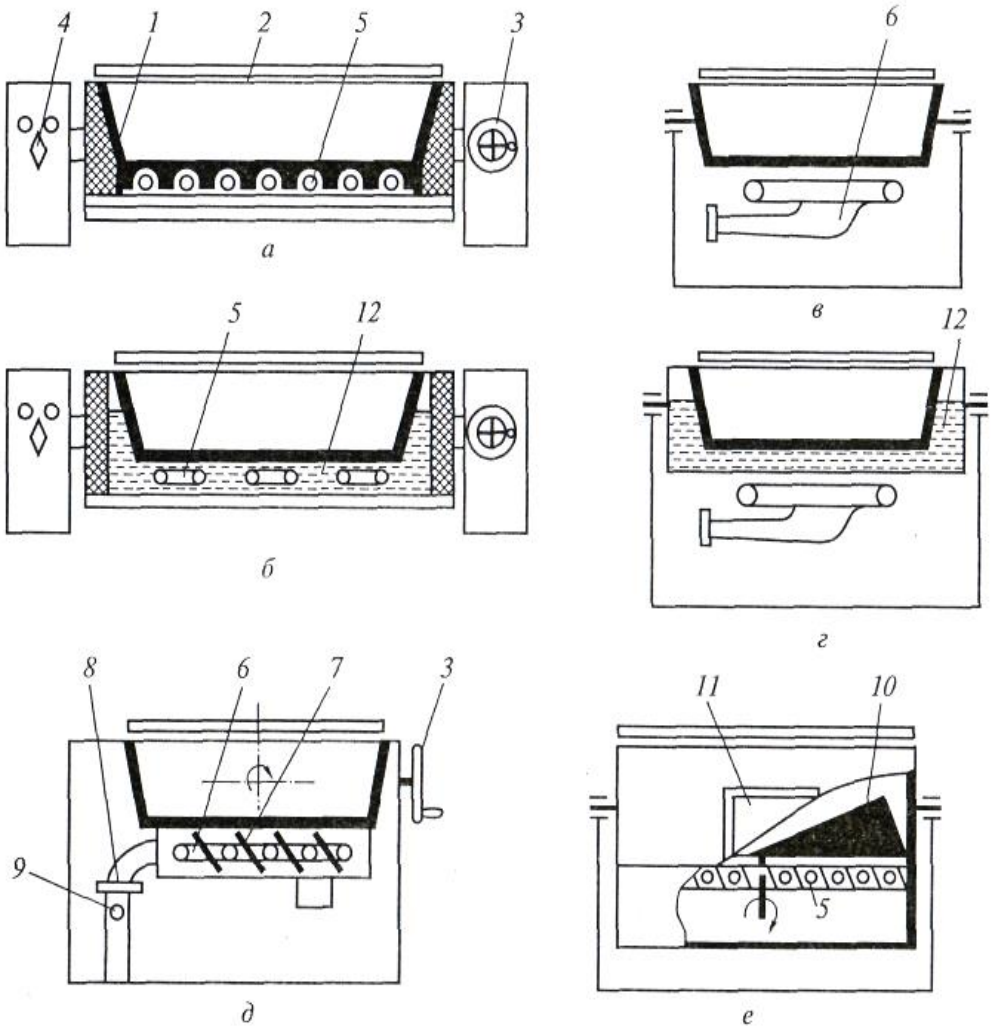


Рис. 1.14 Принципові схеми сковорід періодичної дії

а, б – електричні з прямим і непрямим обігріванням чаші; в, г – газові з прямим і непрямим обігріванням чаші; д – газова з прямим ІЧ обігріванням чаші; е – електрична з мішалкою для пасерування; 1 – чаша; 2 – кришка; 3 – штурвал поворотного черв'ячного редуктора; 4 - перемикач потужності; 5 – електронагрівачі; 6 – газовий пальник; 7 – керамічні ІЧ-випромінювачі; 8 – канал для відведення диму; 9 – заслінка; 10 – лопатева мішалка; 11 – завантажувальний отвір; 12 – проміжний теплоносій (мінеральне масло)

Сковороди безперервної дії. В цих апаратах вироби переміщуються по жарильній поверхні, заповненій невеликою кількістю жиру, за допомогою транспортуючих пристроїв (рис. 1.15). Конструкція транспортерів повинна забезпечувати своєчасне перевертання виробів.

Робочі камери таких апаратів відкриті. Форма жарильної поверхні залежить від конструкції транспортуючого пристрою.

Практично всі апарати мають одну робочу камеру, де може бути декілька зон. Робочі поверхні зон можуть знаходитись на одному рівні (рис. 1.15, а) або на різних (рис. 1.15, б).

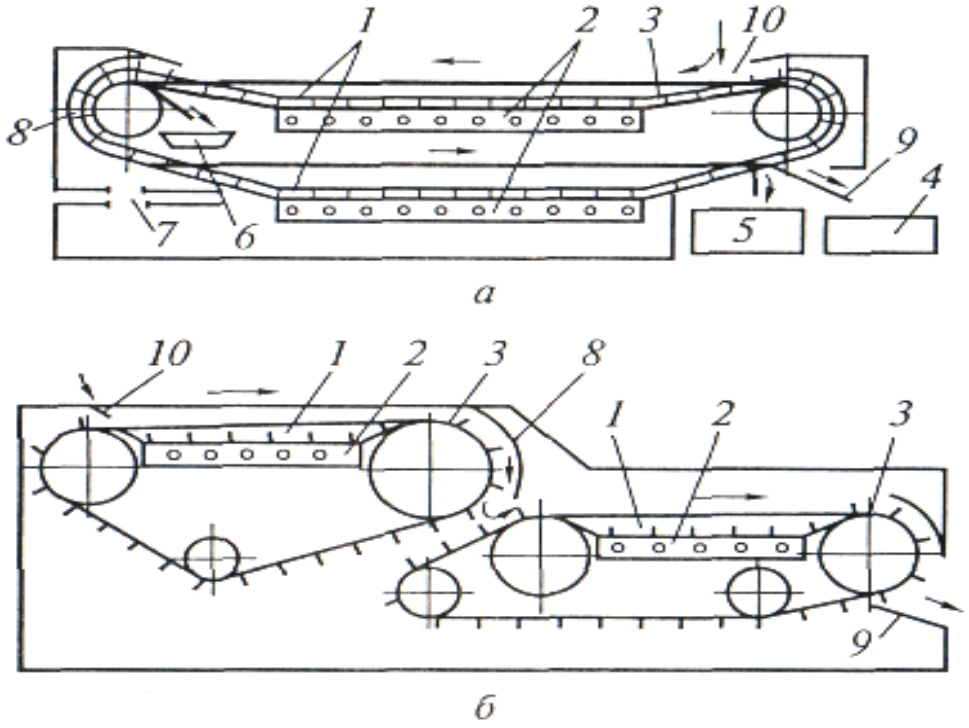


Рис. 1.15 Принципові схеми сковорід безперервної дії
а – апарат з одним транспортером; б – апарат з двома транспортерами;
1 – жарильні поверхні; 2 – електронагрівачі; 3 – пластинчаті транспортери;
4 – бункер для готової продукції; 5, 6 – бункери для збору крихти;
7 – механізм підйому та нахилу чаші; 8 – пристрій для перевертання виробів;
9 – лоток; 10 – зона завантаження

В закладах ресторанного господарства знайшли своє використання сковороди електричні секційні модульовані СЕСМ–0,2 та СЕСМ–0,5.

Сковорода має завантажувальну чашу прямокутної форми з носиком для зливу жиру. Її відкидна кришка може утримуватися в будь–якому положенні за допомогою двох пружин розтягування. Електронагрівач відкритого типу розташований під завантажувальною чашею. Дві тумби закрито зверху столами з нержавіючої сталі. Механізм перекидання, який утримує сковороду в будь–якому положенні від 0 до 90°, розміщений в правій тумбі (маховичок з рукояткою виведений на переднє її облицьовування). Електропанель розташована в лівій тумбі.

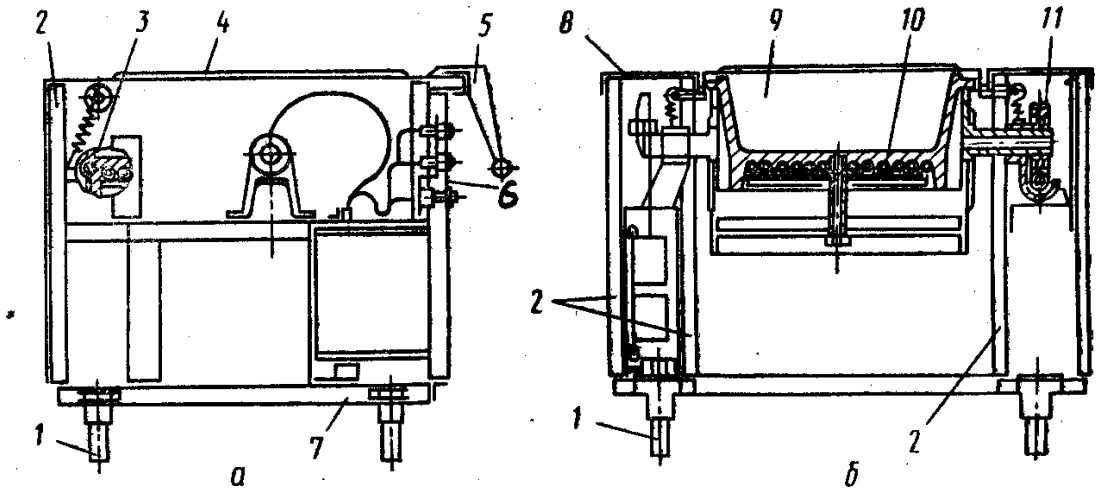


Рис. 1.16 Сковорода електрична секційна модульована СЕСМ–0,2
а – поперечний переріз; б – поздовжній переріз:
1 – ніжки; 2 – кожух; 3 – датчик (термобалон з терморегулятором ТР–4К);
4 – кришка; 5 – ручка кришки; 6 – пульт Керування; 7 – рама; 8 – стіл;
9 – чавунна чаша; 10 – спіралі нагрівача; 11 – механізм перевертання

Сковорода забезпечена терморегулятором ТР–4К, який призначений для автоматичної підтримки заданої температури на робочій поверхні. Лімб терморегулятора виведений на передній облицювальний лист чаші, а термобалон змонтований з її задньої сторони. На лицьовій панелі лівої тумби знаходяться дві кнопки (для включення і виключення сковороди) і дві сигнальні лампочки.

Правила експлуатації і техніки безпеки.

Перед включенням сковороди перевіряють надійність заземлення, справність механізму перекидання і відкидної кришки (кришка повинна легко відкриватися і фіксуватися в будь–якому положенні), а також санітарний стан завантажувальної чаші. Потім в чашу заливають необхідну кількість жиру, встановлюють на потрібну температуру лімб терморегулятора і натискають кнопку «Вкл.». При цьому спалахують зелена і жовта лампочки. По досягненні заданої температури жовта лампочка «Нагрів» гасне. Після цього в сковороду завантажують продукт. Для включення електронагрівачів сковороди типу СЕ повертають ручку датчика–реле температури до збігу величини температур з відміткою на панелі. Відкривати кришку сковороди слід обережно, не нахиляючи її на себе щоб уникнути опіків парою або гарячим жиром. При розвантаженні сковороди і зливанні жиру працівник повинен стояти збоку від неї. У сковорідок типу СЕ перекидання чаші для зливу вмісту здійснюється натисненням на кнопку перекидання. Після роботи, коли сковорода охолоне, чашу перекидають, а коли стече жир, очищають її від

залишків продуктів. Пригорілі частинки зіскоблюють ножем або дерев'яним скребком. При необхідності чашу миють гарячою водою, після чого її на деякий час залишають відкритою для просушування, а потім намащують тампоном, змоченим в жирі.

3. Фритюрниці, їх призначення. Особливості процесу смаження у фритюрі

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

Існує два способи смаження у фритюрі:

– плаваючий – напівфабрикат плаває на поверхні розігрітого жиру;

– занурений – напівфабрикати укладають в сітчасту корзину і занурюють в жир.

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

– гарячу (температура 180 – 190°С);

– холодну (температура 70 – 80°С) – попереджає обгорання дрібних залишків продуктів в робочій зоні, що запобігає небажаним змінам фритюрного жиру.

Промисловістю випускаються моделі фритюрниць: ФЕСМ–20, ФНЕ–10, ФНЕ–5, ФЕ–20, ФЕ–20–1, ФГСМ–10.

Фритюрниця електрична секційна модульована ФЕСМ–20 (рис. 1.17) по конструкції безкаркасна. У верхній частині розміщений стіл і жарова ванна, дно якої має форму усіченої піраміди. Завдяки такій формі дна в нижній частині камери під ТЕНами створюється «холодна зона». В неї опускаються дрібні частинки смаженого продукту, які завдяки відносно низькій температурі не обвуглюються і не забруднюють жир. На дні ванни в центрі встановлений зливний кран. При зливі з апарату жир пропускається через фільтр, який затримує домішки. Нагрів харчового жиру забезпечується трьома ТЕНами, зануреними безпосередньо в його об'єм. ТЕНи закріплені в утримувачах, що дозволяє при необхідності виймати їх. Продукти, що підлягають смаженню укладають в сітчасту корзину з нержавіючої сталі. Температура жиру регулюється термометром ТР–200, термобаллон якого занурений в жир.

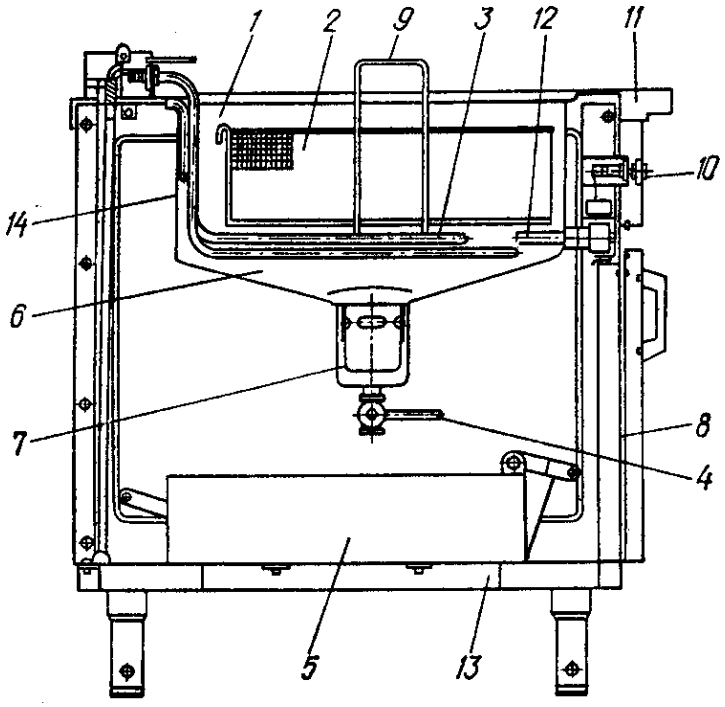


Рис. 1.17 Фритюрниця ФЕСМ–20
1 – рама; 2 – кожух; 3 – жарильна ванна; 4 – ТЕНи;
5 – завантажувальний сітчастий кошик; 6 – теноутримувач;
7 – стіл; 8 – термобалон терморегулятора; 9 – масловідстійник;
10 – фільтр; 11 – кран; 12 – ніжки; 13 – зливний бачок

Панель з електроапаратурою, розміщена в нижній внутрішній частині корпусу, прикріплена на петлях до бічного облицьовування. Для доступу до панелі з електроапаратурою і зливного бачка передбачені дверці. Сигнальні лампи і пакетний вимикач виведені на переднє облицювання.

Фритюрниця ФЕ–20 представляє собою жарову ванну встановлену на каркасі, до якого кріпляться облицьовування. Нагрів жиру здійснюється трьома ТЕНами, скріпленими між собою в блок. Підйом і фіксація в піднятому стані блоку ТЕНи здійснюється за допомогою спеціального важеля і фіксаторів. В передній частині фритюрниці, під столом, розташований відсік електрообладнання, в якому знаходяться датчики–реле температури, вимикачі. Передня стінка закрита панеллю, на яку виведена ручка вимикача і встановлена сигнальна лампа. Фритюрниця забезпечена кошиком для смаження продуктів, кришкою і двома кронштейнами для підвішування кришки під час процесу смаження. Є два датчика–реле: перший – призначений для автоматичної підтримки заданої

температури, другий – забезпечує відключення ТЕНів при нагріві жиру вище 190°С, тобто у разі виходу з ладу першого датчика–реле температури.

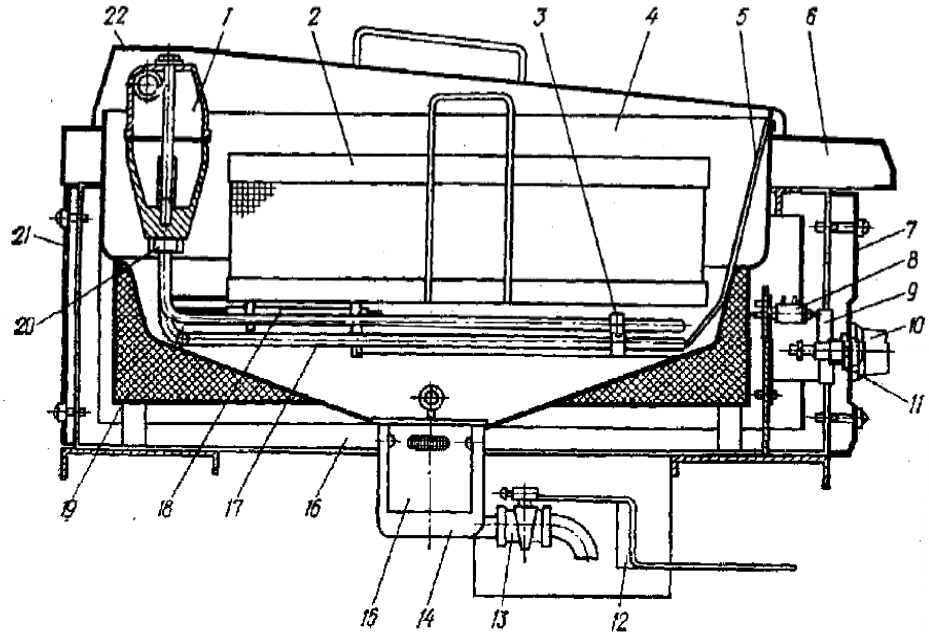


Рис. 1.18 Фритюрниця ФЕ–20

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

Термобалони датчиків–реле температури знаходяться в жаровій ванні і змонтовані на блоці ТЕНів. Фритюрниця ФЕ–20 застосовується для установки на загальну ферму спільно з іншими апаратами, а ФЕ–20–01 – для установки на індивідуальну підставку.

Експлуатація фритюрниць

Перед увімкненням в жарову ванну фритюрниці заливають жир до відмітки. Після повороту рукоятки вмикача спалахує сигнальна лампа, яка горить весь час, поки включений нагрів. Коли температура фритюру досягає заданої, спалахує жовта сигнальна лампа. Після цього продукт укладають в корзину і занурюють в розігрітий жир. Опускати і піднімати корзину необхідно обережно, щоб уникнути опіків. В процесі роботи у ванну періодично додають жир, підливаючи його обережно тонким струменем.

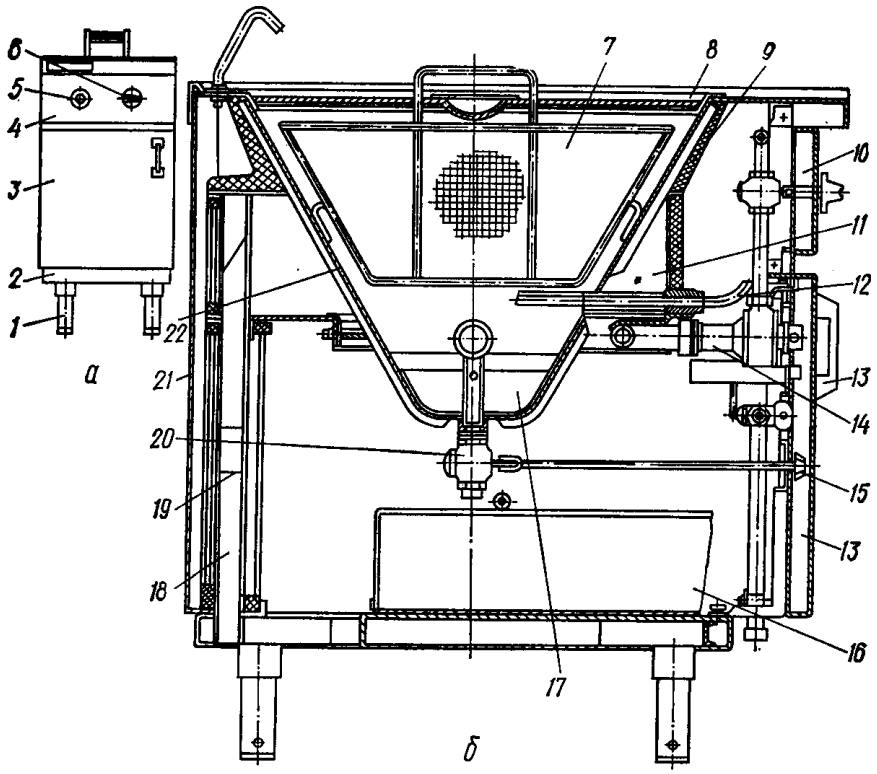


Рис. 1.19 Фритюрниця ФГСМ–10

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 згоряння; 10 – газовий кран; 11 – камера згоряння; 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

Корзину з готовим продуктом підвішують за допомогою крюка на щаблину важеля для стоку жиру. Після закінчення роботи ТЕНи відключають і, відкривши кран, зливають фритюр у бачок і закривають кришкою. Ванну, ТЕНи, стіл, кришку, масловідстійники, панелі промивають теплою водою і ретельно протирають. Перед заливанням нового харчового жиру фритюрницю ретельно очищають. Для цього в неї вливають воду з додаванням каустичної соди або миючого засобу і кип'ятять близько години. Потім розчин зливають і знову очищають стінки ванни щіткою.

4. Жарильні та пекарські шафи

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

тільки для випікання борошняних виробів.

За видом теплообміну вони поділяються:

– *за природною циркуляцією* – шафа має кілька секцій, які являють собою двоступеневий теплоізольований металевий короб;

– *за примусовою циркуляцією* – шафа складається з робочої камери, теплогенеруючого пристрою, системи каналів для нагнітання повітря.

Жарові і пекарські шафи випускаються наступних типів: ШЖЕСМ–2К – жарова шафа секційна модульована; ШПЕСМ–3 – шафа пекарська секційна модульована, під функціональні місткості – ШЖЕ–0,85 (ШЖЕ–0,85–01) і модель ШЖЕ – 0,51(ШЖЕ–0,51–01).

Шафа жарова електрична секційна модульована ШЖЕСМ–2К має дві уніфіковані секції (робочі камери). Кожна секція складається з внутрішнього і зовнішнього коробів, простір між якими заповнений матеріалом теплоізоляції і закривається кришкою, шарнірно, що відкидається вниз. Нагрівання секції забезпечується ТЕНами, розташованими у внутрішньому коробі, по три зверху і знизу. Нижні ТЕНи закриті піддоном. Секція забезпечена двома пакетними перемикачами для східчастого регулювання потужності кожної групи ТЕНів і терморегулятором для автоматичної підтримки в камері заданого температурного режиму. Секції встановлені на інвентарній шафі–підставці з регульованими по висоті ніжками. В правій частині секції в спеціальному відсіку розташований блок електроапаратури. На його лицьову панель виведені рукоятка повороту шиберної засувки, за допомогою якої відкривають і закривають отвори для видалення пари, що виділяється при тепловій обробці продуктів; лімб терморегулятора, дві лампи, що сигналізує про наявність напруги на верхніх і нижніх ТЕНах, і рукоятки перемикачів. Для охолодження електроапаратури в нижній частині лицьової панелі передбачені отвори.

Шафа пекарська електрична секційна модульована ШПЕСМ–3 має зварну конструкцію, яка складається з трьох камер. В кожній камері розміщується по два блоки нагрівачів. Задні і бічні сторони шафи облицьовані сталевими листами. Простір між камерами і облицьовуванням заповнений матеріалом теплоізоляції. В правій частині шафи знаходиться відсік з трьома блоками управління (для кожної камери). На лицьовій панелі блоку змонтовані сигнальні лампи, що показують наявність напруги на верхніх і нижніх ТЕНах, а також виведені ручки двох пакетних перемикачів, за допомогою яких

регулюють інтенсивність нагріву, і лімб терморегулятора, автоматично підтримуючого в робочій камері задану температуру.

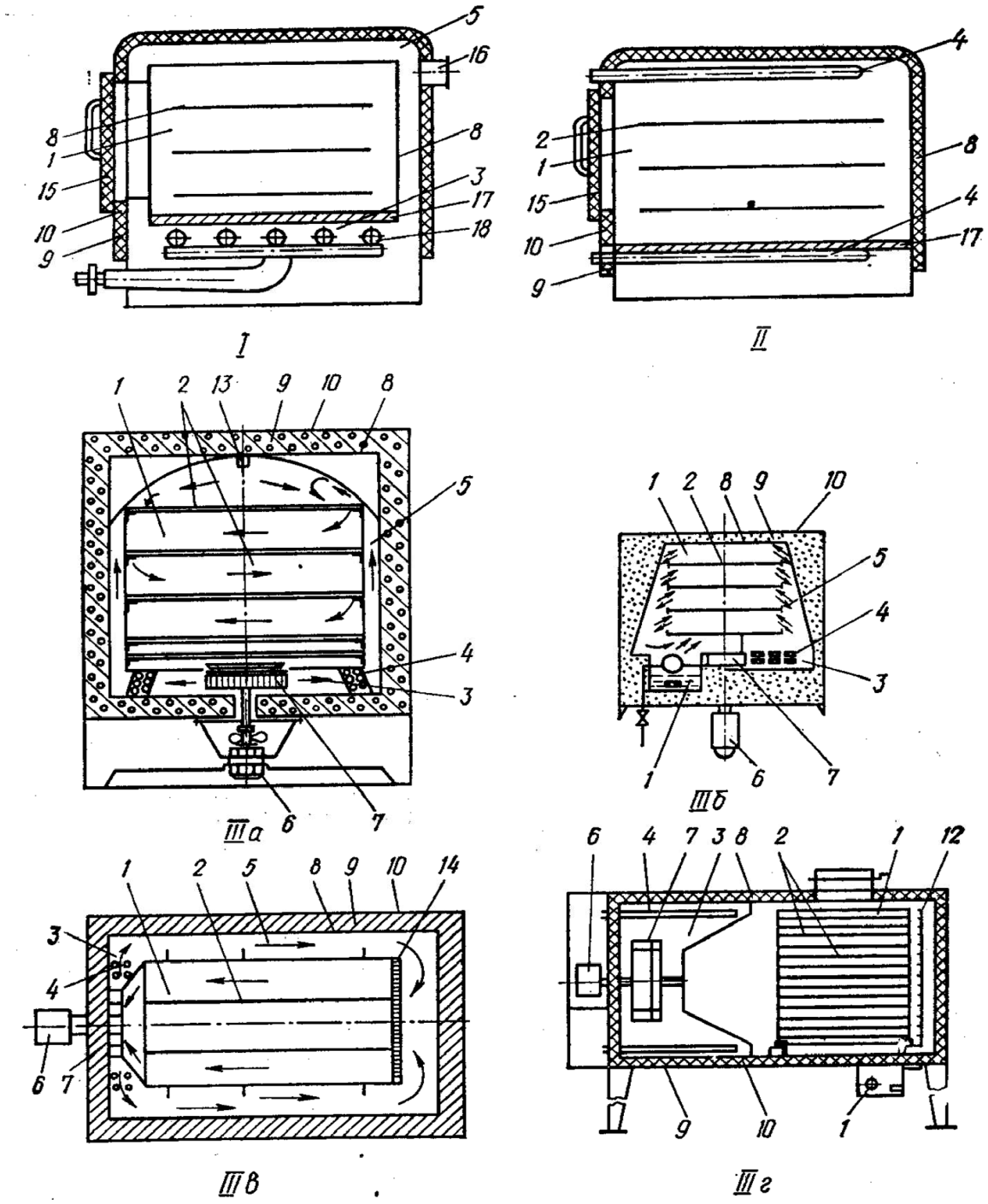


Рис. 1.20 Принципові схеми шаф

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

Шафа пекарська ШП–ЗМ має аналогічну конструкцію, але виготовлена не в модульованому виконанні.

Шафа ШЖЕ–0,51 відрізняється від шафи ШЖЕ–0,85 тим, що жарова камера в ній розділена на три відсіки. Шафи ШЖЕ–0,85 і ШЖЕ–0,51 застосовуються для установки на загальну ферму спільно з іншими апаратами, шафи ШЖЕ–0,85–01 і ШЖЕ–0,51–01 для установки на індивідуальні підставки збірно–розбірної конструкції.

Правила експлуатації апаратів, призначених для смаження і випікання продуктів:

Перед вмиканням апарата в роботу перевіряють:

– надійність з'єднання корпусу апарата з шиною, що його заземлює; стан захисної та вказуючої арматури;

– 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 сорочці апарата з непрямим 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 згоряння; натискають кнопку приладу автоматики, запалюють стаціонарний запальник; прикривають регулятор первинного повітря та відкривають кран пальника; за кольором полум'я регулюють подачу повітря.

В процесі роботи апарату контролюють: температуру жиру (повітря в шафі) в робочому об'ємі апарата; кількість жиру у 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; теплогенерувальні пристрої вимикають через кожні 10 – 15 хвилин до закінчення процесу теплової обробки (сковороди, фритюрниці) – для апаратів періодичної дії.

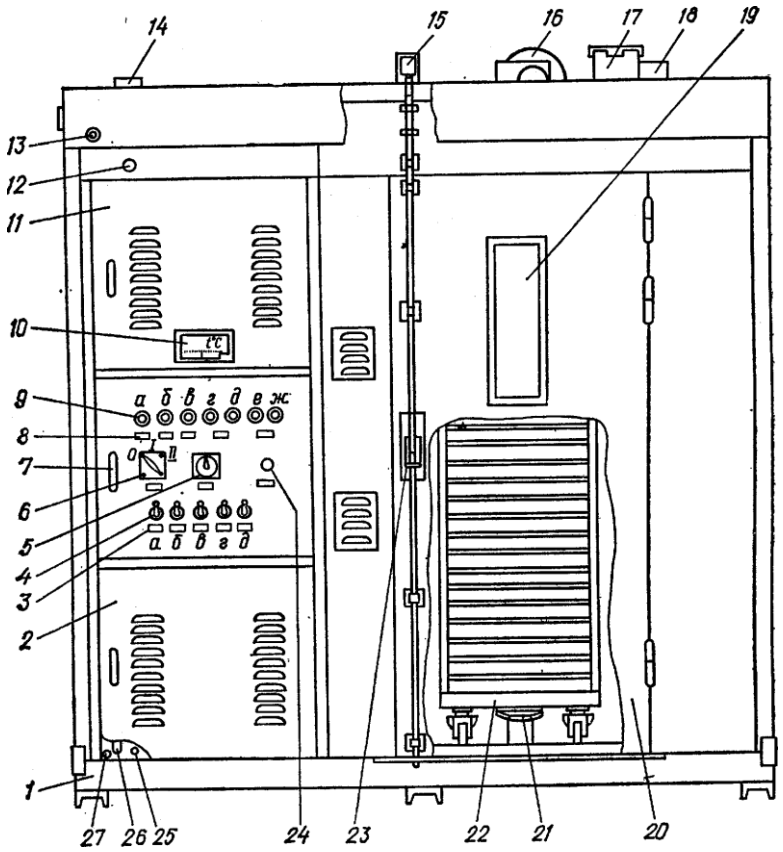


Рис. 1.21 Електропіч КП–400

1 – каркас; 2 – дверцята нижні; 3 – таблички вимикачів; 4 – вимикачі реле часу, ТЕНів парогенератора та пекарної камери, вентилятора; 5 – реле часу; 6 – головний вимикач; 7 – дверцята середні; 12 – рукоятка шиберу; 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 – клема заземлення

Після закінчення процесу смаження (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 олію 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 щіткою, змоченою жиром; промивають теплою водою та просушують дозатори тіста й жиру, з'єднувальні патрубки; проводять регламентні профілактичні роботи відповідно до інструкції з експлуатації. За правилами пожежної безпеки заборонено використовувати апарати для жаріння для сушіння робочого одягу та рушників.

5. Кондитерські печі і жарильні апарати

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 парозволоження та система рециркуляції повітря дозволяють випікати широкий асортимент кондитерських виробів високої якості.

Жарильні апарати

Шашлична піч ROASTER 54 (рис. 1.22) представляє собою корпус з нержавіючої сталі встановлений на рухомих ніжках.



Рис. 1.22 Піч шашлична ROASTER

1 – димохідний комплект; 2 – верхня нагрівальна решітка; 3 – дверцята; 4 – лоток для збору жиру; 5 – регулятор подачі повітря; 6 – дверцята відсіку (шафи); 7 – протипожежний ковпак; 8 – регулятор подачі повітря; 9 – термометр;10 – висувний зольник; 11 – шафа для зберігання інвентарю; 12 – колеса

У нижній частині корпусу розміщено інвентарну шафу. У верхній частині корпусу знаходиться робоча камера з гратами, на яких спалюють деревне вугілля. Для приготування шашликів беруть деревне вугілля фруктових дерев, а також з берези, вільхи, дубу. Вугілля з хвойних порід не використовують.

Під гратами встановлюють висувний зольник. Над гратами встановлюють решітку для грилю та лоток для збору жиру.

Продуктивність печі 45 порцій. Час розпалювання складає 30 хв. Витрати вугілля становлять 6–8 кг/день. Температура в робочій камері 250 – 350°С. Продуктивність витяжки 1600 м³/год. У комплекті: 2 решітки, кочерга, щипці, скребок, лопатка для золи.

Розпалювання проводити без решіток у середині. На початку відкривають верхній і нижній регулятори повітря. Насипають та розпалюють вугілля. Закривають дверцята робочої камери та чекають 35 хв поки вугілля перетвориться на жар. Після цього закривають нижній регулятор та очікують ще 10 хв. Розрівнюють жар та встановлюють решітки. При смаженні на відкритому вогні з поверхні продукту волога під дією високої температури швидко випаровується і на продукті з'являється скориночка. Крім того, продукт набуває певного смаку і аромату.

Під час смаження верхній регулятор прикривають на 50 %. Якщо диму забагато то верхній регулятор відкривають максимально. Якщо виникає необхідність додати вугілля, то обидва регулятори відкривають, перемішують жар, досипають вугілля, закривають дверцята та витримують час. В кінці роботи закривають верхній, ніжній регулятори та дверцята, очікують самоусунення горіння близько 30 хв, а потім видаляють золу.

Електрогриль ГЕ–3 (рис. 1.23) застосовується в невеликих спеціалізованих підприємствах. Його підставка виконана з тонкої листової сталі і встановлена на чотирьох ніжках. До підставки кріпляться робоча (жарова) камера, а також камера для розміщення електродвигуна і тумблерів включення електронагрівачів і електродвигуна. У верхній частині жарової камери, під алюмінієвим відбивачем закріплені два кварцові випромінювачі. Обробляються вироби на вертелі, що обертається. Він має два розсувних утримувача, між якими закріплюється тушка птиці або великі шматки м'яса. В грилі можна також смажити м'ясо або рибу на подвійних гратах. При цьому вироби поміщають на одні грати, прикривають зверху іншими і встановлюють на верхні або нижні направляючі залежно від необхідної інтенсивності обсмажування. Для

прискорення обробки робочу камеру закривають відкидними дверцями з органічного скла, яку при необхідності можна прибирати під підставку гриля.

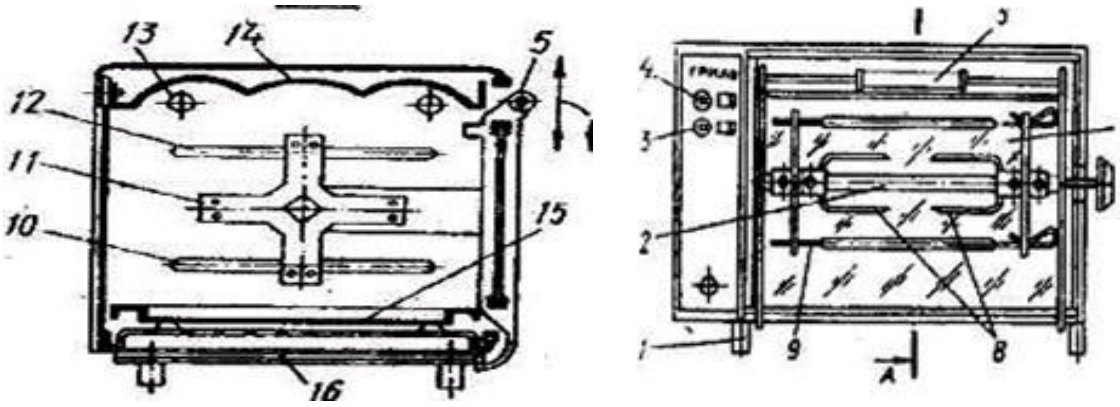


Рис. 1.23 Гриль електричний ГЕ–3

1 – ніжки; 2 – привідний вал; 3, 4 – тумблери нагріваючих елементів; 5 – дверці; 6 – жарова камера; 7 – обертаючий вертель; 8 – розсувні утримувачі; 9 – шампури; 11 – утримувачі; 10, 12 – нижні і верхні направляючі; 14 – алюмінієвий відбивач; 15 – піддон; 13 – електронагрівач; 16 – основа

Жаровня електрична з барабаном ВЖШЕ–675 призначена для випікання заготовок для млинців прямокутної форми.

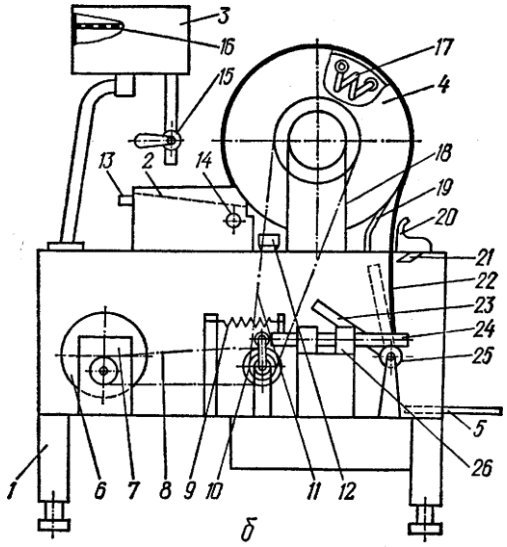


Рис. 1.24 Схема жаровні електричної з барабаном ВЖШЕ–675

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

Автомати для приготування пончиків

Основною несучою конструкцією автомата є основа, зварена зі сталевого швелерного прокату, на якій установлений зварний каркас із сталевих труб квадратного перерізу. Зліва на основі закріплений вузол привода, який забезпечує циклічну роботу усіх основних пристроїв автомата.

У ванні для смаження рівень масла, температура та тиск повітря у ресивері підтримуються автоматично.

Автомат АП–3М для виготовлення смажених пончиків (рис. 1.25) призначений для дозування, формування тіста у вигляді кільця і обсмажування їх у фритюрі.

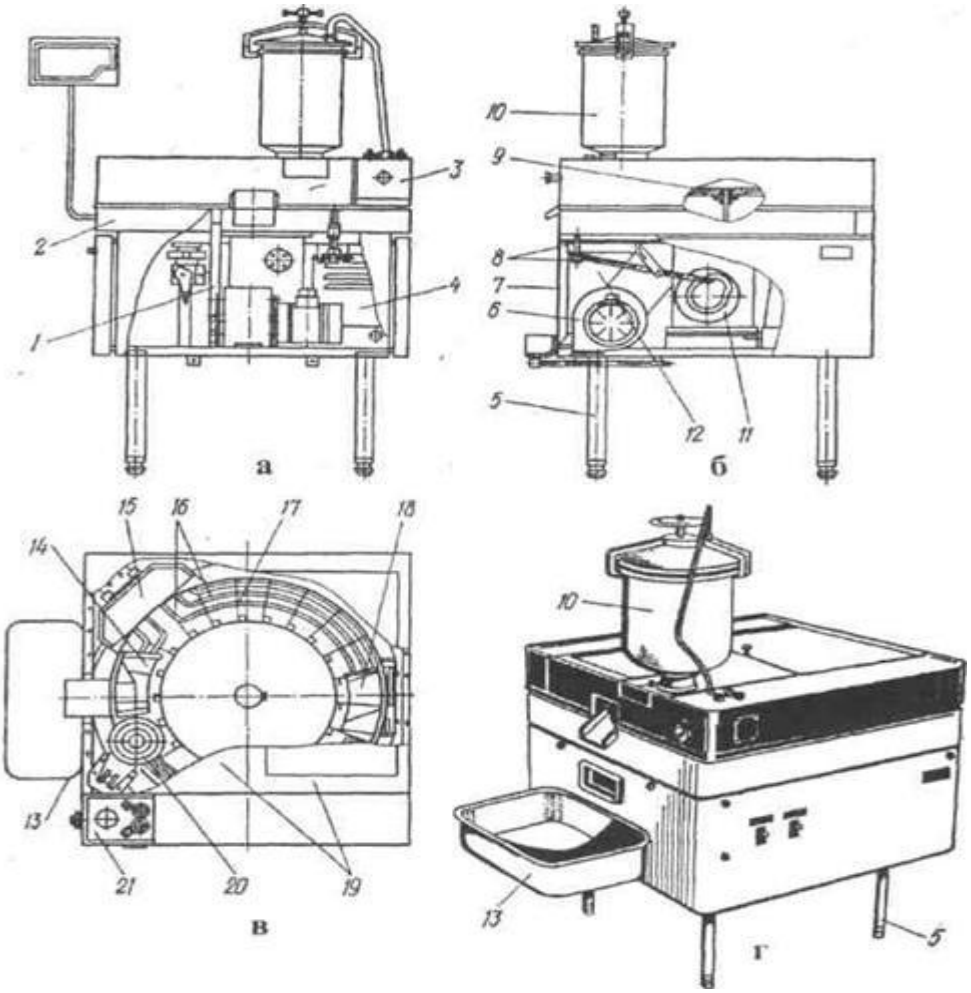


Рис. 1.25 Автомат АП–3М для виготовлення пончиків

а – вигляд спереду; б – вигляд справа; в – вигляд зверху; г – загальний вигляд: 1 – редуктор; 2 – ємність для смаження; 3 – ємність для доливання олії; 4 – компресор; 5 – стояк; 6 – вентилятор; 7 – каркас; 8 – тяга; 9 – проводний диск; 10 – бак для тіста; 11 – газовий клапан; 12 – електрощит; 13 – приймальна тара; 14 – похила поверхня; 15 – кишеня; 16 – ТЕНи ; 17 – лопатки; 18 – гірка; 19 – відкидні кришки; 20 – дозатор; 21 – пульт керування

Автомат складається із таких основних вузлів: каркаса, установленого на чотирьох стояках, ємності для смаження, редуктора, приводного диска з двадцяти однією лопаткою, дозатора, привода дозатора, баків для тіста і доливання олії, компресора і вентилятора. Усередині каркаса установлений щит керування, у передній частині автомата – пульт керування. Каркас – зварний, на ньому змонтовані усі робочі і приводні елементи.

Ємність для смаження складається з плити і теплоізольованої ванни, яка закривається двома відкидними кришками. У ємності для смаження є гірка, на якій перевертаються пончики, і похила поверхня, призначена для вивантаження готових виробів до приймального лотка.

Ємність для смаження, виготовлена із нержавіючої сталі, має кишеню, де розміщені і закріплені нагрівачі, передбачений патрубок з фільтром і краном для зливання олії, розміщена термопара, яка контролює температуру олії. На боковій стінці ванни – кишеню. Нагрівання олії здійснюється трьома ТЕНами, змонтованими в один блок. Для зручності санітарної обробки блок нагрівачів можна обертати навколо шарнірів і виводити із ємності для смаження.

Проводний диск закріплюється на вихідному валу редуктора. На диску шарнірно закріплено двадцять одну лопатку, а знизу – скребок для видалення дрібних частинок з дна ємності. Лопатки переміщуються у внутрішньому кільці ємності для смаження.

Бак для тіста виконаний аналогічно баку пиріжкового автомату, але має меншу місткість. Він прикріплений до дозатора, зібраного на опорі. Відсічення пончика здійснюється стаканом, який має зворотно – поступальний рух від кулачково–важільної системи. Для зручності санітарної обробки дозатора його формуючу частину і відсікач виконано легкознімними.

.

6. Пароконвектомати та конвектомати

Конвектомати призначені для виготовлення хлібобулочних та кондитерських виробів. Принцип роботи полягає у конвекції гарячого повітря, тобто рівномірне та швидке поширення теплого повітря по всій печі. У них підтримується однакова температура повітря у всіх точках продукту, що виготовляють. В конвектоматах можна приготувати страву без жиру, але з хрусткою скоринкою під час випікання. У конвектоматах при нагріванні повітря немає пари. Для нагріву повітря використовують спеціальні ТЕНи, в камері вмонтований вентилятор, який рівномірно створює розподіл

(конвекцію) повітря.



Рис. 1.26 Конвекційна піч Unox XFT 135



Рис. 1.27 Конвекційна піч Tecnoeka KF 620 U IX

На панелі розміщують дві кнопки Керування: «температура» і «час».

За видом енергоносія конвекційні печі поділяються на електричні і паливні (рідинні та газові). За конструкцією конвекційні печі класифікують: подові, стелажні, конвеєрні, ротаційні, тупікові.

Пароконвекційні печі або пароконвектомати призначені для теплової обробки м'ясних і рибних продуктів, овочів, картоплі, круп, розстоювання й випікання хлібобулочних і кондитерських виробів, приготування десертів, а також для здійснення процесів теплового консервування.

Пароконвектомати можуть використовуватисяв закладах ресторанного господарства будь–якої потужності, але особливо ефективно їхнє використання при великих обсягах виробництва однотипної продукції та при наявності дієтичного меню.

Перші пароконвектомати з'явилися на європейському ринку технологічного устаткування на початку 70–х років минулого сторіччя. Їхня розробка реалізувала можливість з'єднання в одному апараті конвекційної жарової шафи й традиційного пароварочного апарата. При сполученні режиму приготування на парі й режиму подачі гарячого повітря з'явилася можливість приготування кулінарної продукції при високих температурах з дозованою та контрольованою подачею пари.

Сучасні пароконвектомати дозволяють здійснювати наступні технологічні операції:

– у режимі «пар» – відварювати, розігрівати, пастеризувати, розмочувати, готувати для вакуумного упакування;

– у режимі «гаряче повітря» або «конвекція» – смажити з утворенням скоринки, випікати, запікати, смажити на грилі, готовити при низьких температурах (до 100°С);

– у режимі «комбінація пари й гарячого повітря» або «пароконвекція» – смажити зі зволоженням, розігрівати, випікати зі зволоженням, глазурувати, відварювати.

Крім того, пароконвектомати дозволяють працювати в режимах «прискорене тушкування» (при температурах 130 – 135°С), «щадне тушкування» (при температурах 30 – 99°С). Режим «регенерація» використовується як для звичайного розігріву завчасно приготованих страв, так і для розігріву тарілок з порційними стравами. Ця функція застосовується у разі тимчасового перерви між виробництвом страв і їхньою реалізацією, наприклад при одночасному обслуговуванні великої кількості людей під час банкету.

Режим «приготування при низьких температурах» дозволяє готувати дієтичні страви з максимальним збереженням всіх поживних речовин при температурах 30 – 90°С.

У режимі «автоматика стрижневої температури» здійснюється приготування їжі з високоточним дотриманням температурних режимів за допомогою спеціального щупа з датчиком. Щуп поміщається в центр шматка продукту, потім задається необхідна всередині продукту температура. По досягненні заданої температури автоматика видає звуковий сигнал і відключає апарат.

Основний критерій, по якому пароконвектомати відрізняються від інших типів аналогічних по зовнішньому вигляду й конструкції апаратів, зокрема конвектоматів, – це наявність у них перемикачів режимів роботи. При цьому мінімально необхідно й досить наявність трьох основних режимів: «пара», «пароконвекція», «конвекція».

Теплогенеруючими пристроями, що забезпечують нагрівання робочої камери апаратів, є кільцеві електронагрівники, розташовані уздовж задньої панелі камери (для електричних моделей), або газові пальники, розташовані в нижній частині апарата (для газових моделей). Відцентрові вентилятори, що забезпечують конвекційний режим всередині камери пароконвектоматів, забезпечені автореверсом, що періодично змінює напрямок обертання, що забезпечує рівномірне температурне поле в камері.

У роботі пароконвектоматів розрізняють два способи паротворення. Перший з них – одержання пари за допомогою власного парогенератора або бойлера. При цьому пара порційно надходить у робочу камеру апарата, а за рівнем вологості й швидкості подачі пара стежить спеціальний датчик вологості. Відповідно до іншого способу здійснюється пряме розпилення води на турбіну, лопаті якої розприскують воду й, потрапляючи на нагрівальні елементи, вода швидко випаровується. У цьому випадку датчик вологості контролює розпилення води й паротворення. У цей час індустріальним стандартом є пароконвектомати із прямим розпиленням; у цьому випадку використання засобів автоматики дозволяє точно контролювати й регулювати обидва найважливіших параметра приготування їжі – температуру й вологість повітря.

Використання пароконвектоматів дозволяє готовити одночасно як кулінарну продукцію одного виду, так і страви з різних видів сировини: овочів, риби, м'яса, що вимагають однакових температурно–вологих режимів приготування; змішування запахів страв, що готуються, при цьому відсутнє.

Важливим плюсом пароконвектоматів є уніфікація розмірів їхніх робочих камер, які розраховані на одночасне використання від 4 до 20 європіддонів – гастроемкостей типу GN. У цьому зв'язку приводимо перелік типорозмірів гастроемкостей, що випускають для використання в конструкціях європейського устаткування закладів громадського харчування :

GN 2/1 – 650х530 мм; GN 1/1 – 530х325 мм;
GN 2/3 – 355х325 мм; GN 1/2 – 325х265 мм;
GN 1/3 – 325х176 мм; GN 1/4 – 265х162 мм;
GN 1/6 – 176х162 мм; GN 1/9 – 176х108 мм.
Глибина ємностей – від 20 до 200 мм.

Як показують спеціальні дослідження, використання пароконвектоматів дозволяє забезпечувати в порівнянні із традиційними способами теплової обробки зниження втрат м'ясної сировини на 50 – 60%, овочів – на 25%, при цьому витрата жиру знижується на 90 – 95%, води – на 40%, електроенергії – до 60%. Керування апаратами здійснюється сенсорними кнопками. Мають програму із заводськими налаштуваннями, які дозволяють використовувати та підтримувати будь яку, із програм приготування страв у різних теплових режимах.

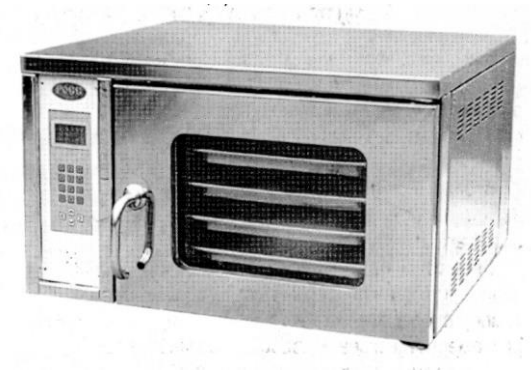


Рис. 1.28 Пароконвектомат ЕГР–5,0/380

Пароконвектомат ЕГР–5,0/380. 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 напрямні 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.



Рис. 1.29 Пароконвектомати SELF COOKING CENTER

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 можна 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 апарат оптимізує весь виробничий процес, знижуючи втрати сировини, спецій і жиру.

Питання для самоперевірки

1. Якими є технологічні вимоги, що висуваються 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 смаження у фритюрі
6. Технологічні вимоги, класифікація, номенклатура фритюрниць.
7. Назвіть конструктивні особливості та правила регулювання температурних режимів фритюрниць.
8. Правила експлуатації апаратів, призначених для смаження 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 смаження.
11. Чим відрізняються пароконвектомати від конвектоматів, їх призначення.
12. Які способи отримання пари в пароконвектоматах?
13. Назвіть основні режими приготування або розігрівання в

пароконвектоматах.

14.Охарактеризуйте процес смаження. Якими способами здійснюється даний процес?

15. Наведіть класифікацію жарильних апаратів.

16. Як підтримується сталий температурний режим у жарильних та пекарських шафах?

17. Завдяки чому досягається рівномірний розподіл температури всередині робочої камери пароконвекційних шаф?

18.Наведіть приклади щодо економічної ефективності застосування пароконвектоматів для теплового обробки страв.

ТЕМА 4. УНІВЕРСАЛЬНІ ТЕПЛОВІ АПАРАТИ (ПЛИТИ)

План

1. Класифікація та види плит.
2. Обладнання для підтримки страв у гарячому стані.

1. Класифікація та види плит.

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

Плити кухонні виготовляють трьох типів: на електричному обігріві, на газовому обігріві та твердопаливні, що й зумовлює 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 – плити, приготування виробів на яких здійснюється в наплитному посуді або безпосередньо на жарильній поверхні;

– несекційні.

Робочі поверхні плит розрізняють:

– за станом – склокерамічні, гладкі, рифлені;

– за формою конфорок – круглі і прямокутні.

В даний час для закладів громадського харчування

випускаються в основному секційні плити. Окремі секції можуть працювати як самостійні апарати або з'єднуватися між собою, утворюючи жарову поверхню заданої площі. Кожна плита складається з робочих елементів і теплогенеруючих пристроїв. До робочих елементів відносяться жарова і бортова поверхні, жарові і теплові шафи, водонагрівачі, до теплогенеруючих – топка і конвективні газоходи.

Електричні плити.в закладах ресторанного господарства застосовуються електричні плити ПЕСМ–1Н; ПЕСМ–2, ПЕСМ–2К, ПЕСМ–2НШ, ПЕСМ–4, ПЕСМ–4Ш, ПЕСМ–4ШБ – секційно–модульні; ПНЕН–0,2 і ПНЕК–2 – малогабаритні модульні; ПЕ–0,51 і ПЕ–0,17 – секційно–модульні, призначені для використання функціональних місткостей.

Літера Ш у маркуванні означає наявність духової шафи, К – круглих комфорок, Б – бортиків, Н – для смаження на поверхні комфорки без наплитного посуду, цифри показують кількість комфорок.

Електрична плита складається з корпусу, конфорок, шаф, бортів і пускорегулюючих пристроїв. В секційних плитах, котрі встановлюються в одну технологічну лінію, немає бортових поверхонь, а окремі апарати з'єднуються між собою спеціальними планками.



Рис. 1.30 Електроплити з духовкою



Рис. 1.31 Електроплити без духовки



Рис. 1.32 Електроплити настільні

Жарову поверхню сучасної електроплити утворюють окремі секції конфорок, що складаються з двох або чотирьох конфорок. Конфорки для установки наплитного посуду і безпосереднього смаження можуть мати прямокутну або круглу форму. Нагрів кожної конфорки регулюється роздільно перемикачем, що сприяє більш економній витраті електроенергії. Після закипання вмісту посуду перемикач залежно від вимог технологічного процесу встановлюють на середню або низьку потужність. Теплові і жарові шафи обігріваються ТЕНами, встановленими зверху і знизу. Нагрівання верхніх і нижніх ТЕНів регулюється роздільно перемикачами, задана температура в робочій камері шафи підтримується автоматично за допомогою терморегулятора. Плита ПЕ–0,51–01 має три прямокутні конфорки, встановлені на каркасі. Регулюючі болти дозволяють виставляти робочу поверхню конфорок в одній площині із столом і огорожею плити. Кожна конфорка забезпечена перемикачем. Плита ПЕ–0,17 має одну конфорку. Плити ПЕ–0,51 і ПЕ–0,17 встановлюють на загальну ферму спільно з іншими апаратами, а ПЕ–0,51–01(мал.75) і ПЕ–0,17–01 для установки на індивідуальній підставці. Плита електрична секційна модульована ПЕСМ–4ШБ встановлюється як самостійний апарат або входить до складу технологічних ліній. Вона складається з двох уніфікованих блоків конфорок і жарової шафи, в якій знизу і зверху розташовано по три ТЕНа. Нижні ТЕНи зверху прикриваються металевим листом. Блок конфорок представляє собою підйомний стіл, на якому змонтовано дві прямокутні конфорки, створюючі жарову поверхню плити, перемикачі і електрокомутаційна проводка.

Підйомний стіл встановлений на корпусі, облицьований стальними листами. З корпусом він з'єднується шарнірно за допомогою петель, що дозволяє піднімати його і відкриває доступ до електрокомутаційної проводки. Для фіксації столу в піднятому

положенні (під кутом 45°С) передбачений упор–обмежувач. Установка окремих блоків жарової поверхні в одній площині здійснюється за допомогою регулюючих гвинтів. Для збору пролитої рідини є піддон. Жарова шафа є висувною камерою, що складається з двох окремих коробів – внутрішнього і зовнішнього, простір між якими заповнений матеріалом теплоізоляції. Шафа забезпечена перемикачами для східчастого регулювання потужності кожної групи ТЕНів і терморегулятором ТР–4К для автоматичної підтримки в камері заданого температурного режиму. Пара з шафи відводиться через патрубок, прохідний перетин якого регулюється засовкою.

Плита секційно–модульна з конфоркою для безпосереднього смаження ПЕСМ–1Н. Плита призначена для теплової обробки продуктів безпосередньо на жаровій поверхні, заздалегідь змащеної жиром. Вона складається із столу, на якому змонтована конфорка, і підставки (інвентарної шафи). Східчасте регулювання потужності нагрівачів конфорки здійснюється перемикачем.

Експлуатація електричних плит

Перед початком роботи перевіряють надійність приєднання плити до захисного заземлення і роботу перемикачів. Після завантаження конфорок плиту включають загальним пусковим пристроєм, а завантажені конфорки – індивідуальними пакетними перемикачами. На вищий ступінь нагріву конфорки включають тільки в період розігрівання, а потім, залежно від вимог технологічного процесу, її перемикають на середній або низький ступінь, оскільки робота на максимальнльній потужності викликає перегрів спіралей і значно скорочує термін служби конфорок. Жарильна поверхня плити повинна бути рівною, гладкою без тріщин і знаходитися на одному рівні з бортовою поверхнею; Щоб на конфорку не проливалась рідина, наплитний посуд необхідно заповнювати не більше ніж на 80 % місткості. Для забезпечення кращої теплопровідності наплитний посуд повинен мати рівне, потовщене дно, щільно прилегле до поверхні конфорки. При використанні наплитного посуду з викривленим дном збільшується термін приготування їжі, погіршується її якість і знижується КПД плити. Якщо жарова шафа забезпечена терморегулятором, в процесі експлуатації перемикачі верхніх і нижніх ТЕНів включають на максимальну потужність, а терморегулятор – на температуру, необхідну для проведення даного технологічного процесу. Одночасно з включенням ТЕНів спалахують сигнальні лампочки, коли в камері досягається задана температура, ТЕНи відключаються і лампи

гаснуть. Для зменшення спрацювування терморегулятора перемикач встановлюють на мінімальну або середню потужність, достатньої для підтримки заданої температури. Після закінчення роботи плиту відключають від мережі і протирають бічну поверхню вологою тканиною, хромовані і нікельовані деталі – сухою тканиною, а жарову поверхню очищають сухим способом. Особливо ретельно очищають канавки конфорок і отвору для стікання–жиру у плит з конфорками для безпосереднього смаження.

Газові плити підрозділяються на конфорочні (з двома, трьома, чотирма конфорками) і з суцільною жаровою поверхнею. У плитах з конфорками продукти згоряння відводяться безпосередньо в повітря приміщення, в плитах з суцільною жаровою поверхнею вони відводяться в спеціальний димар. В даний час промисловість випускає тільки секційно–модульні газові плити.

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 покажчик температури.



Рис. 1.33 Плити газові промислові CUSTOMHEAT G48 та GR 6–36

Експлуатація газових плит

Перед включенням газових плит провітрюють приміщення і перевіряють тягу. Після цього відкривають всі регулятори повітря і дверці жарових шаф і протягом декількох хвилин вентилюють плиту. Потім всі регулятори закривають і відкривають кран на газопроводі, що підводить, після чого натискують на пускову кнопку автоматики, блок якої обслуговує обидва пальники, розміщені під жаровим настилом. За наявності п'єзозапальника натискують на його кнопку, внаслідок чого електрична іскра запалює газоповітряну суміш запальних свічок пальників, Після закінчення 30 – 40 с клапан–відсікач повинен автоматично відкритися: про що свідчить стабільність факела запальних свічок при ослабленні натиску на пускову кнопку. Після чого натиск на кнопку слідує припинити і поворотом газового крана запалити одну або обидва пальники під настилом плити. У плит, оснащених автоматикою регулювання теплового режиму в жаровій шафі, перед запаленням пальники встановлюють стрілку терморегулятора на задану температуру. Процес горіння регулюють за допомогою регулятора повітря. Під час роботи плита має перебувати під постійним наглядом персоналу. Після закінчення роботи закривають крани пальників і кран на газопроводі, що підводить.

Індукційні плити – економічні, продуктивні, безпечні та прості в експлуатації. Принцип їх роботи заснований на явищі електромагнітної індукції. 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).

2. Обладнання для підтримки страв у гарячому стані

Це устаткування представляє групу допоміжних апаратів, призначених для виконання операцій, безпосередньо не пов'язаних із процесом теплової обробки продуктів. До них відносяться марміти, прилавки–марміти, теплові шафи, теплові стійки, термостати. Розповсюдженими є механізовані лінії комплектації й відпуску обідів споживачам, у які також входять допоміжні теплові апарати,

призначені для підтримки скомплектованих обідів у гарячому стані при їхньому короткочасному зберіганні та відпуску. Ці апарати випускаються в модульованому виконанні, що забезпечує зручність їхнього обслуговування та експлуатації.

Марміти служать для підтримки в гарячому стані (не нижче 60°С) перших і інших страв, а також для підігріву тарілок. За своїми конструктивними особливостями марміти поділяються на стаціонарні й пересувні, на електричному й газовому обігріві. Найбільше широко застосовуються стаціонарні марміти з електрообігрівом. Як проміжний теплоносій у них застосовуються гаряче повітря, гаряча вода або пар.

Марміт МСЕ–ЗК призначений для перших страв і являє собою електроплиту із трьома круглими або прямокутними конфорками. Під кожною конфоркою є висувний піддон для збору пролитої рідини. На конфорки встановлюють кастрюлі з готовими першими стравами, які відпускають безпосередньо споживачам. Плита оформлена у вигляді мармітного прилавка. Над прилавком розміщена полиця для відпуску тарілок з першими стравами. З боку споживача є полиця для пересування підносів.

Для підігріву інших страв випускаються електромарміти з паровим обігрівом типу МСЕСМ–50, МСЕСМ–80, МСЕ–50, МСЕ–80, МСЕ–110.

У мармітах з паровим обігрівом мармітниці обігріваються паром, що виробляється в парогенераторі, встановленому безпосередньо в марміті. Вода надходить у парогенератор з водопроводу через живильну коробку, де рівень підтримується автоматично за допомогою поплавкового клапана, і нагрівається теном, розміщеним у парогенераторі. У цих мармітах передача теплоти до стінок мармітниць при конденсації пари відбувається значно інтенсивніше, ніж у мармітах з водяним обігрівом ванн, у яких проміжним теплоносієм є вода. Крім того, у мармітах з паровим обігрівом їжа не пригорає і не підсихає на стінках.

Марміти МЕП–60, МЕП–6, МЕП–35 (пересувні) є тепловим допоміжним устаткуванням ліній комплектації комплексних обідів. Марміт МЕП–60 призначений для збереження в період роздачі в гарячому виді перших страв, а МЕП–6 – других несоусних страв і м'яса до перших страв; марміт МЕП–35 забезпечує збереження в гарячому виді гарніру в період реалізації других страв. Марміти МСЕ–84 і МП–28 входять у комплект устаткування, що використовує функціональні ємкості.

Марміт МСЕ–84 являє собою паровий піддон з парогенератором, вода в якому нагрівається теном. Ємкості з гарячою їжею встановлюються в гнізді стола. Задана температура в паровому піддоні підтримується автоматично за допомогою датчик–реле температури, термобаллон якого встановлений на стінці піддона. Ручка датчик–реле температури й сигнальна лампа виведені на панель Керування. Лампа сигналізує про включення ТЕНа. Захист ТЕНа від «сухого» ходу здійснюється за допомогою іншого датчик–реле температури. Марміт МСЕ–84 застосовується для установки на металоконструкцію технологічної або лінії роздачі.

Шафа теплова ШТС входить у комплект допоміжного теплового устаткування для обслуговування одноразового потоку відвідувачів. Шафа–накопичувач ШТС – вона з'єднує кухню з торговельним залом і призначений для короткочасного зберігання перших, других і гарячих страв, установлених на спеціальних візках–стелажах. Обігрівається він ТЕНами. Задана температура в шафі (60 – 80°С) підтримується автоматично терморегулятором.

Шафи теплові ШТПЕ–1, ШТЕ–1, ШТЕ–1–01 призначені для короткочасного збереження в гарячому виді других страв і кулінарних виробів, а також їхньої роздачі споживачеві.



Рис. 1.34 Марміт 1–х блюд Abat



Рис. 1.35 Марміт для других страв КИЙ–В МС 2Б–1115

Марміт використовується для недовготривалого збереження перших блюд у наплитних котлах у гарячому стані, а також для

роздачі їх споживачам. Конфорки марміта мають регулювання потужності, а полка над мармітом оснащена підсвідкою. На ній можна викладати порційні блюда.

Питання для самоперевірки

1. За якими ознаками класифікують плити?
2. Якими є основні конструктивні рішення плит.
3. Яке теплове обладнання відносять до універсальних теплових апаратів?
4. Якими є основні характеристики універсальних теплових апаратів.

ТЕМА 5. ВОДОГРІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ

План

1. Класифікація водогрійного устаткування.
2. Кип’ятильники.
3. Водонагрівачі.

1. Класифікація водогрійного устаткування

В закладах ресторанного господарства для технологічних і санітарно–технічних цілей використовується гаряча вода з температурою 70°С і 100°С. Гарячу воду з температурою 70°С готовлять у водонагрівачах і водогрійних пристроях, окріп – в кип’ятильниках.

Класифікують водогрійне устаткування за такими ознаками:

– залежно від виду продукту, що отримується – водонагрівачі і кип’ятильники;

– за принципом дії – періодичної та безперервної дії;

– за видом енергоносія – електричні, газові, твердопаливні;

– залежно від ступеня автоматизації – автоматизовані, напівавтоматизовані, неавтоматизовані.

2. Кип'ятильники

Кип'ятильники бувають періодичної й безперервної дії. В апаратах періодичної дії приготування та розбір окропу відокремлені один від одного в часі, а в апаратах безперервної дії ці процеси протікають безупинно.

Електричні кип'ятильники типу КНЕ–25, КНЕ–50, КНЕ–100 розрізняються тільки продуктивністю, потужністю нагрівачів і габаритними розмірами. Кип'ятильники КНЕ–25 і КНЕ–50 – настільні.

Електричний кип'ятильник має металевий корпус, усередині якого розміщені живильна коробка, водонагрівач і збірник окропу. Стінки водонагрівача й корпус розділені повітряним зазором, що служить теплоізоляцією.

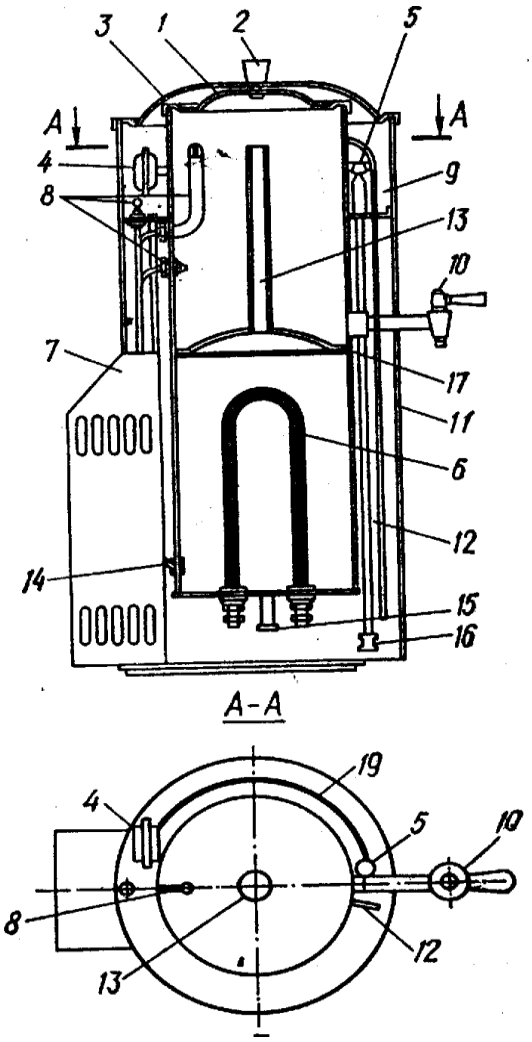


Рис. 1.36 Кип’ятильник безперервної дії КНЕ–25

1 – відбивач; 2 – гайка кришки; 3 – кришка; 4 – поплавок; 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.

На дні водонагрівача закріплені ТЕНи. Збірник окропу оснащений відбивачем. Кип'ятильник має знімну кришку. У

живильній коробці перебуває порожній куля–поплавок, який за допомогою живильного клапана регулює подачу холодної води.

Вода з водопроводу надходить у живильну коробку, звідки по живильній трубці подається в нижню частину водонагрівача, заповнюючи водонагрівач і переливну трубку до певного рівня. Бульбашки, що утворюються при кипінні пари, захоплюють воду нагору і рівень води в переливній трубці трохи підвищується. Окріп перекидається через край у збірник окропу, з якого розбирається через водорозбірний кран. У результаті рівень води в переливній трубці знижується, тому що переливна трубка та живильний бачок являють собою сполучені судини. При цьому куля–поплавок опускається, вода з водопроводу поступає в апарат і в системі встановлюється колишній рівень.

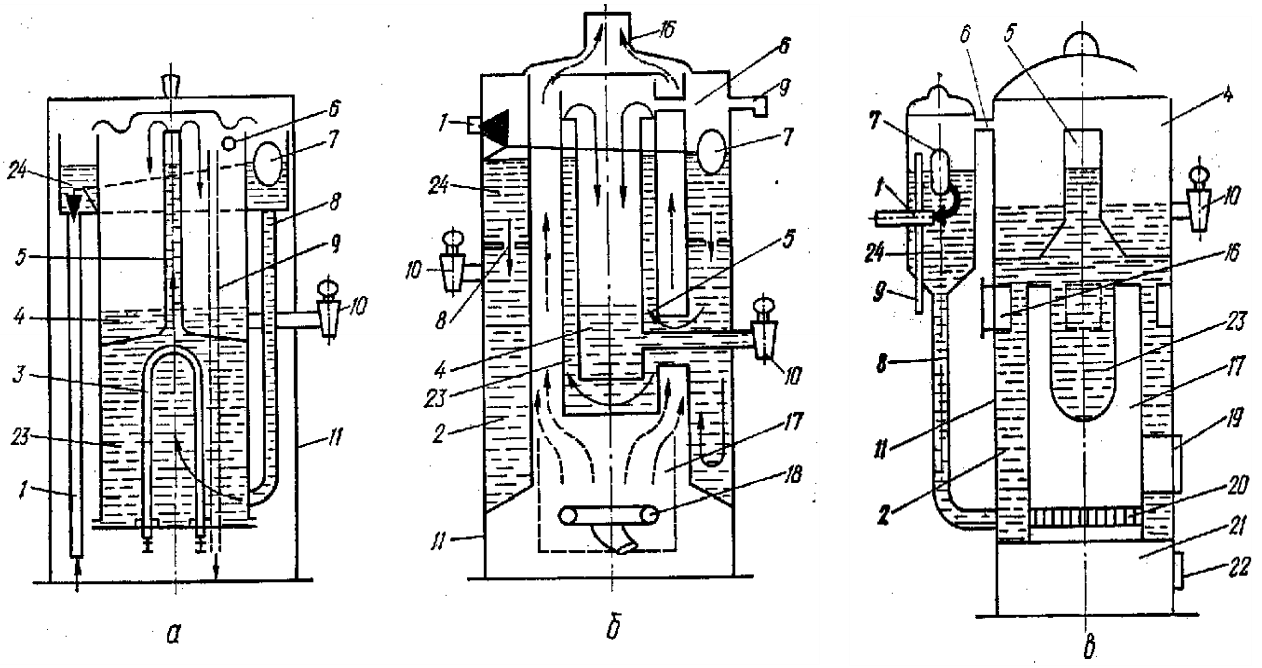


Рис. 1.37 Принципові схеми кип’ятильників безперервної дії

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 – поплавок живильного клапана;
8 – живильна труба; 9 – сигнальна труба; 10 – кран; 11 – корпус кип’ятильника;
16 – патрубок для відведення продуктів згоряння; 17 – камера згоряння;
18 – газовий пальник; 19 – топочні дверцята; 20 – колосникова решітка;
21 – зольник; 22 – дверцята зольника; 23 – кип’ятильний резервуар;
24 – живильна коробка

При монтажі кип'ятильника рівень води в переливній трубі на 0,06–0,08 м нижче краю, що гарантує перекидання в збірник окропу

тільки кип'яченої води. Якщо рівень води в переливній трубці перевищить припустимий, то в збірник окропу буде надходити некип'ячена вода; якщо він занадто опуститься, то окріп буде містити велику кількість пари, у результаті чого зменшиться продуктивність апарата.

Кип'ятильники КНЕ–25, КНЕ–50, КНЕ–100, КНЕ–100М оснащені автоматикою захисту Тенів від «сухого» ходу й підтримки рівня води в збірнику окропу. 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.

Принципові схеми кип’ятильників, що працюють на різних видах палива

Експлуатація кип'ятильників

Перед початком роботи відкривають вентиль на водопровідній трубі, що підводить, і заповнюють кип'ятильник водою. Потім зливають із збірника окріп, що залишився, і за рівнем води в переливній трубі визначають правильність настроювання поплавкового клапана.

У процесі роботи варто регулярно відбирати окріп. При цьому перші його порції зливають, тому що вони можуть бути недокип’яченими. Якщо потреба в окропі зникла, потрібно припинити нагрівання неавтоматизованих кип'ятильників або різко зменшити кількість підведеної до них теплоти. Для цього в газових кип'ятильниках зменшують подачу до пальника, а у твердопаливних прикривають шибер на димоході та дверцята зольника.

Після закінчення роботи вентиль на водопровідній трубі закривають, зовнішню поверхню кип'ятильника протирають вологою тканиною, а хромовані й поліровані поверхні – сухою фланеллю.

При експлуатації електричних кип'ятильників перед включенням перевіряють надійність заземлення. Після підключення до мережі в автоматизованих кип'ятильників повинна спалахнути червона лампа, сигналізує про подачу живлення, а після заповнення живильного бачка водою до заданого рівня – зелена, що показує, що ТЕНи перебувають під напругою, а вода нагрівається.

Водонагрівачі заповнюють водою до включення, для чого на водопроводі, відкривають кран. Потім перевіряють заповнення водонагрівача, відкривши кран розбору, а також надійність

заземлення (в електричних нагрівачів) і наявність тяги з димоходів (у газових).

3. Водонагрівачі

Водонагрівачі призначені для нагріву води в посудомийних машинах або як самостійні апарати для безперервного нагрівання води. Водонагрівач представляє собою циліндричний стальний резервуар, який герметично закривається кришкою. Усередині 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.

Водонагрівачі бувають вбудованими в газові й твердопаливні плити, а також випускаються у вигляді самостійних апаратів безперервної дії.

Випускаються також газові автоматичні водонагрівачі, яків закладах ресторанного господарства можуть використатися як джерела місцевого гарячого водопостачання.

Водонагрівачі існують двох видів:

– ємнісні – подають гарячу воду до міст відбору через певний проміжок часу, який необхідно витратити для нагрівання води до певної температури;

– проточні – вода, що нагрівається безперервно протікає через апарат.

Водонагрівач НЕ–1Б являє собою резервуар циліндричної форми, герметично закритий кришкою, у яку вмонтовані три групи ТЕНів. Між резервуаром і кожухом розташований шар теплоізоляції. Унизу водонагрівач має патрубок для підведення холодної води, а вгорі – для відводу гарячої води. При підвищенні тиску понад 500 кПа для відведення гарячої води у водонагрівачі спрацьовує клапан на патрубку.

Робота водонагрівача заснована на різниці щільності холодної й гарячої води; у міру нагрівання гаряча вода (більш легка) піднімається нагору й забирається звідти.

До корпусу водонагрівача прикріплений пульт автоматичного Керування, на передній стінці якого розташований термосигналізатор ТС–100. Термобалон термосигналізатора перебуває у верхній частині резервуара. Чорна стрілка з рухливим контактом показує температуру води у водонагрівачі. За допомогою червоної й жовтої стрілок задають верхню й нижню межі температури (98°С і 95°С).

Водонагрівач НЕ–1В (рис. 1.38) використовується в посудомийних машинах, а також для місцевого гарячого водопостачання в невеликих закладах ресторанного господарства.

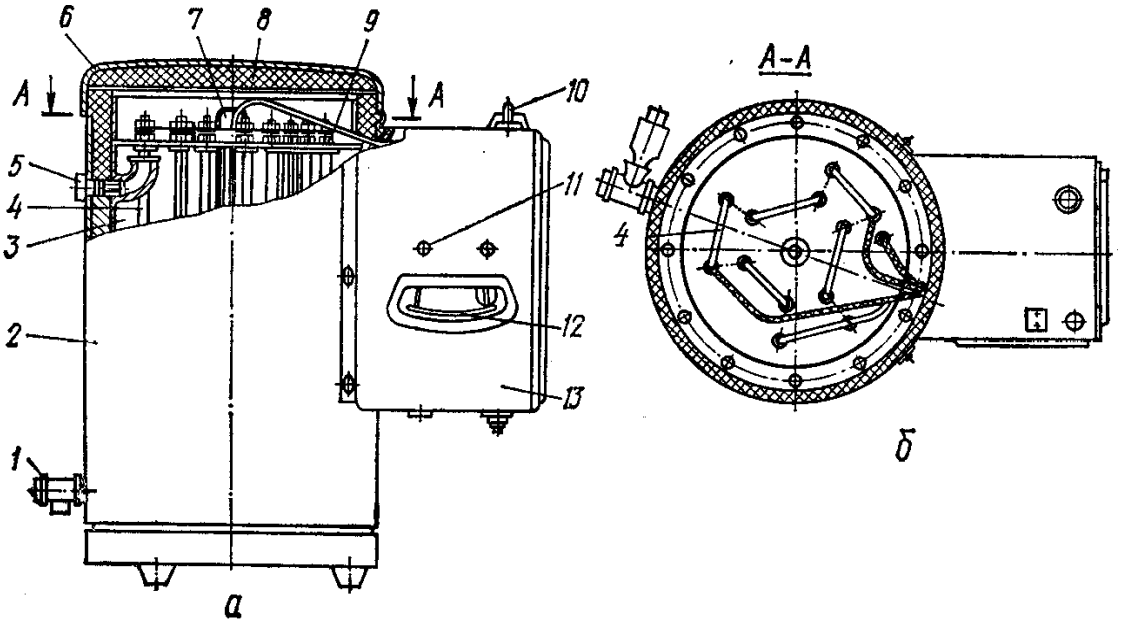


Рис. 1.38 Водонагрівач НЕ–1В

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.

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.

Питання для самоперевірки

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 НЕ–1В.

8. Назвіть та опишіть техніко–експлуатаційні показники роботи водонагрівачів.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАВДАННЯ 1. Ознайомтесь з ДСТУ EN 1672–2:2018 «Обладнання підприємств харчування». Поясніть зміст рисунку А2 розміщеного на сторінці 11 стандарту.

ЗАВДАННЯ 2. Розшифруйте маркування устаткування: КХГ–160; ПЕ–2; АПЕ–2; ФЕ–6; СЕ–0,45; ШПЕ–3. Заповніть таблицю 1.1 за прикладом.

Таблиця 1.1

Характеристика устаткування

Маркування устаткування	Назва устаткування	Живлення устаткування	Потужність	Функціональне призначення
КХГ–160	Котел харчоварильний Газовий	Газове	160 л	Для варіння перших страв, гарнирів, гарячих напоїв

ЗАВДАННЯ 3. Вибір устаткування залежно від способу теплової обробки.

Здійсніть порівняльний аналіз способів теплової обробки продукції, яке відбувається під час приготування страви в устаткуванні (згідно варіанту). Визначте переваги та недоліки перебігу кожного виду теплової обробки на запропонованих моделях устаткування. Результати аналізу занесіть у таблицю 1.2. У якому із запропонованих видів устаткуванні процес приготування страви буде більш ефективним? Висновок обґрунтуйте.

Варіант 1. Під час смаження риби в устаткуванні ШЖЕ–2 та СЕСМ–0,2.

Варіант 2. Під час приготування овочів у ШПЕ–2 та мікрохвильовій печі Samsung.

Таблиця 1.2.

Аналіз способів теплової обробки продуктів під час експлуатації устаткування

Маркування устаткування	Назва устаткування	Спосіб теплової обробки	Переваги способу обробки	Недоліки способу обробки

ЗАВДАННЯ 4. Розрахунок енерговитрат теплової шафи.

Варіант 1. Розрахуйте енерговитрати теплової шафи, яка працювала протягом 4 годин, а її потужність складає 3500 Вт.

Варіант 2. Розрахуйте кількість електроенергії, яку споживає піч кондитерська за 8 години роботи, якщо за 1 годину безперервної роботи шафа споживає 2,8 кВт/год енергії.

ЗАВДАННЯ 5. Розрахунок енергоспоживання устаткування.

Варіант 1. Пароконвекційна піч має потужність 10,5 кВт. Тривалість одного циклу приготування 20 хв. За зміну проводиться 8 таких циклів. Визначте добову витрату електроенергії.

Варіант 2. Пароконвекційна піч має потужність 8,2 кВт. Тривалість одного циклу приготування 35 хв. За зміну проводиться 4 таких цикли. Визначте добову витрату електроенергії.

ЗАВДАННЯ 6. Розрахунок продуктивності устаткування.

Варіант 1. Визначте продуктивність електричної плити за годину, якщо потужність конфорки 3,0 кВт, ККД 55%, час теплової обробки однієї порції 15 хв. Теплота, необхідна для приготування однієї порції 0,25 МДж.

Варіант 2. Визначте продуктивність електричної плити за годину, якщо потужність конфорки 3,2 кВт, ККД 78%, час теплової обробки однієї порції 20 хв. Теплота, необхідна для приготування однієї порції 0,4 МДж.

ЗАВДАННЯ 7. Розрахунок ефективності роботи теплового устаткування.

Варіант 1. Електрична сковорода має потужність 27 кВт і нагріває 3 л олії від 20°С до 110°С за 15 хв. Визначте ефективність роботи (ККД) устаткування.

Варіант 2. У котлі харчоварильному електричному потужністю 5,2 кВт нагріли 100 л води від 24°С до 100°С для приготування какао за 20 хв. Визначте ефективність роботи (ККД) котла.

ЗАВДАННЯ 8. Розрахунок коефіцієнта корисної дії устаткування.

Варіант 1. Сосисковарка потужністю 5 кВт нагріває 6 л води від 18°С до 100°С за 15 хв. Питома теплоємність води 420 кДж/(кг·°С); густина води 1000 кг/м³. Визначте ККД.

Варіант 2. Апарат для смаження пончиків потужністю 3 кВт нагріває 5 л олії від 22°С до 180°С за 10 хв. Питома теплоємність олії 2 кДж/(кг·°С); густина олії 900 кг/м³. Визначте ККД.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Під час вивчення теми варто ознайомитись з ознаками, за якими здійснюють класифікацію теплових апаратів. Ознайомитись із конструктивними та експлуатаційними вимогами до теплових апаратів, правилами їх безпечної експлуатації. Зверніть увагу на етапи роботи устаткування. На початку роботи перевіряють наявність заземлення, цілісність корпусу та складових елементів будови, санітарно–гігієнічний стан, справність кнопок управління. Під час експлуатації потрібно слідкувати за рівнем води з метою захисту ТЕНів у таких видах устаткування, як апарати пароварильні, сосисковарки, пастакукери, водонагрівачі, кип’ятильники, котли харчоварильні тощо. Устаткування не можна залишати без нагляду. Мінімальна відстань від нагрітого устаткування до стін і предметів, які можуть спалахнути повинна складати мінімум 0,5 м. Здійснювати догляд за тепловим устаткуванням потрібно після вимкнення його із мережі та охолодження нагрівальних елементів і поверхонь.

Після ознайомлення із будовою устаткування наведеного у цьому посібнику, слід знайти у мережі інтернет аналогічні моделі

вітчизняного та зарубіжного виробництва. Ознайомитись з їх технічними характеристиками. Під час вибору теплового устаткування для закладу, враховують його габарити, об'єм робочої камери, енергоємність. Габаритні розміри зазначені у паспорті устаткування допомагають зрозуміти, чи зручно буде розмістити устаткування серед інших пристроїв у цеху. Перевірити доступ до трубопроводів, якщо потрібно встановити пароконвектомат, харчоварильний котел, пароварильну шафу, або піч зі зволоженням. Розміщувати устаткування потрібно таким чином, аби забезпечити вентиляцію та циркуляцію повітря навколо устаткування для охолодження нагрітих поверхонь та дотримання правил пожежної безпеки. Під час вибору моделі устаткування звертають увагу на наявність захисних пристроїв автоматичного захисту, сигнальних ламп, клапанів, теплоізоляційних рукояток, систем аварійного вимкнення.

Зверніть увагу на спосіб живлення устаткування. Він залежить від фінансових можливостей підприємства; наявності та способів постачання енергоресурсів; умов експлуатації устаткування; наявності дозвільної документації на експлуатацію устаткування; обсягів продукції, яку потрібно приготувати; продуктивності обладнання.

Фінансові можливості впливають на вибір моделі. Слід пам'ятати, що у менш вартісних моделях складові будови виконують із матеріалів, які є не довговічними. А для моделей іноземних виробників іноді важко знайти відповідну запчастину під час ремонту. Краще обирати устаткування виробників, які мають сервісні центри у регіоні діяльності закладу ресторанного господарства. Досвідчені працівники сервісного центру допоможуть становити устаткування та здійснити налаштування систем автоматизації і контролю. Наявність гарантійного терміну полегшує вирішення питань, пов'язаних із усуненням виявлених несправностей. Обираючи модель звертають увагу на зручність конструкції для санітарної обробки та обслуговування.

До завдання 1 Для дотримання гігієнічних вимог обробки продукції слід ознайомитись із ДСТУ EN 1672–2:2018 «Обладнання підприємств харчування».

Під час вирішення завдання 2 інформацію можна отримати із конспекту лекції, перегляду подальшого змісту цього посібника або скориставшись сайтами виробників вітчизняного устаткування.

Приклад розв'язання до завдання 4

Потрібно розрахувати енерговитрати теплової шафи, якщо потужність устаткування 3,5 кВт, а час роботи 4 години.

Дано: кВт· год; P = 3,5 кВт; t = 4 год.

Розрахувати: Q.

Рішення:

Розрахунок енерговитрат теплової шафи здійснюють за формулою:

$$Q = P \cdot t \text{ , } (1.1)$$

де

Q – кількість енергії, кВт· год;

P – потужність, кВт;

t – час роботи, год.

Підставимо відомі значення у формулу

$$Q = 3,5 \cdot 4 = 14 \text{ кВт/год}$$

Відповідь: Енерговитрати (кількість електроенергії, яку споживає теплова шафа за певний час роботи) теплової шафи становлять 14 кВт/год.

Приклад розв'язання до завдання 5

Пароконвекційна піч має потужність 9 кВт. Тривалість одного циклу приготування 25 хв. За зміну проводиться 6 таких циклів. Визначте добову витрату електроенергії, якщо заклад ресторанного господарства працює у дві зміни.

Дано: $t_{1\ циклу} = 25$; $n_{циклів} = 6$; P = 9 кВт; $n_{змін} = 2$.

Розрахувати: Q.

Рішення:

1. Для обрахунку енергоспоживання за зміну використаємо формулу (1.1):

$$Q = P \cdot t \text{ ,}$$

Врахуємо, що час роботи печі за зміну**:**

$$t_{зм} = 25 \cdot 6 = 150 \text{ хв} = 2,5 \text{ год}$$

Підставимо відомі значення у формулу та отримаємо витрату електроенергії за одну зміну:

$$Q = 9 \cdot 2,5 = 22,5 \text{ кВт·год}$$

2. Зазвичай у розрахунках кількість енергії витрачена за зміну і є добовою витратою. Однак у нашій умові зазначено, що змін дві. Отже, добова витрата енергії буде становити:

$$Q_{доб} = 22,5 \cdot 2 = 45 \text{ кВт/год}$$

Відповідь: Добова витрата електроенергії становить 45 кВт/год.

Приклад розв'язання до завдання 6

Потрібно визначити продуктивність електричної плити за годину, якщо потужність конфорки 2,5 кВт, ККД 70%, час теплової обробки однієї порції 10 хв. Теплота, необхідна для приготування однієї порції 0,3 МДж.

Дано: P = 2,5 кВт ; η = 70%; t = 10 хв; $Q_{1\ порції}$ = 0,3 МДж.

Розрахувати: n.

Рішення:

1. Для розв'язання завдання слід визначити корисну теплову потужність плити за формулою:

$$P_{кор} = P_{затрат} \cdot \eta \text{ , (1.2)}$$

де

$P_{кор}$ – корисна теплота, кВт·год;

$P_{затрат}$ – затрачена (фактична) енергія або енергоспоживання, кВт·год;

η – ККД (коефіцієнт корисної дії), %.

Корисна потужність $P_{кор}$, відображає частину енергії, яка була витрачена на виконання корисної роботи (нагрівання води, продуктів або повітря) без урахування втрат тепла в навколишнє середовище. Тобто це ефективно використана енергія, а не все спожите електроживлення.

$P_{затрат}$ – це кількість енергії, яку прилад спожив із електромережі.

Коефіцієнт корисної дії η показує ефективність роботи обладнання, тобто, яка частина спожитої енергії перетворилася на корисну. ККД завжди: менший за 1 (або менший за 100%), записується як десятковий дріб або %. Тому 70% переведемо у десятковий дріб 0,7.

$$P_{кор} = 2,5 \text{ кВт} \cdot 0,7 = 1,75 \text{ кВт}$$

2. Далі, потрібно дізнатися скільки корисної енергії плита передає продуктам за 1 годину – $Q_{кор\ за\ 1год}$.

Використаємо стандартну формулу:

$$Q = P \cdot t$$

Для 1 годин роботи формула (1.1) буде мати вигляд:

$$Q_{кор\ за\ 1год} = P_{кор} \cdot t\ ,$$

де

$Q_{кор\ за\ 1год}$ – енергія, кВт·год;

$P_{кор}$ – потужність, кВт;

t – час, год.

$$Q_{кор\ за\ 1\ год} = P_{кор} \cdot t = 1{,}75\ кВт \cdot 1\ год = 1{,}75\ кВт{\cdot}год$$

Так як теплота на одну порцію у завданні задана в джоулях (0,3 МДж), для подальших розрахунків нам потрібно коректно поділити загальну корисну енергію за годину на енергію однієї порції. Обидві величини мають бути в однакових одиницях. Тому 1,75 кВт слід перевести у Дж.

Пригадаємо, що 1 Вт = 1 Дж/с. Один ват – це потужність, при якій за 1 секунду виконують 1 джоуль роботи.

Відомо, що 1 кВт = 1000 Вт, а 1 год = 3600 с. Тоді:

1 кВт·год = 1000 Вт · 1 год = 1000 (Дж/с) · 3600 с = 3 600 000 Дж $=3{,}6 \cdot 10^6$ Дж

Отже, якщо перевести 1,75 кВт·год у Дж отримаємо:

$$Q_{кор\ за\ 1год} = 1750 \cdot 3600 = 6{,}3 \cdot 10^6\ Дж$$

3. Для розрахунку кількості порцій нам потрібно знати скільки теплоти необхідно мати для приготування однієї порції. В умові зазначено 0,3 МДж. Переведемо МДж у Дж, отримаємо $0{,}3 \cdot 10^6$ Дж.

Тоді кількість порцій за годину:

$$n = Q_{кор\ за\ 1год} / Q_{1\ порції} = 6{,}3 \cdot 10^6 / 0{,}3 \cdot 10^6 = 21$$

Відповідь: Продуктивність електричної плити 21 порція/год для однієї конфорки.

Примітка: Час теплової обробки 10 хвилин у нашому розв'язанні не входить у жодну формулу, тому що ми вважали, що теплова потужність конфорки дозволяє готувати без простою. Час 10 хв не є обмеженням. Головне обмеження – теплова енергія. Теплота 0,3 МДж вже включає всю енергію, необхідну на одну порцію, незалежно від тривалості її приготування. Тобто 0,3 МДж – це

тепловий процес за 10 хв, або за 20 – не важливо, головне: порція потребує 0,3 МДж. Це суто теплотехнічний розрахунок.

Якщо б задача мала на увазі реальний процес приготування, то час 10 хв обов'язково б використовувався, адже за годину тоді можна приготувати 6 порцій. Але це справедливо лише якщо теплота, яку може видати конфорка, достатня для приготування порцій кожні 10 хв. Для цього конфорка має працювати без перерв**.** Якщо трактувати задачу як практичну кулінарну то продуктивність електричної плити 6 порцій/год і тоді розрахунки, які наведені у прикладі розв'язання не мають сенсу.

Приклад розв'язання до завдання 7

Паровий казан має потужність 12 кВт і нагріває 30 л води від 20°С до кипіння за 18 хв. Визначте ефективність його роботи (ККД).

Дано: P = 12 кВт; m = 30 л; $T_{початкова}$ = 20°С; $T_{кінцева}$ = 100°С; t = 18 хв.

Розрахувати: η.

Рішення:

1. У першу чергу визначимо корисну теплоту ($Q_{кор}$). Це кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання або охолодження речовини:

$$Q_{кор} = m \cdot c \cdot \Delta T, \quad (1.3)$$

де

$Q_{кор}$ – кількість теплоти, Дж;

m – маса речовини, кг;

c – питома теплоємність, Дж/(кг·°С);

ΔT – зміна температури, °С.

Q показує, скільки теплової енергії поглинає або віддає тіло при зміні температури. Якщо Q > 0 – тіло нагрівається**.** Якщо Q < 0 – тіло охолоджується**.**

Значення m показує кількість матеріалу**,** який нагрівається або охолоджується. Чим більше речовини, тим більше енергії потрібно для зміни її температури. Наприклад, 10 літрів води потребують у 10 разів більше тепла, ніж 1 літр.

Показник с фізична константа, яка показує: скільки енергії потрібно, щоб нагріти 1 кг речовини на 1°С. Кожна речовина має свою теплоємність. ЇЇ беруть із довідника [4]:

$c_{води}$ = 4200 Дж/(кг·°С); $c_{олії}$ = 2000 Дж/(кг·°С); $c_{сталі}$ = 460 Дж/(кг·°С); $c_{чавуну}$ = 500 Дж/(кг·°С); $c_{алюмінію}$ = 900 Дж/(кг·°С).

Речовини з великою теплоємністю нагріваються повільніше**,** але й охолоджуються повільніше**.** Малотеплоємні – навпаки.

Знак Δ (Дельта) показує, на скільки градусів змінюється температура**.** Обчислюється як:

$$\Delta T = T_{кінцева} - T_{початкова}$$

Якби вода нагрівалась від 20°С до 80°С, то ΔТ = 80 – 20 = 60°С (енергія підводиться). При охолодженні продукту від 10°С до –5°С:

ΔТ = −5 – 10 = −15°С, у такому випадку (енергія відводиться).

За умовами завдання маса речовини 30 л. У води показник об’єму та маси однакові, тому у формулу підставимо m = 30 кг.

Питома теплоємність води знаходимо у довіднику: $c_{води}$ = 4200 Дж/(кг·°С).

У прикладі, який ми розв’язуємо, зміна температури ΔТ відбулась з 20°С до 100°С. Отже, різниця температур буде

$$\Delta T = 100 - 20 = 80°C$$

Підставимо відомі показники у формулу:

$$Q_{кор} = 30 \cdot 4200 \cdot 80 = 10{,}080{,}000 \text{ Дж} = 10{,}08 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Корисна теплота $Q_{кор}$ (нагрівання води) була обчислена в Дж. Але у подальшому розрахунку нам потрібен показник кількості енергії $Q_{затрат}$, який вимірюється у кВт· год. За правилами фізики завжди потрібно, щоб $Q_{кор}$ і $Q_{затрат}$ були в одних і тих самих одиницях вимірювання, інакше ККД буде неправильним. Тому Дж переведемо у кВт. Перегляньте приклад розв’язання завдання 6. Якщо 1 кВт·год = $3{,}6 \cdot 10^6$ Дж, тоді:

$$Q_{кор} = 10{,}08 \cdot 10^6 / 3{,}6 \cdot 10^6 = 2{,}8 \text{ кВт·год}$$

2. Наступним кроком слід визначити затрачену енергію ($Q_{затрат}$) за формулою (1.1):

$$Q_{затрат} = P \cdot t ,$$

У нас t =18 хв = 0,3 год. Отже:

$$Q_{затрат} = 12 \cdot 0,3 = 3,6 \text{ кВт·год}$$

3. Обчислимо ККД за формулою:

$$\eta = \frac{Q\ кор}{Qзатрат} , (1.4)$$

де

η – ККД (коефіцієнт корисної дії), %.

$Q_{кор}$ – кількість енергії, Дж;

$Q_{затрат}$ – кількість енергії, Дж.

$$\eta = \frac{2,8}{3,6} = 0,777 = 78\%$$

Відповідь: ККД парового казана 78%.

Примітка: Зверніть увагу, що для води 1 л =1 кг; для соняшникової олії 1 л ≈ 0,92 кг, а 1 кг олії ≈ 1,09 л; для сметани 1 л ≈ 1,03 кг, а 1 кг сметани ≈ 0,97 л, адже густина цих продуктів відрізняється.

Приклад розв'язання до завдання 8

Визначте ККД, якщо фритюрниця потужністю 3 кВт нагріває 5 л олії від 20°С до 180°С за 12 хв; питома теплоємність олії 2 кДж/(кг·°С); густина олії 900 кг/м³.

Дано: P = 3 кВт; V = 5 л; $T_{початкова}$ = 20°С; $T_{кінцева}$ = 180°С; t = 12 хв; c = 2 кДж/(кг·°С); ρ = 900 кг/м³.

Розрахувати: η.

Рішення:

1. Визначимо масу олії за формулою:

$$m = \rho \cdot V, (1.5)$$

де

m – маса речовини, кг;

ρ – густина речовини, кг/м³;

V – об'єм речовини, м³.

Переведемо об'єм із л у м³, отримаємо 5 л = 0,005м³, тоді маса буде:

$$m = 900 \cdot 0{,}005 = 4{,}5 \text{ кг}$$

2. Кількість теплоти, необхідна на нагрів розраховуємо за формулою (1.3):

$$Q_{кор} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{кор} = 4{,}5 \cdot 2000 \cdot (180 - 20) = 4{,}5 \cdot 2000 \cdot 160 = 1{,}44 \cdot 10^6 \text{Дж}$$

3. Енергія, спожита фритюрницею:

$$Q_{затрат} = P \cdot t ,$$

де

$Q_{затрат}$ – кількість енергії, кВт· год;

P – потужність, кВт;

t – час роботи, год.

Переведемо: t = 12 хв = 0,2 год. Підставимо значення у формулу:

$Q_{затрат} = 3 \cdot 0{,}2 = 0{,}6$ кВт· год

Переведемо кВт· год у Дж. 3 кВт = 3000 Вт = 3000 Дж/с; час 12 хв = 720 с.

$$Q_{затрат} = 3000 \cdot 720 = 2{,}16 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

4. Обчислимо ККД за формулою (1.4):

$$\eta = \frac{Qкор}{Qзатрат} ,$$

$$\eta = 1{,}44 / 2{,}16 = 0{,}67 = 67\%.$$

Відповідь: ККД = 67%.

РОЗДІЛ ІІ. ХОЛОДИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ

ТЕМА 6. ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ ОТРИМАННЯ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

План

1. Поняття теплоти і холоду.
2. Фізичні основи отримання холоду.
3. Загальний принцип роботи холодильних машин.
4. Характеристика способів штучного охолодження.
4.1. Охолодження за допомогою процесів фазового переходу.
4.2. Адіабатичне дроселювання газу (ефект Джоуля–Томсона).
4.3. Вихровий ефект Ранка–Хільша.
4.4. Термоелектричний ефект Пельєтьє.

1. Поняття теплоти і холоду

Всі тіла в природі складаються з молекул. Молекули перебувають у безперервному хаотичному русі та об'єднані силами взаємного притягання. Подібно до інших рухомих тіл, молекули мають *кінетичну енергію* ($E_к$), а сила притягання між ними означає присутність запасу *потенціальної енергії* ($E_п$). Сума кінетичної і потенціальної енергії молекул утворює *внутрішню енергію тіла*:

$$E_в = E_к + E_п, \quad (2.1)$$

Під час самопливного *термодинамічного процесу* внутрішня енергія може частково передаватися від одного тіла (групи тіл) до іншого тіла (групи тіл) у формі *теплоти.* Таким чином, *передача теплоти є одним із способів переходу частини внутрішньої енергії від одного тіла до іншого*. Особливістю цієї форми передачі енергії є те, що вона здійснюється за допомогою енергетичної взаємодії молекул, які беруть учать у процесі, без видимого руху тіл.

З точки зору *молекулярно–кінетичної теорії перехід теплоти* – це передача молекулами одного тіла частини своєї кінетичної енергії іншому тілу.

Оскільки *теплота – це частина внутрішньої енергії, яка передається в термодинамічному процесі*, то прийнято говорити, що теплота підводиться або відводиться від тіла. Енергія, відведена у формі теплоти (відведена теплота), вважається *від'ємною*, а підведена у формі теплоти (підведена теплота) – *додатною*.

Згідно всього сказаного, сформулюємо таке визначення: кількість теплоти – *це ступінь зміни внутрішньої енергії, яка перейшла від одного тіла до іншого внаслідок енергетичної взаємодії молекул без видимого руху самих тіл*.

Передача частини внутрішньої енергії тіла, яка супроводжується видимим спрямованим рухом тіла, називається роботою. Наприклад, внутрішня енергія газоподібних речовин може змінюватися під час їхнього розширення з подоланням опору зовнішніх сил, а також внаслідок стискання під дією зовнішніх сил. При цьому змінюється взаємне розміщення молекул газу та характер їх руху.

Отже, передача теплоти і робота є різними формами передачі внутрішньої енергії під час термодинамічного процесу. Теплота і робота для певної кількості речовини вимірюється в джоулях (Дж, кДж).

Таким чином, поняття теплоти *можна кількісно оцінити* (Дж), а поняття холоду *є умовним* і застосовують в тому випадку, коли теплота відводиться від одного тіла до іншого або в навколишнє середовище.

2. Фізичні основи отримання холоду

Процес відведення теплоти від тіла називається охолодженням. Найпростіший спосіб охолодження – теплообмін між охолоджуваним тілом і навколишнім середовищем. З його допомогою температуру тіла можна знизити тільки до температури навколишнього середовища. Таке охолодження називається природним. Охолодження тіла до температури нижче за температуру навколишнього середовища називається штучним.

В основі сучасних промислових способів охолодження лежать процеси випаровування або кипіння, плавлення або танення і сублімації. Всі вони супроводяться поглинанням теплоти з навколишнього середовища.

Під час процесу танення льоду поглинається досить велика кількість теплоти – 335 кДж/кг (80 ккал/кг). При відносно великій тепловіддачі поверхні льоду або снігу і малих теплотечій температуру в приміщенні можна знизити до 0°С. В приміщеннях, охолоджуваних льодом або снігом, температуру повітря підтримують на рівні 5 – 8°С.

Більш низькі температури можна отримати, застосовуючи суміш льоду або снігу з різними солями. Температура танення льодосоляної

суміші і розсолу, що утворюється при цьому залежить від хімічного складу і вмісту солі. При збільшенні її вмісту в суміші температура танення знижується, але до певної межі. Так, якщо в суміші 23,1% куховарської солі, то температура танення знизиться до –21,2°С, для солі хлористого кальцію при концентрації 29,9% температура танення –55°С. Однак подальше збільшення кількості солі викликає не пониження, а підвищення температури танення.

Відомо декілька способів льодосоляного охолодження: безпосередньо сумішшю, розсолом, повітрям. Найбільш ефективний спосіб, при якому льодосоляна суміш завантажується в спеціальні металеві резервуари або гратчасті кишені, розташовані безпосередньо в камерах з продуктами.

Для отримання більш низьких температур лід або сніг змішують з розведеними кислотами або солями, розчиненими в розведених кислотах.

Наприклад, 7 частин снігу або льоду і 4 частини розведеної азотної кислоти утворюють суміш з температурою –35°С; 5 частин азотнокислого амонію і 6 частин сірчанокислого натрію, розчиненого в 4 частинах розведеної азотної кислоти, дають суміш з температурою –40°С. У сучасних умовах в торгівельних мережах з’явились герметичні ємності об’ємом 100 – 300 мл розчину, для побутового використання з метою збереження температури.

Тіла охолоджують також «сухим льодом» (твердою вуглекислотою), який при сублімації переходить з твердого стану в газоподібний, минувши рідку фазу, та має температуру –78,9°С.

Найдосконаліший і надійний спосіб отримання низьких температур – машинний, заснований на кипінні рідких тіл. Кипіння при низькій температурі відбувається в умовах зниженого тиску, який підтримується в результаті відсмоктування компресором пари робочого тіла. Кипіння супроводжується поглинанням теплоти з навколишнього середовища, і температура середовища знижується.

При розширенні стислого газу і здійсненні ним за рахунок внутрішньої енергії роботи, температура газу знижується. Найбільшого охолодження можна досягти при адіабатичному розширенні, Яке здійснюється тільки за рахунок внутрішньої енергії газу і протікає без теплообміну з навколишнім середовищем. Так, якщо повітря при температурі навколишнього середовища стиснути до 9 МПа, а потім адіабатично розширити до 0,1 МПа, то його температура знизиться до –190°С. На цьому принципі заснована робота повітряних холодильних машин.

Термоелектричне охолодження засновано на ефекті Пельтьє, суть якого в тому, що при пропусканні електричного струму по ланцюгу з двох різних провідників або напівпровідників один із спаїв нагрівається, а інший охолоджується. Якщо температура холодного спаю нижче навколишнього середовища, то його можна використовувати як охолоджувач. Такі термоелектричні охолоджувальні пристрої використовуються в деяких типах холодильних шаф.

Охолодження за рахунок того, що дроселює рідина або газ при проходженні робочого тіла через звужений перетин з області високого тиску в область низького, коли різке падіння тиску супроводжується відповідним пониженням температури.

3. Загальний принцип роботи холодильних машин

Згідно другого закону термодинаміки, для того, щоб передати теплоту від холоднішого тіла до більш нагрітого, потрібно затратити енергію. Для здійснення цього процесу застосовують холодильні машини.

Холодильна машина – це комплекс елементів, які забезпечують відведення теплоти від об'єкта охолодження.

Всі холодильні машини працюють за схемою, наведеною на рис. 2.1.

До об'єкта, що охолоджується з навколишнього середовища постійно підводиться теплота Q_T. Щоб температура об'єкта не підвищувалася холодильна машина повинна постійно відводити від нього теплоту Q_O. Якщо $Q_O > Q_T$, то температура об'єкта буде знижуватися.

Температура ділянки холодильної машини, яка контактує з об'єктом (*низький температурний рівень*) повинна бути нижчою за температуру об'єкта на 5°С – 10°С. Тоді теплота від об'єкта буде самопливом переходити машині без затрати роботи.

Високий температурний рівень машини на 5 – 10°С вищий за температуру навколишнього середовища, тому теплота самопливом від машини передається у довкілля.

Для створення різниці температурних рівнів витрачається робота А. Еквівалентна їй енергія разом з відведеною теплотою Q_o передається у навколишнє середовище. Посередником в даному процесі охолодження виступає холодильний агент, який сприймає теплоту від об'єктів охолодження і передає її у навколишнє середовище – воді чи повітрю.

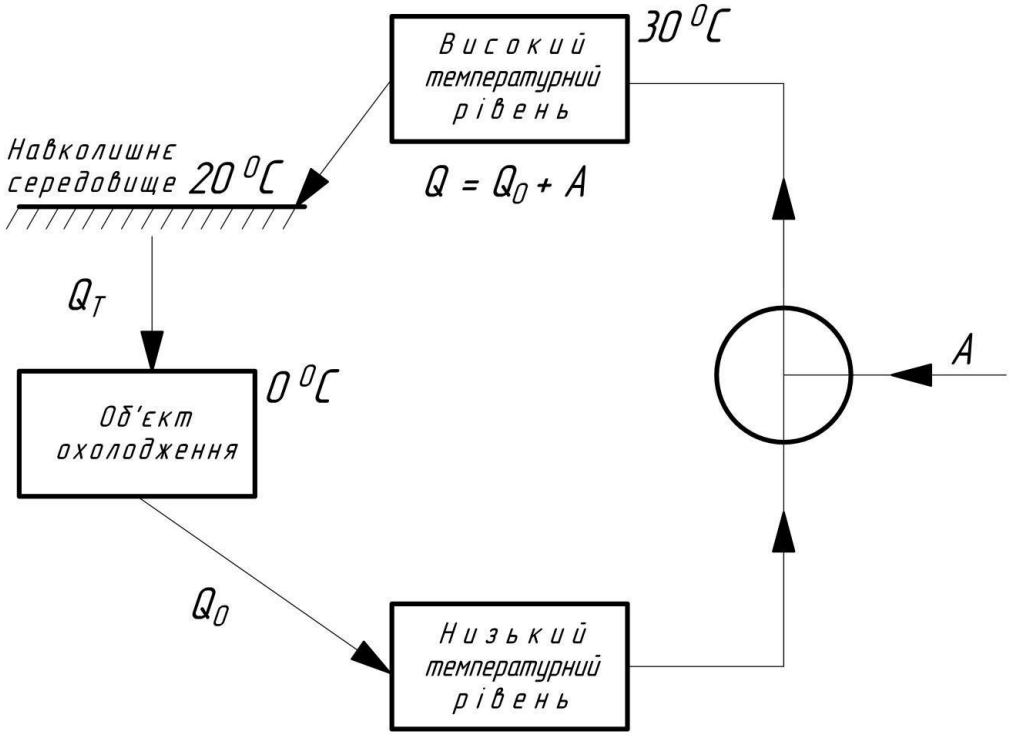


Рис. 2.1 Загальний принцип роботи холодильних машин

При цьому робоче тіло, Яке циркулює у холодильній машині, здійснює круговий процес і повертається у початковий стан, що дає змогу підтримувати безперервне охолодження за допомогою одного і того ж об'єму робочого тіла.

Робоче тіло – речовина, яка здатна приймати та віддавати теплоту, змінюючи при цьому свій стан. Як робочі тіла використовують переважно рідини з низькою температурою кипіння і порівняно невисоким значенням тиску пари.

Стан речовини характеризується певними значеннями різних фізичних величин, які називаються *параметрами стану*. Основні параметри стану такі:

Т – *температура*, К

Па – *тиск* р,

υ – *питомий об'єм*, м^3/кг

Температура – це параметр теплового стану, значення якого визначається середньою кінетичною енергією молекул даного тіла.

Поняття температури є статистичним і стосується лише тих тіл, які складаються з великої кількості молекул.

Оскільки фізичного еталону температури не існує, температурна

шкала представлена набором декількох *фіксованих температур* – так званих *реперних точок*.

Реперними точками прийнято температури фазових переходів: «замерзання» – «плавлення» і «кипіння» – «конденсація».

Для оцінки величини температури широко використовується стоградусна температурна шкала Цельсія (1742 р.). Один градус даної шкали дорівнює 1/100 температурного інтервалу між температурою плавлення водяного льоду 0°С і температурою кипіння води 100°С.

Машини, в яких здійснюється круговий процес, можна використовувати не лише для охолодження, а й для теплопостачання. Такі машини називаються *тепловими насосами***.**

Машина працює за холодильним циклом, якщо тепло переноситься від джерела низької температури в навколишнє середовище.

При перенесенні тепла від навколищнього середовища до джерела з більшою температурою холодильна машини працює як тепловий насос і використовується для теплопостачання. В цьому випадку робоче тіло сприймає теплоту Q_o навколишнього середовища і здійснює круговий процес, передаючи теплоту об'єкту нагрівання.

Якщо тепло переноситься від джерела низької температури до джерела з температурою вищою, ніж у навколишньому середовищі, то машина працює за комбінованим циклом і може використовуватися як для охолодження, так і для нагрівання.

4. Характеристика способів штучного охолодження.

Розрізняють *природне* та *штучне охолодження*. Охолодити нагріте тіло природним шляхом можна лише до температури навколишнього середовища, в якому перебуває тіло. Однак такий спосіб не стабільний та призводить до псування продукції через збільшену вологість навколишнього середовища.

Досягти менших температур можливо штучним способом за допомогою холодильних машин. *Холодильна машина знижує температуру тіла відносно навколишнього середовища та підтримує її впродовж тривалого часу в умовах незначного запасу робочої речовини*.

Низькі температури умовно поділяються так:

– діапазон помірного холоду (до –103°С);

– діапазон глибокого охолодження (від –203 до –103°С);

– кріогенні температури (від –272,7 до –203°С);

– наднизькі температури (від –272,9992 до –272,7°С).

Для отримання низьких температур застосовують процеси, які супроводжуються поглинанням теплоти:

– фазовий перехід речовини (плавлення, кипіння, сублімація);

– адіабатичне дроселювання газу (ефект Джоуля–Томсона);

– вихровий ефект Ранка–Хільша;

– термоелектричний ефект Пельєтьє.

4.1 Охолодження за допомогою процесів фазового переходу

Існує три агрегатних стани речовини: тверде тіло, рідина і газ.

Тверде тіло має жорстку молекулярну структуру, положення кожної молекули зафіксовано, а самі молекули здійснюють коливальні рухи відносно цього положення. Тверда речовина зберігає свої розміри, форму та майже не стискається.

Рідке тіло не має жорсткої молекулярної структури, молекули мають більше свободи для переміщення. Речовина в рідкому стані набуває форми ємності, в якій розміщена і практично не стискається.

Молекули *газоподібного тіла* не пов'язані між собою силами взаємного притягання, постійно перемішуються, безперервно зіштовхуються між собою та стінками ємності. Газоподібна речовина легко стискається.

Речовина може переходити з одного агрегатного стану в інший. *Особливістю усіх процесів фазового переходу є постійна температура.* Для здійснення процесів фазового переходу витрачається певна кількість теплоти.

Кількість теплоти, яка необхідна для фазового переходу 1 кг речовини з одного агрегатного стану в інший, називається питомою теплотою фазового переходу, кДж/кг. Охолодження відбувається під час зміни агрегатного стану речовини, Яке супроводжується поглинанням теплоти з навколишнього середовища: кипіння, плавлення, сублімація.

Кипіння – випаровування рідини, Яке відбувається по всьому її об'єму. Температура кипіння залежить від тиску. Змінюючи тиск можна суттєво впливати на температуру кипіння. Зворотній до кипіння процес називається *конденсацією*, яка, на відміну від кипіння, супроводжується виділенням теплоти. Сукупність процесів кипіння та конденсації є основою для роботи компресійної холодильної машини.

Плавлення – перехід твердих тіл в рідкий стан. Для охолодження за допомогою плавлення використовують водяний лід.

Для використання льоду як охолоджувача температура його

плавлення повинна бути нижчою за температуру середовища, Яке охолоджують.

Фізичні властивості льоду при 0°С і атмосферному тиску такі:

– температура плавлення 0°С;

– теплота плавлення 335 кДж/кг

– теплоємність 2,1 кДж/(кг·К)

Кількість теплоти, яку можна відвести за допомогою льоду і льодяної води розраховується так:

$$Q_л = Q_н + Q_{пл} + Q_{нв} = c_л \cdot G \cdot t_л + q_{пл} \cdot G + c_в \cdot G \cdot t_в \text{ , (2.2)}$$

де

$Q_л$ – теплота, витрачена на нагрівання льоду від температури $t_л$ до 0°С, кДж

$Q_{пл}$ – теплота, витрачена на плавлення льоду, кДж

$Q_{нв}$ – теплота, необхідна для нагрівання льодяної води до температури $t_в$, кДж

$c_л$, $c_в$ – питомі теплоємності льоду і води, кДж/кг·К

G – маса льоду або води, кг

$q_{пл}$ – прихована теплота плавлення льоду, кДж/кг.

Льодяне охолодження може здійснюватися безпосереднім охолодженням і з використанням проміжного теплоносія (вода, повітря).

При безпосередньому охолодженні лід знаходиться у контакті з об'єктом. Для збільшення поверхні контакту з продуктом лід подрібнюють.

При використанні примусової циркуляції, повітря за допомогою вентиляторів пропускається через шар подрібненого льоду. При цьому значно інтенсифікується теплообмін, але зростають витрати електроенергії.

Лід можуть використовувати природний і штучний.

Природний лід заготовлюють шляхом вирізання крупних блоків із льоду, який утворюється у водоймах, пошарового наморожування води на горизонтальних поверхнях. Найкращим для харчових цілей вважається гренландський або антарктичний лід, як найбільш чистий. Лід вкривають насипною ізоляцією і зберігають на спеціальних майданчиках або у льодосховищах з постійною і тимчасовою теплоізоляцією.

Штучний лід отримують заморожуванням чистої прісної або морської води в льодогенераторах. Якість льоду, форма, розмір та

спосіб отримання залежать від цільового призначення.

Для виготовлення матового льоду використовують питну воду без будь–якого її обробки в процесі заморожування. На відміну від природного, штучний лід має молочний колір, зумовлений наявністю великої кількості бульбашкив повітря, які утворюються під час перетворення води в лід. Бульбашки зменшують проникність льоду для світлових променів, і він стає непрозорим.

Прозорий штучний лід на вигляд нагадує скло. Під час його отримання в форму наливають воду і за допомогою форсунок продувають крізь неї стиснене повітря, Яке захоплює та витягує з води бульбашки повітря.

Лід з бактерицидними добавками призначений для охолодження риби, м'яса, птиці та деяких видів овочів при безпосередньому контакті. Бактерицидні добавки знижують кількість мікроорганізмів в продуктах.

При змішуванні подрібненого водяного льоду з різними солями крім теплоти танення льоду поглинається теплота розчинення солі у воді, що дає змогу значно знизити температуру суміші. Розчин може бути охолоджений до кріогідратної точки.

Недолік льодового охолодження: за допомогою льоду не можна отримати температуру в об'ємах, які охолоджуються, нижчу з 8°С, що не дає змоги використовувати його для тривалого зберігання продуктів.

Льодосольове охолодження. Для того, щоб отримати нижчі температури, ніж при охолодженні чистим льодом, застосовують лід у суміші з сіллю. У такій суміші одночасно здійснюються процеси розчинення солі і плавлення льоду з утворенням води і подальшим розчиненням солі. На плавлення льоду і розчинення солі витрачається теплота суміші, тому її температура знижується. При збільшенні концентрації солі температура плавлення/замерзання льодосольової суміші зменшуються. Найменша температура фазового переходу суміші називається *кріогідратною точкою,* а концентрація солі, яка відповідає цій температурі – евтектичною.

В кріогідратній точці всі три фази льодосольової суміші (розчин, сіль, лід) знаходяться у термодинамічній рівновазі. При подальшому підвищенні концентрації солі в суміші температура плавлення не зменшується, а збільшується.

Таким чином, суть льодосольового охолодження полягає у додаванні неорганічних солей до льоду для зниження температури його плавлення. Чим менша температура плавлення, тим більше

поглинається теплоти з навколишнього середовища.

Сублімація – перетворення твердих тіл в газоподібний стан, обминаючи рідку фазу. Для охолодження таким способом використовують твердий діоксид вуглецю.

Як охолоджуюче середовище сухий лід має значні переваги перед водяним льодом: холодопродуктивність на одиницю маси у 1,9 раза, а на одиницю об'єму у 7,9 разів більша; при атмосферному тиску сухий лід переходить в газоподібний стан, оминаючи рідку фазу, що виключає зволоження поверхні продукту. Внаслідок низької температури сублімації сухого льоду –78,9°С та виділенню газоподібного діоксиду вуглецю знижується концентрація кисню над поверхнею продукту, створюються несприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

Сухий лід укладають на поверхню упаковок продуктів та між ними і використовують як охолоджувальне середовище для зберігання морозива, фруктів та ягід.

Здійснити охолодження за допомогою плавлення льоду або сублімації вуглекислого газу можна лише маючи значні запаси робочої речовини. Тому, під час машинного охолодження, найчастіше використовують здатність деяких робочих тіл кипіти за низьких температур. Забезпечити безперервне охолодження можна при використанні однієї і тієї ж кількості холодильного агента, якщо після отримання холодильного ефекту повернути робоче тіло в початковий стан. Зниження тиску робочого тіла дає змогу знизити температуру його кипіння до потрібної величини. Зниження температури кипіння холодильного агента збільшує кількість поглинутої ним теплоти.

Основні вимоги до газів, які обрано робочими тілами холодильних машин:

– зріджений газ під час кипіння повинен поглинати якомога більше теплоти, тобто мати високу теплоту пароутворення;

– під час переходу з рідкого стану в газоподібний не повинна утворитися велика кількість пари;

– кипіння зрідженого газу та перетворення його назад в рідкий стан повинне від буватися за низького тиску і температури.

Фазовий перехід робочого тіла для отримання низьких температур використовується в парокомпресійних, абсорбційних, сорбційних та пароежекторних холодильних машинах.

Компресійні парові машини. Більшість діючих сьогодні холодильних машин – парокомпресійні, основними елементами яких

є випарник, компресор, конденсатор, регулювальний вентиль та прилади автоматики. За типом компресора такі машини поділяються на поршневі, відцентрові, гвинтові та ротаційні.

Абсорбційні холодильні машини. Абсорбційні холодильні машини відрізняються від компресійних тим, що їх робота здійснюється із затратами теплової енергії. Іншими словами, відведення теплоти від об'єкта в навколишнє середовище відбувається за рахунок підведення зовнішньої енергії у вигляді теплоти, а не роботи.

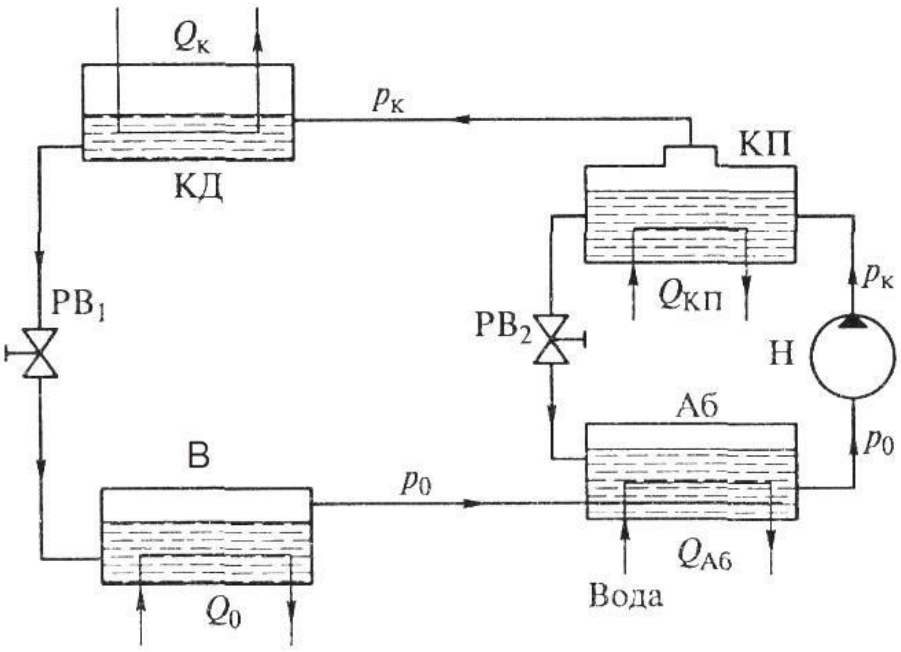


Рис. 2.2 Схема абсорбційної холодильної машини
В – випарник; Аб – абсорбер; Н – насос; КП – генератор (кип'ятильник); КД – конденсатор; PB_1 і PB_2 – регулювальні (дросельні) вентилі

Робочим тілом абсорбційної холодильної машини є бінарний розчин (аміак–вода або вода–бромід літію). За однакового тиску компоненти бінарного розчину мають різну температуру кипіння. Речовину з меншою температурою кипіння називають холодильним агентом, а з більшою – абсорбентом. При використанні розчину аміак–вода холодильним агентом виступає аміак, а у випадку застосування суміші вода–бромід літію холодильним агентом є вода.

Водоаміачні машини використовують для отримання відносно низьких температур (до –70 °С), а бромистолітієві – для більш високих.

Холодильний агент кипить у випарнику *В* за рахунок теплоти Q_0, яка відводиться від об'єму, який охолоджується. Пароподібний

холодильний агент інтенсивно поглинається в абсорбері *Аб* слабким водоаміачним розчином. Поглинання супроводжується виділенням теплоти $Q_{Аб}$, яка відводиться в навколишнє середовище або охолоджувальну воду. Насичений аміаком розчин із абсорбера *Аб* перекачується насосом *Н* в генератор (кип'ятильник) *КП*. Генератор нагрівається від зовнішнього джерела теплоти ($Q_{КП}$) і з розчину випаровується чистий холодильний агент – аміак.

Збіднений розчин через вентиль $РВ_2$ відводиться в абсорбер з одночасним зниженням тиску від $p_к$ до p_0. Пароподібний холодильний агент з тиском $p_к$ подається в конденсатор *КД* і при відведенні теплоти конденсується (переходить із пароподібного стану в рідкий). Рідкий холодильний агент через вентиль $РВ_1$ подається у випарник *В* зі зниженням тиску від $p_к$ до p_0.

За наведеною схемою працюють холодильні машини великих підприємств харчової та хімічної промисловості.

На підприємствах торгівлі, в готелях та побуті використовують абсорбційні холодильні машини, які працюють за безнасосною схемою (рис. 2.3).

Функцію насосу для створення різниці тисків конденсації $p_к$ і кипіння p_0 виконує інертний до холодильного агента та абсорбента газ – водень.

Абсорбційні холодильні машини перспективні з точки зору економії паливно–енергетичних ресурсів, оскільки дають змогу використовувати вторинні ресурси (відпрацьована пара, гаряча вода), теплоту ТЕЦ в неопалювальний період. В абсорбційних машинах не використовуються хлорфторвуглеводні, які негативно впливають на озоновий шар. Використання таких холодильних машин дозволяє уникнути викидів машинного мастила в навколишнє середовище.

Абсорбційні холодильні машини працюють при температурі зовнішнього джерела теплоти 70 – 180°С (частіше 80 – 155°С). Діапазон температур до 70°С при цьому не реалізується, відповідно теплота найчастіше викидається в атмосферу. Проте в такому діапазоні температур можуть працювати сорбційні холодильні машини.

Сорбційні холодильні машини. В даному типі машин використовують робочі суміші з повною взаємною розчинністю компонентів (ацетон і пропанбутанова суміш, водні розчини роданіду амонію тощо). За допомогою сорбційних машин можливо отримувати холод на рівні –30°С. Область застосування сорбційних холодильних

машин – побутові холодильники, кондиціонери та автомобільний транспорт.

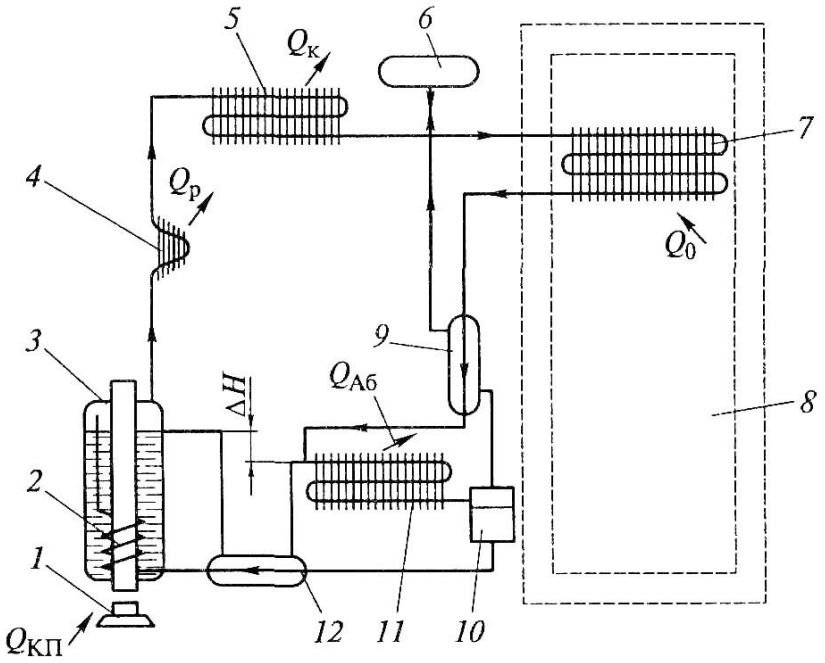


Рис. 2.3 Схема безнасосної абсорбційної холодильної машини
1 – нагрівач; 2 – термосифон; 3 – кип'ятильник (генератор);
4 – ректифікатор; 5 – конденсатор; 6 – збірник водню; 7 – випарник;
8 – холодильна шафа; 9 – теплообмінник; 10 – збірник; 11 – абсорбер;
12 – теплообмінник

В побутових холодильниках і кондиціонерах можливе використання енергії сонячного випромінювання за допомогою сонячних колекторів. Сорбційні холодильні машини, встановлені на холодильниках агропромислового комплексу і торгівлі, дають змогу додатково виробляти холод використанням теплоти перегріву пари холодильного агента і теплоти охолоджуючого мастила гвинтових компресорів.

4.2 Адіабатичне дроселювання газу (ефект Джоуля–Томсона)

Дроселювання виникає, коли на шляху потоку газу чи рідини встановлюється перешкода у вигляді пористої перегородки, вентиля чи просто звуження самого перерізу потоку діафрагмою, а далі потік знову рухається у широкому перерізі.

Адіабатним називається процес, що проходить лише за рахунок внутрішньої енергії тіла, без підводу теплоти ззовні і без передачі її навколишньому середовищу.

Адіабатичне дроселювання – це процес необоротного розширення газу або рідини після проходження його через перегородку з малим прохідним перетином (дросель, пориста перегородка) без здійснення корисної зовнішньої роботи і теплообміну з навколишнім середовищем. Іншими словами, газ або рідина швидко переходять від зони високого тиску до низького (рис. 2.4).

Залежно від властивостей і стану речовини, яка дроселюється, її внутрішня енергія (Ев) за дросельною ділянкою може стати більшою або меншою. Параметри стану речовини при цьому змінюються. Відповідно кінцева температура речовини може збільшитися, знизитися або залишитися без змін, порівняно з початковою. Точка, яка відповідає початковому стану речовини, в якій температура при адіабатичному дроселюванні не змінюється, називається *точкою інверсії*, а температура, що відповідає цій точці – *температурою інверсії*.

Більшість газів, окрім водню і гелію, мають достатньо високу температуру інверсії (600°С і вище), тому практично для всіх газоподібних речовин адіабатичне дроселювання призводить до зниження температури.

Зміна $E_В$ відбувається в результаті механічної взаємодії речовини з середовищем. Дану взаємодію можна умовно розглядати як рух двох поршнів А і Б разом з потоком речовини (рис. 2.4).

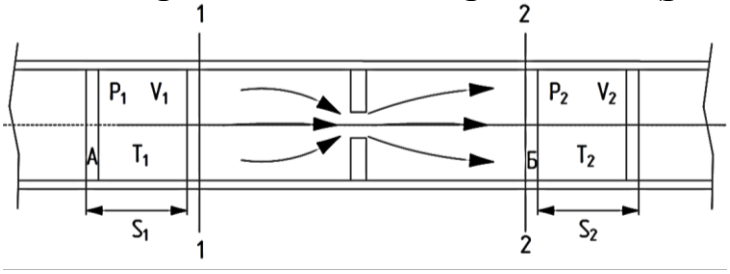


Рис. 2.4 Схема адіабатичного дроселювання газу

На поршень А (ліворуч на малюнку) діє середовище. Між поршнями А і Б відбувається робота над потоком речовини, яка має від'ємний знак:

$$p_1 \cdot F_1 \cdot s_1 = p_1 \cdot V_1 \text{ , (2.3)}$$

де

F_1 – площа поршня, м^2;

s_1 – хід поршня, м;

p_1 – тиск до зони дроселювання, Па;

V_1 – об'єм, який витіснено поршнем, м^3.

Ця робота збільшує внутрішню енергію середовища між поршнями і називається внутрішньою роботою проштовхування.

За рахунок внутрішньої енергії речовини між поршнями А і Б поршень Б ви– конує роботу і витісняє середовище праворуч від себе. В цьому випадку робота зменшує внутрішню енергію речовини між поршнями:

$$p_2 \cdot F_2 \cdot s_2 = p_2 \cdot V_2$$

Сумарна об'ємна робота, яку виконує речовина становить:

$$p_2 \cdot V_2 - p_1 \cdot V_1 < > 0$$

Даний вираз відповідає роботі проштовхування газу крізь дросель.

Слід зазначити, що кінетична енергія теплового руху молекул має додатній знак, а потенціальна енергія взаємного тяжіння – від'ємний. Зі збільшенням об'єму потенціальна енергія збільшується. Під час дроселювання відбувається збільшення об'єму речовини $V2 > V1$, тому збільшується і від'ємна складова внутрішньої енергії.

Якщо $p2 \cdot V2 - p1 \cdot V1 > 0$, то середовище між поршнями витрачає внутрішню енергію на виконання об'ємної роботи над зовнішнім середовищем. В цьому випадку зниження температури (зменшення кінетичної енергії молекул) буде проходити внаслідок зростання від'ємної складової внутрішньої енергії середовища, завдяки збільшенню об'єму, а також в результаті витрат внутрішньої енергії середовища між поршнями на виконання об'ємної роботи.

Якщо $p2 \cdot V2 - p1 \cdot V1 < 0$, то зовнішнє середовище за рахунок об'ємної роботи збільшує внутрішню енергію середовища між поршнями. Тут можливі декілька варіантів:

– якщо збільшення внутрішньої енергії в результаті об'ємної роботи менше, ніж зростання від'ємної складової внутрішньої енергії, пов'язаної з ростом об'єму, то відбудеться зниження температури;

– якщо об'ємна робота компенсує зростання від'ємної складової внутріш– ньої енергії, пов'язаної з ростом об'єму, то температура при дроселюванні не зміниться;

– якщо буде надлишок об'ємної роботи, температура при дроселюванні збільшиться.

При $p2 \cdot V2 - p1 \cdot V1 = 0$ зниження температури буде відбуватися лише внаслідок збільшення від'ємної складової внутрішньої енергії, пов'язаної зі збільшенням об'єму.

Адіабатичне дроселювання газу в детандері (розширювачі) використовують для отримання кріогенних температур в повітряних холодильних машинах. Холодопродуктивність повітряних холодильних машин становить 30 – 60 кВт. Вони не є широко розповсюдженими, проте іноді використовуються для швидкого охолодження плодів, овочів, ягід та кулінарних виробів.

4.3 Вихровий ефект Ранка–Хільша

Під час подачі стиснутого повітря, Яке має температуру навколишнього середовища, в циліндричну трубу по дотичній до її поверхні, центральна частина потоку буде мати більшу швидкість, ніж периферійна. Через це температура повітря біля стінки труби буде вища, а в центрі – нижча за температуру повітря, що подається в трубу.

З термодинамічної точки зору процеси у вихровій трубі полягають у тому, що шари повітря, які обертаються поряд з віссю, віддають кінетичну енергію периферійній частині повітря і при цьому охолоджуються. Інша частина повітря сприймає цю енергію і нагрівається в результаті тертя, на подолання якого затрачається значна частина кінетичної енергії.

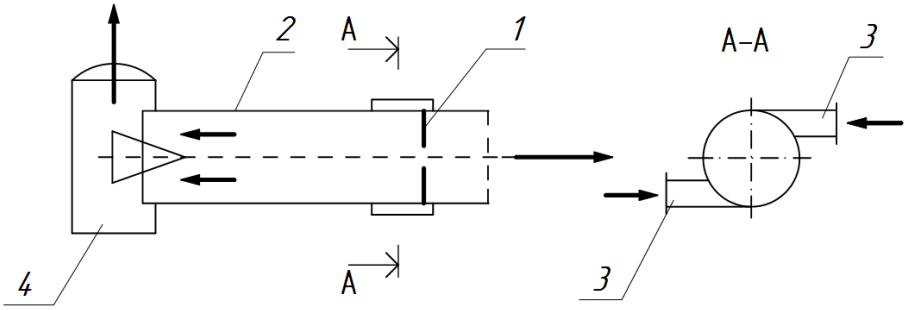


Рис. 2.5 Схема вихрової труби

Газ, що надійшов через сопла *3* у трубу *2* переміщується до вентиля *4*. Частина периферійного газу виходить з труби з вищою температурою, а інша частина протитоком надходить до центральної частини труби і виходить через діафрагму *1* зі зниженою температурою. Потік з низькою температурою використовується для охолодження, а з високою – для нагрівання.

Термодинамічна досконаліть вихрових машин не перевищує декількох відсотків і залежить від використання теплоти потоку повітря, яка виходить з гарячої частини вихрової труби. Якщо ця теплота утилізується, то загальна ефективність збільшується. Вихрові труби прості у виготовленні та експлуатації, компактні та

високонадійні. Проте сфера їх застосування обмежується низькою економічністю термодинамічних процесів.

4.4 Термоелектричний ефект Пельєтьє

У 1834 році французький фізик Ж. Пельєтьє встановив, що під час пропускання електричного струму в ланцюгу, який складається з двох різних провідників, залежно від напряму струму в місцях контакту виділяється або поглинається теплота, тобто один із спаїв нагрівається, а інший охолоджується. Іншими словами, за допомогою ефекту Пельєтьє можна охолодити або нагріти який–небудь об'єкт.

Тривалий час ефект термоелектричного охолодження не застосовувався на практиці через відсутність достатньо ефективних матеріалів термоелементів. Лише після ряду відкриттів в області напівпровідникової техніки з'явилася можливість ефективно використовувати це явище.

Холодильний ефект від двох спаїв невисокий, тому провідники і спаї об'єднують в модулі. Перепад температур між холодним і гарячим спаями може становити 60 – 70°С, а у випадку каскадного підключення модулів досягати 150°С.

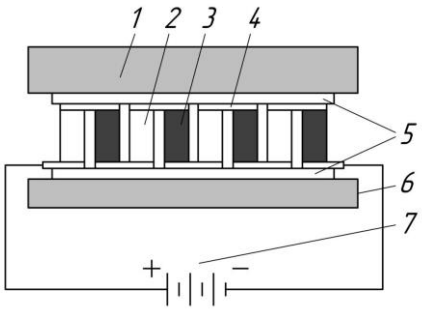


Рис. 2.6 Принципова схема термоелектричного холодильного блока
1 – об'єкт охолодження; 2, 3 – напівпровідники різного типу;
4 – електропровідники; 5 – електроізолятор; 6 – нагрітий елемент;
7 – джерело живлення

Ефект Пельєтьє виникає тому, що середня енергія електронів, які беруть учать в перенесенні струму з одного провідника в інший, різна. Наприклад, напрям струму відповідає напряму переходу електронів із напівпровідника в метал. Оскільки енергетичний рівень вільних електронів напівпровідника значно вищий, ніж вільних електронів метала, під час переходу з напівпровідника в метал електрони зіштовхуються з атомами металу і віддають їм свою надлишкову енергію. Це призводить до виділення теплоти і підвищення температури спая. При зміні напряму струму процес іде в зворотному напрямі і теплота Пельєтьє поглинається.

Термоелектричний модуль складається з провідників, які вкриті керамічними пластинами (рис. 2.6, 2.7). Пластини мають високу теплопровідність і не проводять струм. Холодна частина модуля контактує з об'єктом охолодження, а нагріта з навколишнім середовищем. Енергетична ефективність термоелектричних холодильних машин менша, ніж парокомпресійних.

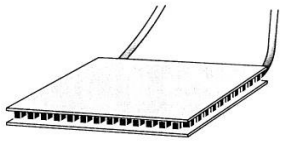


Рис. 2.7 Зовнішній вигляд охолоджуючого модуля термоелектричної холодильної машини

Переваги термоелектричних машин:

1) безшумність, оскільки в машині відсутні рухомі частини;
2) висока надійність, зумовлена відсутністю герметичної системи з холодильним агентом;
3) висока ремонтопридатність – ремонт зводиться до заміни охолоджувального модуля;
4) екологічна чистота – відсутність холодильного агента;
5) можливість зміни напряму струму і переходу від охолодження до нагрівання;
6) можливість швидкого охолодження об'єктів;
7) висока точність регулювання температури;

Сьогодні холодопродуктивність термоелектричних холодильних машин в основному не перевищує 500 Вт, проте вже існують термоелектричні установки до 10 кВт.

Спектр застосування термоелектричного охолодження включає: переносні домашні холодильники, автомобільні мініхолодильники, охолоджувачі для напоїв, мінібари тощо.

Будову термоелектричного холодильника, який використовується на транспорті розглянемо на прикладі *холодильника* ХАТЕ–12М (рис. 2.8).

Холодильник складається із корпуса *1*, кришки *2* та з'єднувального шнура *10*. В кришку вмонтовано вентилятор і холодильний агрегат *6*, який складається з радіатора тепла *7* і радіатора холоду *9*. Вентилятор складається з електродвигуна *5*, на кінцях вала якого закріплено крильчатки *3* і *8*. Термоелектрична батарея вмикається в електромережу постійного струму напругою 12

В і створює перепад температур між робочими поверхнями. Крильчатка *3* охолоджує радіатор тепла, а крильчатка *8* перемішує повітря в холодильній камері.

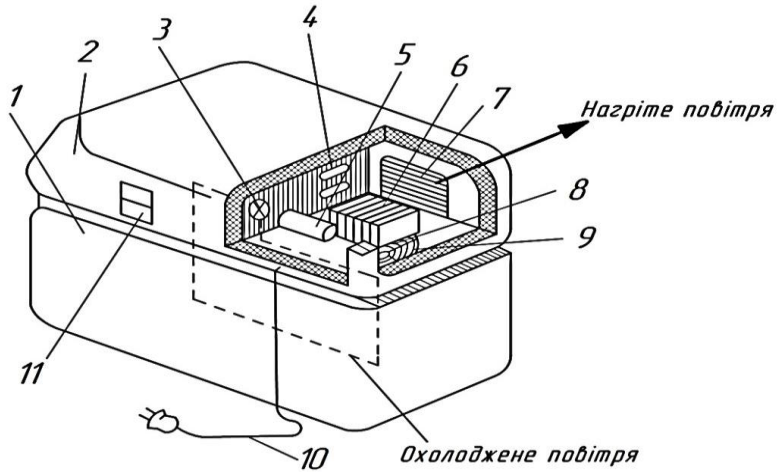


Рис. 2.8 Будова термоелектричного холодильника ХАТЕ–12М
1 – корпус; 2 – кришка; 3, 8 – крильчатка; 4 – резистор; 5 –електродвигун; 6 – холодильний агрегат; 7 – радіатор тепла; 9 – радіатор холоду; 10 – шнур; 11 – перемикач

Подібні холодильники мають об'єм холодильної камери в межах 8 – 14 дм^3, а маса становить від 6 до 15 кг.

На задній стінці холодильника розміщений блок живлення, який складається з двох термоелектричних батарей *3*. В кожній батареї послідовно з'єднані 60 термоелементів. Поруч з термоелектричними батареями знаходиться алюмінієвий радіатор охолодження *2*, через який теплота з холодильної шафи передається в навколишнє середовище за допомогою ребристого радіатора нагрівача *4*. Ребристі радіатори *4* розміщені на гарячій стороні кожної термоелектричної батареї. На кожному з них закріплено по 18 алюмінієвих пластин з кроком ребер 4 мм. Від радіаторів теплота відводиться за рахунок циркуляції повітря, яка створюється вентилятором *5*.

Зовнішнє сталеве покриття корпусу холодильника має товщину 0,8 мм та вкрите синтетичною плівкою. Внутрішнє покриття зроблено з листів алюмінію товщиною 3 мм. Простір між покриттями заповнений теплоізоляцією *6*.

Дверцята *7* відкриваються донизу та можуть використовуватись як столик. Вони обладнані автоматичним замком та ущільнені за допомогою профільної гуми.

Всередині холодильної камери об'ємом 40 дм^3 за рахунок зміни напруги, яка подається на термоелектричні батареї

терморегулятором, підтримується температура 2 – 5°С.

Температура 5°С встановлюється в камері приблизно через 3 години після увімкнення холодильника.

Будову побутового термоелектричного холодильника або мінібара можна розглянути на прикладі схеми холодильника на рис. 2.9.

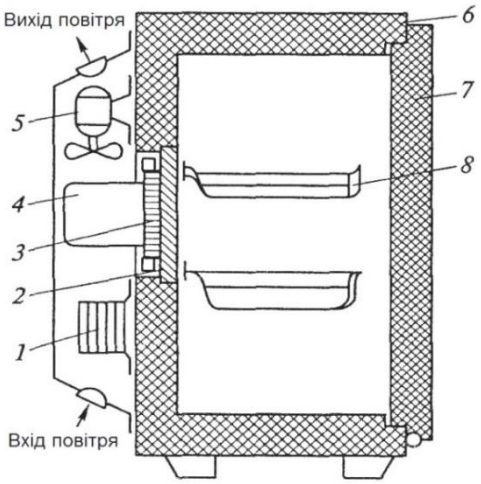


Рис. 2.9 Будова мінібару

Питання для самоперевірки

1. Поясніть, що таке «теплота» і «холод» з фізичної точки зору?
2. Що таке «холодильна машина» та «робоче тіло» холодильної машини?
3. Які параметри описують стан робочого тіла холодильної машини?
4. Чому створюється різниця між високим та низьким температурним рівнями холодильної машини?
5. Як класифікуються низькі температури? Назвіть способи отримання низьких температур.
6. Яка властивість розчинів солей лежить в основі льодосольового охолодження?
7. Опишіть принцип отримання охолодженого повітря з використанням вихрової труби.
8. Опишіть принцип роботи абсорбційної холодильної машини. Назвіть сфери практичного використання машин даного типу.
9. Поясніть принцип термоелектричного охолодження.

ТЕМА 7. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ КОМПРЕСІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

План

1. Принцип роботи компресійної холодильної машини.
2. Характеристика холодильних агентів.
3. Компресори холодильних машин.
4. Теплообмінні апарати холодильних машин.
5. Прилади автоматики холодильних машин.
6. Холодильні агрегати.

1. Принцип роботи компресійної холодильної машини.

Холодильні машини, які застосовуються у харчовій промисловості тав закладах ресторанного господарства, складаються з таких основних елементів: ***компресор, конденсатор, випарник, регулювальний (дросельний) вентиль.*** Такі машини називаються *паровими компресійними холодильними машинами*.

Принцип роботи компресійної холодильної машини розглянемо за допомогою схеми на рис. 2.10.

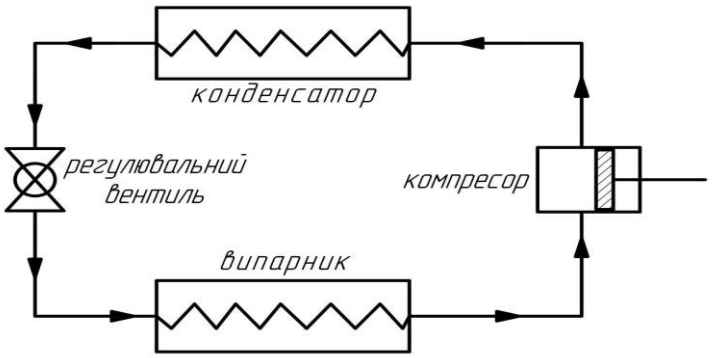


Рис. 2.10 Схема роботи компресійної холодильної машини

Рідкий холодильний агент (робоче тіло) кипить у випарнику. Кипіння супроводжується поглинанням теплоти з охолоджуваного об'єму (камери холодильника) холодильним агентом.

Компресор безперервно відкачує пари хладону, що утворилися, знижуючи тиск у випарнику. В компресорі хладон стискається, а його тиск збільшується. Далі холодильний агент за високого тиску нагнітається компресором у конденсатор, віддає теплоту у навколишнє середовище і зріджується. Зріджений холодильний агент подається у випарник через регулювальний (дросельний) вентиль. Цикл повторюється. Регулювальний вентиль забезпечує зниження

тиску і температури створенням необхідного опору між сторонами високого (у конденсаторі) та низького (у випарнику) тиску. Рідина із конденсатора, яка проходить через дросельний вентиль, відразу потрапляє у діапазон низького тиску і частково перетворюється у пару, тому у випарник надходить суміш рідкого та пароподібного хладона. Отже, лише частина холодильного агента кипить у випарнику, забираючи теплоту від об'єкта охолодження, що призводить до зниження питомої масової холодопродуктивності холодильного агента і холодильного коефіцієнта та збільшення роботи циклу.

Будова найпростіших холодильних машин на прикладі холодильних агрегатів побутових холодильників наведена на рис. 2.11.

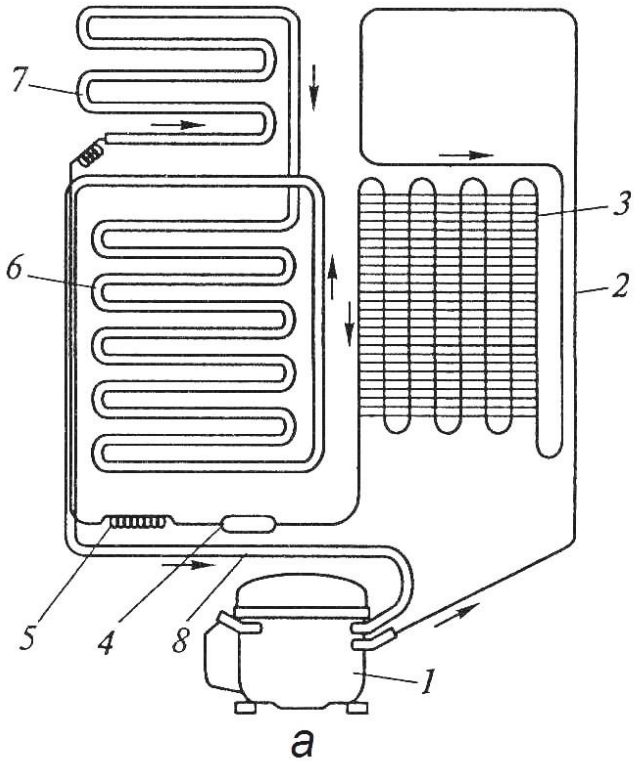
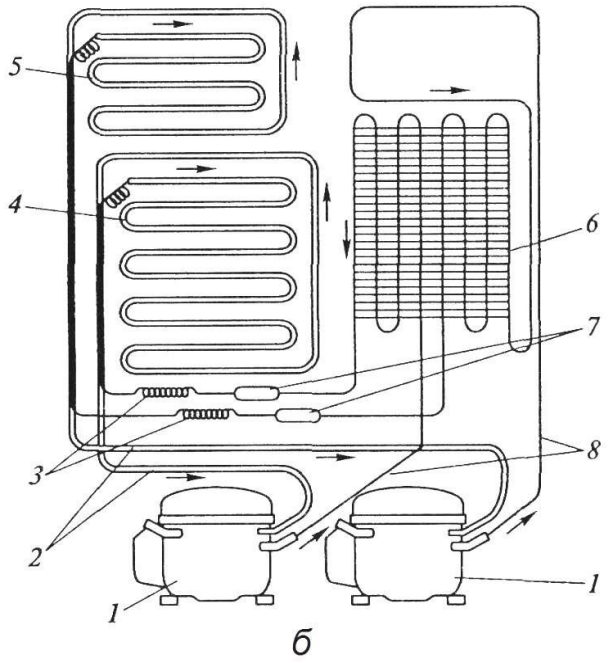


Рис. 2.11 Схеми холодильних агрегатів побутових холодильників
а – холодильний агрегат двокамерного холодильника з одним компресором

1 – компресор; 2 – лінія нагнітання; 3 – конденсатор; 4 – фільтр–осушувач; 5 – дросельний вентиль; 6 – випарник холодильної камери; 7 – випарник морозильної камери; 8 – лінія всмоктування холодильного агента;



б – холодильний агрегат двокамерного холодильника з двома компресорами (окремо для холодильної та морозильної камер)

1 – герметичні компресори; 2 – лінії всмоктування холодильного агента; 3 – дросельні вентилі; 4 – випарник холодильної камери; 5 – випарник морозильної камери; 6 – конденсатор; 7 – фільтри–осушувачі; 8 – лінії нагнітання холодильного агента в компресор

2. Характеристика холодильних агентів

Термодинамічний процес або цикл здійснюється за допомогою холодильного агента (робочого тіла). При нормальному атмосферному тиску 0,1 МПа холодильний агент повинен мати достатньо низьку температуру кипіння, щоб під час роботи холодильної машини не було розрідження у випарнику. Наприклад, для аміаку NH_3 температура кипіння при 0,1 МПа становить 33,4°С.

Основними видами холодильних агентів є вода, аміак, фреони та повітря.

Воду використовують в установках кондиціювання повітря та абсорбційних холодильних машинах.

Аміак має невеликий питомий об'єм при температурі кипіння – 70°С, велику теплоту пароутворення, незначну розчинність в мастилі та інші переваги. Його застосовують у поршневих компресійних та абсорбційних холодильних машинах.

Фреони – це галогенопохідні насичених вуглеводнів, які отримують заміною атомів водню в насиченому вуглеводні C_nH_{2n+2}

атомами фтору, хлору, брому. Фреони є хімічно інертними і практично вибухобезпечними.

Будь–який холодильний агент позначається символами RN, де R – *Refrigerant (охолоджувач, холодильний агент)*, N – номер холодильного агента.

Перша цифра в двозначному номері або перші три цифри в тризначному позначають насичений вуглеводень, на базі якого отримано фреон: 1–CH_4 (метан); 2–C_2H_6 (етан); 21–C_3H_8 (пропан); 31–C_4H_{10} (бутан).

Праворуч вказують число атомів фтору в хладоні: $CFCl_3$–R11, CF_2Cl_2– R12, $C_3F_4Cl_4$–R214, CCl_4–R10. Якщо у фреоні містяться незаміщені атоми водню, їх кількість додається до числа десятків номера: $CHFCl_2$–R21, CHF_2Cl – R22. Якщо до складу фреону входять атоми брому, після основного номера пишуть букву В, а за нею число атомів брому: CF_2Br_2–R12B2.

Робочими тілами можуть бути *азеотропні суміші*, які складаються з двох холодильних агентів. Азеотропні суміші позначають цифрами, починаючи з 500. Наприклад, азеотропну суміш з 48,8 % R22 по масі та 51,2 % R115 (C_2F_5Cl) називають хладоном R502, його емпература кипіння при 0,1 МПа становить 45,6°С.

Холодильним агентами неорганічного походження (аміак, вода) присвоюють номери, які дорівнюють їх молекулярній масі, збільшеній на 700. Так, аміак і воду позначають відповідно R717 та R718.

Термодинамічні властивості холодильних агентів. До цих властивостей відносять температуру і тиск кипіння, температуру і тиск конденсації, теплоту пароутворення, об'ємну холодопродуктивність, температуру замерзання.

Температура кипіння хладона в робочому режимі повинна буди достатньо високою, тобто такою, щоб тиск у випарнику перевищував атмосферний. Це дозволить уникнути розрідження у випарнику та проникнення повітря в систему, Яке погіршить роботу машини.

*Теплота пароутворення та залежна від неї холодопродуктивніст*ь повинні бути значними. Це дає змогу зменшити масу холодильного агента в системі. Проте надмірне зменшення кількості хладона в невеликих поршневих холодильних машинах ускладнює автоматичне регулювання їх роботи.

Критична температура холодильного агента повинна бути достатньо високою, що дасть змогу здійснювати процес конденсації при температурі навколишнього середовища і забезпечити більш економічну роботу машини. *Чим вища критична температура хладона, тим менше утворюється пари під час дроселювання в регулювальному вентилі, і тим менші витрати роботи компресора в циклі.*

Фізико–хімічні властивості холодильних агентів включають густину, в'язкість, коефіцієнт теплопровідності, розчинність, хімічна стійкість при контакті з металами, мастилом, повітрям, вологою, вибухобезпечність, займистість.

Ступінь розчинності холодильного агента в мастилі – важлива характеристика, яка суттєво впливає на конструкцію компресора та інших вузлів системи. Чим менше холодильний агент розчиняється в мастилі, тим менше мастила забирається із циліндрів компресора, відсутня піна у випарнику, не змінюється температура кипіння хладона. Проте мастило, Яке потрапляє з нерозчиненим холодильним агентом в теплообмінні апарати (конденсатор, випарник), осідає на поверхні і погіршує теплопередачу.

Якщо використовувати хладон, розчинний в мастилі, то повернення мастила в компресор спрощується. Крім того, мастило змащує регулятор витрат холодильного агента та інші вентилі в системі, тому *циркуляцію невеликої кількості мастила з хладоном в системі не слід вважати небажаним явищем*.

Холодильні енти з обмеженою розчинністю – аміак, вода, діоксид вуглецю R44, фреони R13, R14, R115.

Холодильні агенти з необмеженою розчинністю – R11, R12, R21, R40. В цьому випадку для суміші холодильного агента і мастила необхідно підтримувати більш низький тиск кипіння, тому для стискання пари витрачається додаткова робота.

Холодильні агенти з проміжною здатністю розчинятися – R22, R114. Аміак необмежено розчиняє воду. За невеликої кількості води робота холодильної машини помітно не порушується. Фреони воду майже не розчиняють.

Зайва волога в холодильному агенті під час проходження крізь регулювальний вентиль перетворюється в лід і закупорює дросельний отвір. Для уникнення цього холодильні машини обладнують спеціальними осушувальними пристроями.

За відсутності вологи хладони не взаємодіють з металами.

Аміак не спричиняє корозію сталі. В присутності води він

взаємодіє з міддю, цинком, бронзою та іншими мідними сплавами.

Фізіологічні (екологічні властивості) холодильних агентів. Фреони зі зна– чним вмістом атомів фтору або повністю фторовані (R13, R113) безпечні для людини. Фреон R12 на відкритому полум'ї (вище 330°С) руйнується з утворенням отруйного фосгену, фтористого та хлористого водню.

Вважається, що хлоровмісні холодильні агенти, вивільняючи хлор, руйнують озоновий шар Землі.

Хладони з високою здатністю руйнувати озоновий шар – R12, R13, R113, R500, R502, R503.

Хладони з низькою здатністю руйнувати озоновий шар – R22, R123, R141b, R142b.

Хладони, повністю безпечні для озону – гідрофторвуглеводні ГФУ (R134a, R404a, R143a, R152a), фторовуглеводні ФУ (R23, R32, R116, R218, R318), вугле – водні (R290, R600, R600a), аміак NH_3.

Замість виробництва і використання шкідливих для озону хладонів R11, R12, R113, R114, R115 тощо. Фреони R22, R123, R124, R141, R142 дозволено використовувати як перехідні замість заборонених. Проте, їх теж планують виключити з використання до 2040 року.

Альтернативними холодильними агентами є *гідрофторвуглеводні* та *гідрохлорфторвуглеводні*. Вони містять в молекулах атоми водню, тому руйнуються в нижніх шарах атмосфери швидше, ніж *хлорофторвуглеводні*, не досягаючи озонового шару.

Область застосування холодильних агентів. *Аміак (NH_3, R717)* – один з кращих холодильних агентів, сфера застосування якого розширюється. Він володіє хорошими термодинамічними характеристиками, за об'ємною холодопродуктивністю переважає такі хладони, як R11, R12, R22, R502. *Використовується переважно в середніх та крупних холодильних установках з поршневими та гвинтовими компресорами при температурі кипіння до –70°С, а останнім часом в машинах з невеликою холодопродуктивністю*.

Недоліком аміаку є токсичність, горючість, вибухонебезпечність при концентраціях у повітрі 16 – 26,8 %. Аміак розкладається в атмосфері впродовж кількох днів.

Хладон R12 (CF_2Cl_2) – один з розповсюджених холодильних агентів, який використовують в компресійних промислових (в т.ч. кондиціонерах) та побутових холодильниках з температурою кипіння не нижче –30°С і температурою конденсації не вище 75°С. R12 має

підвищену текучість, здатний проникати крізь мікрощілини та пори чавуну. Завдяки такій властивості суміш R12 з мастилом може проникати в простір між деталями, знижуючи тертя та зношення.

Хладон R22 (CHF_2Cl) – використовується в машинах з поршневими та гвинтовими компресорами, побутових холодильниках. Діапазон температур кипіння від –40,8°С до 10°С при температурі конденсації не вище 50°С.

Холодоносії. Це проміжні речовини між джерелом холоду та об'єктом охолодження. Холодоносії бувають рідкі та тверді.

До рідких холодоносіїв відносять розчини солей – розсоли та однокомпонентні речовини, які замерзають при низьких температурах (етиленгліколь, кремнійорганічна рідина). Використовують водні розчини солей NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, температура замерзання яких залежить від концентрації. Кріогідратна точка для розчину NaCl складає –21,2°С; для $MgCl_2$ дорівнює –33,6°С; для $CaCl_2$ становить –55°С. Для зниження корозійної дії розсолів на металеві частини обладнання в них додають пасиватори: силікат натрію, хромову сіль, фосфорні кислоти.

Етиленгліколь залежно від концентрації може мати температуру замерзання від 0°С до –67,2°С.

Тверді холодоносії – евтектичний лід, який утворюється при *кріогідратній температурі*. Це суміш льоду і солі з постійною температурою плавлення.

3. Компресори холодильних машин

Компресор – це пристрій, який забирає пари холодильного агента з випарника та направляє їх в конденсатор в стисненому стані. Компресор складається з циліндра, поршня та електродвигуна.

Компресор виконує такі функції:

– відсмоктує пари холодильного агента із випарника, знижуючи в ньому тиск і тим самим підтримуючи низьку температуру кипіння робочого тіла;

– стискає пари холодильного агента;

– нагнітає пари холодильного агента в конденсатор.

При цьому компресор працює як тепловий насос, що відрізняє холодильний компресор від компресорів іншого призначення.

Компресори для холодильної техніки класифікуються за конструкцією, принципу роботи, розміщенням привода тощо.

За принципом роботи холодильні компресори поділяються на ***поршневі, ротаційні, гвинтові, відцентрові (турбокомпресори), спіральні.*** Найбільш розповсюджені поршневі компресори.

У всіх типах компресорів, крім відцентрових пари стискаються в результаті зменшення об'єму (під час руху поршня, обертання ротора, зчеплення двох гвинтів тощо). Їх називають *компресорами об'ємної дії.*

За ступенем герметичності або за розміщенням приводу компресори є:

- *відкриті (або сальникові)*, де компресор і двигун з'єднані пасовою передачею, тобто це компресор із зовнішнім приводом. На кінці вала, що виступає із корпуса є сальникове ущільнення;
- *напівгерметичні (безсальникові)* – електродвигун насаджений на вал компресора;
- *герметичні* – компресор і двигун заварені в один кожух без роз'ємів.

Всі типи компресорів працюють за різним принципом, проте термодинамічні процеси в них ідентичні. Тому робочий процес будь–якого об'ємного компресора можна дослідити на прикладі поршневого компресора, дійсний робочий процес якого найкраще вивчений.

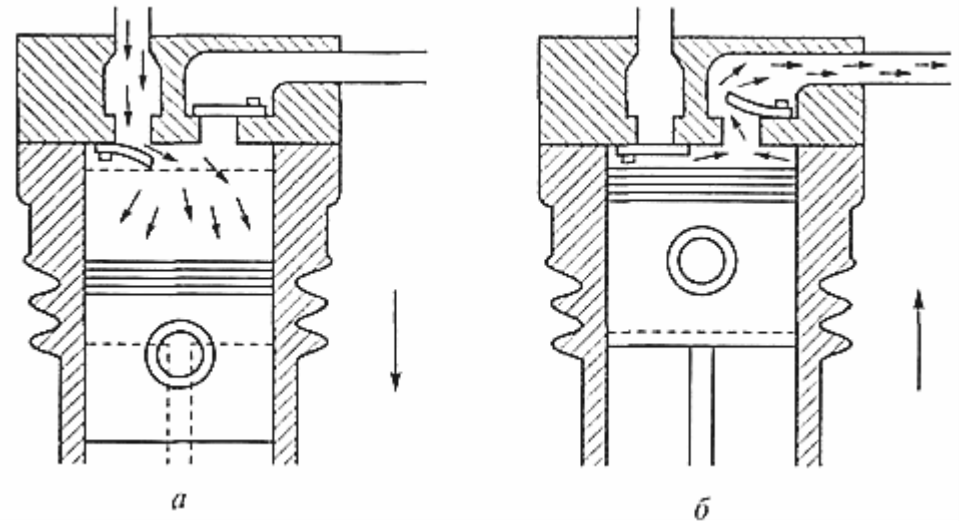


Рис. 2.12 Хід всмоктування *(а)* та хід стискання *(б)* в поршневому компресорі

Пари холодильного агента в найпростішому поршневому компресорі стискаються під дією поршня, який здійснює зворотно–поступальний рух в циліндрі (рис. 2.13).

Поршень приводиться в рух від колінчатого вала і здійснює по

черзі ходи всмоктування та стискання в циліндрі, який обладнано всмоктувальним та нагнітальним клапанами. Вони відкриваються і закриваються в результаті перепаду тиску між робочою зоною компресора і простором за клапаном.

Для відкривання всмоктувального клапана тиск в циліндрі повинен бути меншим, ніж у випарнику, з якого в циліндр надходять нові порції пари хладону.

Нагнітальний клапан відкривається тоді, коли тиск в циліндрі перевищить тиск в конденсаторі.

Для відведення теплоти від циліндрів, які сильно нагріваються під час стискання пари, поршневі компресори обладнані ребрами (при охолодженні повітрям) або сорочками (при охолодженні водою). Через сорочки пропускають воду, а ребра за рахунок збільшення поверхні теплообміну більш інтенсивно віддають теплоту в навколишнє середовище. Повітряне охолодження використовують в малих компресорах, в інших – примусове водяне охолодження.

Мертвий простір. Під час роботи компресора поршень і шатун нагріваються та подовжуються. Щоб не відбувався удар поршня об кришку циліндра, між поршнем у крайньому верхньому положенні та кришкою циліндра залишають зазор – «мертвий» або «шкідливий» простір. Чим він більший, тим менше нових пари холодильного агента всмоктується в циліндр.

Основні вузли та деталі поршневих компресорів

Основними елементами конструкцій поршневих компресорів є: картери, (блок–картери), циліндри, поршні, колінчаті або ексцентрикові вали, шатуни, клапани, сальники та пристрої для змащення.

Картер – конструктивна основа машини, яка об'єднує її окремі частини. Картер має вигляд полої відливки з вікнами для монтажу, гніздами для підшипників та пристроями для кріплення деталей. Для зменшення кількості роз'ємів та збільшення герметичності циліндри відливають разом з картерами. Така конструкція називається ***блок–картер***.

Картери виготовляють з чавуну, сталі та сплавів алюмінію. Внутрішній простір картерів (нижня частина) слугує ємністю для заливання в компресор мастила.

Циліндри – найбільш відповідальна частина компресорів, оскільки в них відбувається робочий процес (всмоктування, стискання та нагнітання). Циліндри виготовляються як окремі блоки або у вигляді спільного блока з картером.

В циліндри блок–картера впресовують змінні гільзи, які можна замінити при зношування.

Циліндри і гільзи виготовляють з чавуну. Для зменшення тертя під час руху поршнів та створення ущільнення циліндри шліфують.

Поршні – виготовляють із чавуну або алюмінієвого сплаву. В невеликих холодильних компресорах встановлюють поршні так званого тронкового типу – суцільна пола конструкція у вигляді перевернутого стакана. У верхній частині поршнів проточені канавки для поршневих кілець. Як правило є три канавки: дві верхні – для кілець ущільнення, одна нижня – для кільця, який знімає мастило.

Вали – в невеликих компресорах застосовують колінчаті та ексцентрикові вали. Кривошипні вали встановлені в герметичних компресорах.

Шатуни – передають рух від колінчатого вала поршням.

Всмоктувальні та нагнітальні клапани – виконують розподільну функцію в компресорі. Через всмоктувальні клапани пари холодильного агента всмоктуються в циліндр компресора, а через нагнітальні відбувається виштовхування стиснених пари в нагнітальний трубопровід. В поршневих холодильних компресорах клапани відкриваються і закриваються внаслідок різниці тисків навколо них.

Запобіжні клапани – дозволяють уникнути аварії у разі перевищення тиску нагнітання. При перевищенні допустимої різниці тисків нагнітання і всмоктування (ΔP = 1,68 МПа) запобіжні клапани пропускають стиснену пару із нагнітального простору у всмоктувальний. Застосовують пружинні запобіжні клапани. Коли різниця тисків перевищує допустиму, пружина стискається, клапан відкривається і нагнітальна сторона компресора з'єднується з всмоктувальною.

Сальники – пристрої для ущільнення валу в місці виходу його з картера компресора. Завдяки сальниковим ущільненням запобігає витоку пари хладона з системи.

Для зменшення нагріву і зносу частин компресора, що труть, зниження витрати енергії на тертя застосовують мастило. В компресорах малої продуктивності застосовується мастило розбризкуванням (барботажна), а в компресорах середньої і великої продуктивності – примусова (під тиском від шестерного або плунжерного насоса).

Вразливим вузлом сальникових компресорів є ущільнення колінчатого валу, крізь Яке відбуваються втрати холодильного агента, особливо в малих фреонових компресорах.

Безсальникові (напівгерметичні) компресори. Ці компресори разом з герметичними є сьогодні домінуючими. Напівгерметичні компресори надійніші в експлуатації, ніж сальникові: можуть працювати при підвищеній частоті обертання вала; мають більше потужність, оскільки електродвигун охолоджується парами холодильного агента; мають кращі віброакустичні показники (менше шуму та вібрацій), менші габарити (≈ в 1,5 рази), менша маса (≈ на 40 %); вартість встановлення та обслуговування також менша, ніж у сальникових компресорах.

Безсальникові компресори призначені для роботи з холодильними агентами, які не руйнують мідну обмотку статора електродвигуна.

Компресор разом з електродвигуном розміщені в спільному кожусі, а ротор електродвигуна закріплено консольно безпосередньо на валу компресора, що полегшує монтаж і демонтаж. В компресорі відсутній сальник, який є джерелом витікання мастила та холодильного агента. Для доступу до електродвигуна та механізму компресора корпус має знімні кришки.

Холодопродуктивність напівгерметичних компресорів знаходиться в межах 8,6 – 24,5 кВт при температурі кипіння холодильного агента –15°С.

Герметичні компресори. За принципом дії герметичні компресори поділяються на поршневі зі зворотно–поступальним рухом робочого органа (поршня) та ротаційні з обертовим рухом ротора. Герметичні компресори мають холодопродуктивність до 10 кВт.

Герметичні компресори виготовляють для трьох різних діапазонів температур кипіння холодильного агента:

С – середньотемпературні (від –25 до 10°С);

Н – низькотемпературні (від –40 до 25°С);

В – високотемпературні (від –10 до 10°С).

Компресори С використовують в торговому холодильному устаткуванні та побутових холодильниках.

Компресори Н використовують в низькотемпературному холодильному обладнанні та невеликих морозильних пристроях.

Компресори В використовують для кондиціонерів, охолоджувачів напоїв, соків, молока та інших продуктів.

Герметичні компресори мають багато переваг, порівняно з відкритими компресорами. В герметичному компресорі відсутній сальник, котрий є найуразливішим місцем машини – через нього можливі витікання холодильного агента в процесі експлуатації. Ротор герметичного компресора насаджено безпосередньо на вал двигуна, що робить компресор швидкохідним, а це, в свою чергу, дає змогу зменшити діаметр циліндрів, а отже, знизити масу і габарити герметичних компресорів зі збереженням такої ж продуктивності.

В машинах з герметичними компресорами кількість холодильного агента в системі можна зменшити, оскільки запас хладону в системі для компенсації витікань непотрібен. Витрати холодильного агента зменшуються, тому що відпадає необхідність періодичного заправлення системи. В герметичних компресорах є можливість охолоджувати обмотку електродвигуна потоком пари хладону, що дає змогу підвищити навантаження на електродвигун, зменшити його масу і габарити. Герметичні машини майже безшумні в роботі, їх малі розміри дають змогу збільшити корисний об'єм холодильного обладнання, зменшити розміри торгових автоматів і застосовувати для кондиціонування повітря.

Недоліком герметичного агрегату є те, що при виникненні несправностей він, як правило, не підлягає ремонту.

Ротаційні компресори. В холодильних агрегатах торгового обладнання, Яке працює в «середньо– і високотемпературних режимах», використовують ротаційні компресори з обертовим ротором

Ротор, який виконує роль поршня, ексцентрично розміщений в циліндрі (вісь циліндра не співпадає з віссю ротора) і приводиться в рух ексцентриком вертикального вала, розміщеного в корпусі циліндра.

Оскільки вісь ротора зміщена відносно осі циліндра, то між циліндром і ротором утворюється серпоподібний простір, положення якого постійно змінюється залежно від кута повороту ротора. Цей простір розділено пластиною (лопатю), яка щільно притискається пружиною до ротора, на дві ізольовані частини – всмоктувальну та нагнітальну. За один оберт ексцентрикового вала здійснюється повний цикл роботи компресора:

– всмоктування пари холодильного агента в простір перед роботом, коли тиск у ній стає приблизно на 5 –10 кПа нижче, ніж у випарнику;

– стискання пари в просторі за ротором до тиску, який дещо

перевищує тиск в конденсаторі;

– нагнітання пари у конденсатор.

Таким чином, цикли всмоктування та нагнітання відбуваються одночасно.

Переваги ротаційних компресорів у порівнянні з поршневими:

– простота конструкції;

– відсутність всмоктувальних клапанів;

– краща врівноваженість;

– надійність в експлуатації;

– менша залежність продуктивності від температури конденсації.

Ротаційні компресори мають холодопродуктивність в межаж 0,25 – 5,6 кВт.

Виготовлення і ремонт ротаційних компресорів потребує високої кваліфікації, оскільки високий ККД цих машин можливо забезпечити лише при точному дотриманні мінімальних зазорів між ротором і циліндром у межах (0,04 – 0,1 мм).

В ротаційному компресорі з одним ротором відбувається швидке зношування лопаті з пружиною. Для покращення надійності та ефективності розроблені ротаційні компресори з двома роторами. За рахунок урівноваження навантажень на вал підвищується термін експлуатації та надійність.

Гвинтові компресори. Основу гвинтових компресорів складають два ротора з зубчато–гвинтовими лопатями – ведучого та веденого.

Під час проходження біля всмоктувального вікна гвинтові заглибини роторів заповнюються газоподібним хладоном. При подальшому обертанні роторів газ стискається, оскільки зубці одного ротора входять в заглиблення іншого, при цьому зменшується об'єм, який займає газ. В кінці стискання заглибини зі стисненим газом об'єднуються з нагнітальним вікном. Гвинтове розміщення на роторах кількох заглибин забезпечує безперервну подачу газу компресором. Частота обертання ведучого ротора становить 50 $с^{-1}$.

Гвинтові компресори надійні в експлуатації, їх холодопродуктивність регулюється більш рівномірно. Вони мають невеликі габаритні розміри та масу порівняно з поршневими та ротаційними компресорами.

Гвинтові компресори широко використовують в низькотемпературних холодильних установках.

Доцільно використовувати аміачні гвинтові компресори з

холодопродуктивністю 350 – 1745 кВт. При меншій продуктивності вони втрачають переваги перед поршневими компресорами по масі та габаритним розмірам.

4. Теплообмінні апарати холодильних машин.

Основне призначення теплообмінних апаратів холодильних машин – передача теплоти від одного робочого середовища (газ, рідина) до іншого. Перехід теплоти може відбуватися через розподільну поверхню або при безпосередньому контакті робочих середовищ.

До складу обов'язкових компонентів парокомпресійних холодильних машин відносяться два теплообмінні апарати – випарник і конденсатор.

Випарник – це теплообмінний апарат, в якому за рахунок кипіння холодильного агента теплота відводиться від об'єкта охолодження.

В торговому холодильному устаткуванні розповсюджені випарники, які охолоджують повітря, з примусовою та природною циркуляцією повітря.

Випарники з примусовою циркуляцією повітря називаються повітроохолоджувачами. Вони на сьогодні переважають у малих та великих холодильних установках.

За конструкцією випарники поділяються на *ребристотрубні, листотрубні та гладкотрубні.*

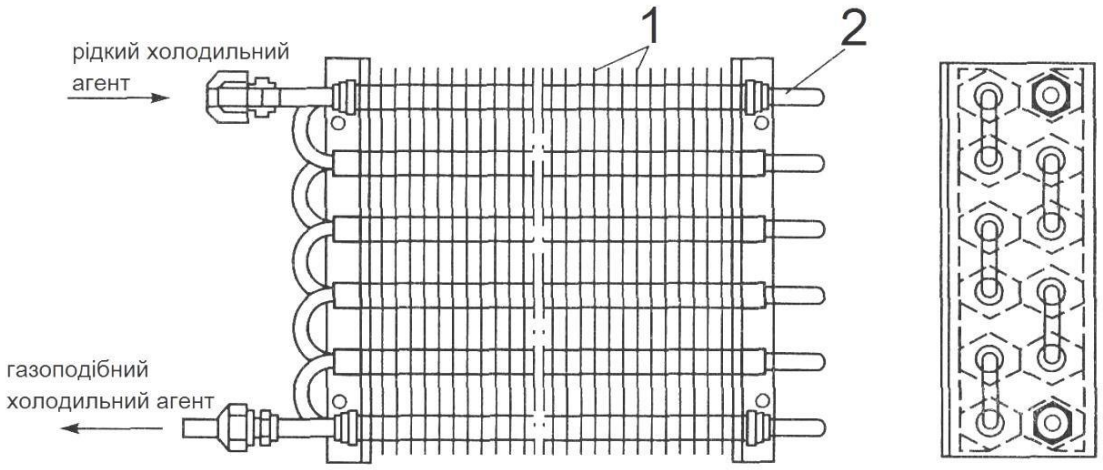


Рис. 2.13 Ребристотрубний випарник
1 – ребра; 2 – труба

В ребристотрубних повітроохолоджувачах холодильний агент кипить в оребрених трубах, абсорбуючи теплоту з повітря, Яке продувається вентилятором крізь випарник.

Оребрення труб буває: пластинчасті ребра, насаджені на труби; ребра, навиті у вигляді стрічок; ребра, накатані на поверхні труб.

Листотрубні випарники для льодогенераторів виготовляють із листів нержавіючої сталі, які з'єднані за допомогою шовного зварювання. На одному із листів проштамповані канали для потоку холодильного агента.

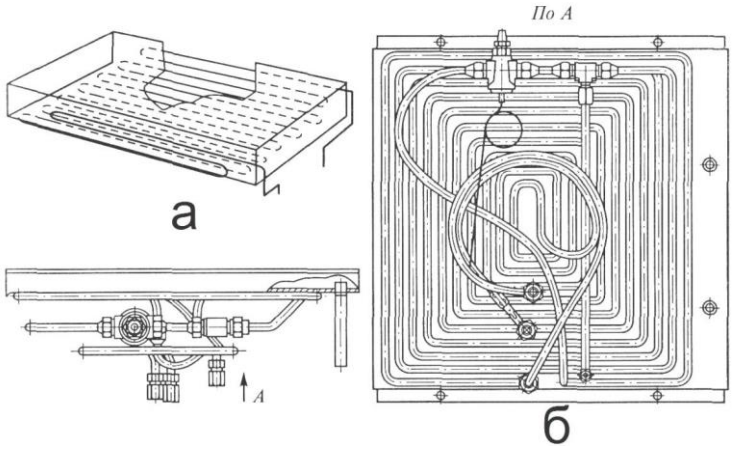


Рис. 2.14 Листотрубні випарники для прилавків–вітрин (а) та льодогенератора (б)

В окремих випадках застосовують *гладкотрубні випарники* різноманітних розмірів, форм і конструкцій. Найбільш розповсюдженим є плоский або овальний змійовик.

Великі підвісні гладкотрубні випарники з природною циркуляцією використовують в низькотемпературних холодильних камерах, в яких необхідно, щоб повітря рухалося з невеликою швидкістю.

За способом руху холодильного агента випарники поділяються на ***сухі (змійовикові)*** та ***затоплені***.

У змійовиковий випарник холодильний агент подається згори та рухається донизу. При цьому способі полегшується повернення масла в компресор, тому кількість холодильного агента для заправки системи зменшується. Проте в цій конструкції коефіцієнт теплопередачі дещо менший.

У затоплених випарниках хладон подається знизу. При цьому випарник працює більш ефективно, проте повернення масла в

компресор відбувається важче і система потребує більшої кількості холодильного агента.

Передача теплоти від охолоджуваного об'єму до холодильного агента у випарнику відбувається в два етапи: спочатку теплота сприймається металевими стінками випарника, а потім передається від стінок до холодильного агента.

У більшості холодильних установок застосовують примусове обдування випарника, що збільшує його холодопродуктивність більш ніж у 20 разів порівняно з випарниками з природною циркуляцією.

Ефективність передачі теплоти до холодильного агента є важливим чинником у роботі холодильної машини, і залежить від таких факторів:

– площа поверхні випарника;

– різниця температур між навколишнім повітрям і поверхнею випарника;

– різниця температур між охолоджуваним середовищем і киплячим холодильним агентом;

– швидкість руху потоку повітря біля поверхні випарника;

– швидкість руху потоку холодильного агента в трубах випарника (чим більша швидкість, тим більша інтенсивність теплопередачі);

– теплопровідність метала, з якого виготовлено випарник;

– відношення площі поверхні труб до площі поверхні ребер випарника;

– товщина шару інею на поверхні випарника;

– наявність масляної плівки на внутрішніх поверхнях труб змійовика.

Способи відтаювання випарників

Під час роботи холодильної машини на зовнішній поверхні випарника, в тому числі на ребрах і трубках, при температурі нижче 0°С утворюється шар інею, який необхідно періодично видаляти. Наявність інею зумовлює різке зниження холодопродуктивності внаслідок таких причин:

– іній володіє термічним опором і на 15 – 20 % знижує коефіцієнт теплопередачі, внаслідок чого погіршуються економічні показники роботи холодильної машини;

– через зменшення прохідного перетину повітряного потоку знижуються витрати повітря, Яке проходить крізь випарник, а відповідно і коефіцієнт теплопередачі.

Способи видалення інею можуть бути ***природними і примусовими***.

Природний спосіб відтаювання здійснюється ручною зупинкою машини. За рахунок зовнішнього надходження теплоти випарник нагрівається, а іній на його поверхні тане. Потім холодильну машину знову вмикають вручну.

Для автоматичного відтаювання використовують різні програмні пристрої і таймери для вимкнення холодильної установки через рівні проміжки часу. Число і тривалість періодів відтаювання задається для кожної установки індивідуально.

Тривалість відтаювання повинна бути такою, щоб установка починала працювати якомога швидше після відтаювання. Це досягається при використанні схеми, коли від температурного датчика наприкінці циклу відтаювання подається сигнал про підвищення температури поверхні випарника вище точки танення інею.

В малих та середніх холодильних установках широко застосовується *відтаювання випарників за допомогою електричного підігрівання*. Часто для цього використовують трубчасті (ТЕН) або стрічкові електричні нагрівачі, потужність яких знаходиться в межах від 1200 до 1800 Вт.

Увімкнення системи відтаювання, як правило, здійснюється таймером, а зупинка – за командою термореле випарника.

Недоліком такого способу відтаювання є збільшення затрат енергії на танення льоду і для подальшого охолодження камери. Основна перевага способу – простота.

Існує альтернативний спосіб відтаювання – за допомогою гарячої пари холодильного агента, яка нагнітається безпосередньо у випарник.

Даний спосіб більш економічний, проте для направлення потоку холодильного агента з конденсатора у випарник потрібно використовувати соленоїдні вентилі, зворотні клапани або ж перемикачі потоку. Ще одним недоліком цього способу є ризик пошкодження компресора рідким холодильним агентом, який надходить на початку чи наприкінці циклу відтаювання. Для усунення цього недоліку встановлюють спеціальні засоби для повторного випаровування холодильного агента. Це ускладнює схему машини та знижує її надійність.

Система «No Frost» («Без інею»). Дана система автоматичного відтаювання використовується в побутових холодильниках.

Випарник розміщується за задньою стінкою холодильної камери або у верхній її частині. Спеціальний вентилятор створює всередині камери циркуляцію холодного повітря, Яке рівномірно розподіляється і виносить вологу до випарника за межі камери, де і відбувається утворення інею. Приблизно 2 – 3 рази на добу вентилятор зупиняється і вмикаються нагрівальні елементи випарника. Іній тане, вода стікає в спеціальний піддон і випаровується.

Робота системи «No Frost» призводить до збільшення енергоспоживання холодильної машини та зменшення корисної площі морозильної камери приблизно на 20 дм^3.

Недоліком даної системи є також залежність ефективності розподілення холодного повітря в камері від ступеня завантаження продуктами.

При використанні системи «No Frost» продукти висихають швидше, тому їх рекомендується зберігати в закритому вигляді.

Конденсатор – це теплообмінний апарат, призначений для відведення теплоти, яку холодильний агент сприйняв від продукту, а також теплоти, еквівалентній роботі стискання в компресорі.

В результаті передачі теплоти охолоджуючому середовищу стиснені пари холодильного агента охолоджується до температури конденсації, а потім при подальшому відведенні теплоти конденсується.

За типом охолоджуючого середовища конденсатори поділяються на чотири групи:

– з повітряним охолодженням;

– з водяним охолодженням;

– з повітряно–водяним охолодженням;

– з охолодженням киплячим холодильним агентом або технологічною рідиною.

За характером руху охолоджувального середовища конденсатори поділяють на групи:

– з природною циркуляцією охолоджувального середовища;

– з примусовою циркуляцією охолоджувального середовища;

– зі зрошенням охолоджувальною рідиною.

Конденсатори з повітряним охолодженням. Конденсатори такого типу мають вигляд одного чи декількох рядів плоских вертикальних змійовиків із сталевих або мідних труб, на яких закріплені пластинчасті ребра.

Конденсатори з повітряним охолодженням для малих і середніх

холодильних установок класифікують:

– за типом циркуляції повітря (з природною та примусовою циркуляцією);

– за рухом холодильного агента в секціях конденсатора (з послідовним, паралельним та послідовно–паралельним рухом);

– за місцем встановлення (вбудовані – встановлюються на рамі агрегата поруч з компресором і виносні – встановлені окремо від компресора);

– за видом поверхні теплопередачі (гладкотрубні і ребристотрубні).

Торгове холодильне обладнання і побутові холодильники, як правило, оснащені холодильними машинами з повітряним охолодженням конденсаторів.

Конденсатори з природною циркуляцією повітря використовують в агрегатах з холодопродуктивністю до 200 Вт. За конструкцією ці конденсатори мають вигляд плоского змійовика, до якого з обох сторін приварені ребра. Змійовик виготовлено зі сталевої тонкостінної трубки діаметром 4,75 – 6,00 мм, а ребра – зі сталевого дроту діаметром 1,5 – 1,6 мм. Крок трубок змійовика становить зазвичай 40 – 60 мм, ребер 6 – 9 мм.

В малих холодильних установках для підприємств торгівлі та закладів ресторанного господарства, в машинах середньої продуктивності тощо конденсатори охолоджуються потоком повітря, який створюється спеціальним вентилятором.

Основний фактор, який впливає на роботу конденсатора з повітряним охолодженням та холодильного агрегата є температура навколишнього повітря, величина якої визначає температуру конденсації – важливого параметра роботи холодильної машини.

Основні вимоги до повітряних конденсаторів:

1) крок між ребрами повинен бути не менше 2,5 мм для попередження швидкого засмічення міжреберної поверхні;

2) потужність та габарити вентилятора повинні обмежуватись шумовими характеристиками;

3) температурний напір між температурою конденсації та вхідного повітря обмежується потужністю компресора.

Конденсатори з водяним охолодженням використовують в холодильних установках з підвищеними вимогами щодо безшумності та в тих випадках, коли є доступ до дешевої води. Водяні конденсатори компактні, більш легкі та створюють менше шуму під час роботи, оскільки не мають вентилятора. Існує декілька типів

конструкцій конденсаторів.

В малих та середніх холодильних установках застосовують двотрубні ***(«труба в трубі») та кожухозмійовикові конденсатори.***

Кожухозмійовиковий конденсатор складається з одного або декількох гладкотрубних або оребрених мідних змійовиків, які розміщені в зварному сталевому кожусі. Охолоджувальна вода циркулює через змійовики, а хладон – через кожух.

Умови роботи конденсаторів. При підборі конденсатора для холодильної системи зазвичай враховують його здатність справлятися з навантаженням на компресор при бажаній різниці між температурою конденсації та очікуваною температурою охолоджуючого середовища. Для більшості конденсаторів з повітряним охолодженням дана різниця приймається 10 – 12°С.

За певних умов (зокрема, при неякісному ремонті агрегата) в холодильному контурі може накопичитись деяка кількість повітря. Складові повітря – азот і кисень – залишатимуться в газовому стані при будь–якій температурі і тиску, який створюється в торговому холодильному обладнанні. Якщо повітря і холодильний агент знаходяться в герметичній системі, то згідно закону Дальтона тиск компонентів повітря додається до тиску холодильного агента, а робота системи при надлишковому тиску нагнітання небажана.

Шар бруду, пилу та мастила на поверхні конденсатора створює теплову ізоляцію, яка перешкоджає відведенню теплоти від холодильного агента, що призводить до підвищення тиску в системі. Для забезпечення максимальної ефективності роботи холодильної машини слід періодично очищувати поверхню конденсатора.

Конденсатор з повітряним охолодженням повинен інтенсивно обдуватися потоком повітря. Встановлювати конденсатор слід в приміщенні з вентиляцією таким чином, щоб холодне повітря витісняло нагріте, інакше в системі буде створюватися високий тиск нагнітання.

Повітряний конденсатор може охолоджуватись за допомогою зовнішнього обдування або витяжного вентилятора.

Витяжні вентилятори протягують повітря через конденсатор і створюють більш рівномірний потік, ніж вентилятори зовнішнього обдування. Оскільки рівномірне розподілення повітря підвищує ККД конденсатора, доцільніше застосовувати витяжну систему обдування за допомогою витяжного вентилятора.

5. Прилади автоматики холодильних машин

В холодильних машинах за допомогою приладів автоматики підтримується заданий температурний режим в камері і режим роботи холодильної машини, контролюються і реєструються регульовані величини, забезпечується сигналізація про досягнення параметрів і захист від аварій. Автоматизація дозволяє понизити витрати на експлуатацію холодильної машини за рахунок економії електроенергії, води, сприяє збільшенню термінів зберігання харчових продуктів, зменшенню їх втрат і, збереженню поживної цінності. Завдяки автоматизації підвищується продуктивність праці обслуговуючого персоналу – декілька холодильних установок обслуговує один механік.

Холодильні машини автоматизуються повністю і частково. В повністю автоматизованій холодильній машині регулювання, управління і захист роботи проводяться автоматично. При цьому обслуговування зводиться до періодичної (один раз в 2 – 3 міс.) перевірки стану холодильної машини і наладки приладів автоматики. Мало– та середньопотужне холодильне устаткування є повністю автоматизованим. В частково автоматизованих холодильних машинах прилади автоматики виконують тільки деякі операції, наприклад контроль і захист. Режим роботи в цьому випадку регулюється механіком вручну. Частково автоматизовані крупні холодильні установки.

Залежно від призначення розрізняють прилади автоматичного регулювання, контролю, управління, сигналізації і захисту.

6. Холодильні агрегати

Окремі елементи холодильної установки (компресори, теплообмінні апарати) часто доцільно об'єднувати в один пристрій, який називається агрегатом. Це забезпечує компактність машини, зменшення довжини трубопроводів, зручність в обслуговуванні. Також зменшується об'єм монтажних робіт в місці встановлення. Ціль агрегатування полягає в перенесенні всіх робіт із монтажу та регулювання елементів холодильної машини на завод–виробник, який має кваліфіковані кадри, необхідні інструменти та контрольно–вимірювальні прилади. Агрегати мають бути компактними та зручними в обслуговуванні.

Агрегати класифікуються залежно від елементів холодильної машини, які об'єднуються. Якщо компресор об'єднано з конденсатором, електродвигуном і приладами автоматики, то це

компресорно–конденсаційний агрегат. Якщо в агрегаті кожухотрубний випарник об'єднаний з теплообмінником, фільтром–осушувачем і регулювальною станцією з приладами автоматики, то це ***випарниково–регулювальний агрегат.*** Якщо ж в агрегаті об'єднані всі елементи холодильної машини, то його називають ***комплексним агрегатом*** (сучасні моноблоки).

Холодильні агрегати встановлюються на плиті або рамі. В машинах малої та середньої продуктивності використовують переважно герметичні компресорно–конденсаційні агрегати.

Герметичні холодильні агрегати випускають на базі герметичних поршневих компресорів і ротаційних компресорів з холодопродуктивністю від 0,5 до 100 кВт. Різна холодопродуктивність агрегатів досягається регулюванням частоти обертання вала компресора.

Залежно від температури кипіння хладона агрегати поділяються:

– низькотемпературні (від –15 до –4°С) – працюють на хладонах R22, R134a, R404;

– середньотемпературні (від –15 до 0°С);

– високотемпературні (від 0 до10°С).

Існують холодильні агрегати з кількома герметичними компресорами. Вони застосовуються для оснащення холодильних камер, складів зберігання охолоджених і заморожених продуктів, систем холодопостачання торгових підприємств, камер швидкого охолодження та заморожування і промислового кондиціювання.

Сучасною тенденцією в холодильному машинобудуванні є впровадження холодильних агрегатів у вигляді одного або декількох блоків – моноблоків, біблоків та спліт-систем.

Моноблочна холодильна машина є герметичним холодильним агрегатом з повітряним конденсатором, і призначена для камер малої та середньої місткості Моноблочні агрегати монтуються на стіні або стелі. Частина блока яка включає компресор, конденсатор і блок Керування, встановлюються на зовнішній стіні холодильної камери, а повітроохолоджувач розміщують всередині камери. Монтаж агрегату зводиться до врізання його в стіну або стелю камери, встановлення трубопроводів для відведення талої води і підключення до електропостачання. Моноблочні холодильні агрегати працюють на хладонах R22 та R404a. У холодильній камері об'ємом 4,5 – 12 м^3 створюють температуру від –18 до 6°С.

Двоблочні холодильні машини та спліт–системи мають схожу будову і складаються із зовнішнього компресорно–конденсаційного

та внутрішнього випарникового блоків. Спліт-системи встановлюють в малих і середніх холодильних камерах, а біблоки відносяться до категорії промислового обладнання і призначені для камер середньої та великої ємності.

Зовнішній блок спліт-системи встановлюють із зовнішньої сторони холодильної камери, а внутрішній блок – повітроохолоджувач встановлюють на стелі камери.

В біблочному агрегаті зовнішній блок встановлюється на підлозі поза камерою, а повітроохолоджувач – на стелі або підлозі камери.

Двоблочні агрегати та спліт-системи поділяються на середньотемпературні (забезпечують охолодження в камері від –5 до 10 °С) та низькотемпературні (температура від –25 до –18 С).

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні конструктивні елементи компресійної холодильної машини та опишіть принцип її роботи.
2. Дайте визначення основним параметрам, які характеризують ефективність роботи холодильних машин.
3. Опишіть властивості холодильних агентів.
4. Наведіть класифікацію та сферу застосування компресорів холодильних машин.
5. Надайте характеристику теплообмінним апаратам холодильних машин.
6. Які способи відтаювання випарників існують? Що таке система «No Frost»?
7. Для чого призначені холодильні агрегати?
8. Що таке блочні холодильні агрегати та спліт–системи і яким чином вони встановлюються у холодильних камерах?
9. Які існують схеми холодозабезпечення холодильних камер?

ТЕМА 8. ТОРГОВЕ ХОЛОДИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ

План

1. Класифікація та загальна характеристика торгового холодильного устаткування.
2. Льодогенератори, фризери, охолоджувачі напоїв, холодильні шафи, холодильні камери, холодильні вітрини.
3. Правила експлуатації холодильного обладнання.

1. Класифікація та загальна характеристика торгового холодильного устаткування.

Торгове холодильне устаткування можна поділити на три види:

1) холодильне обладнання для торгових залів (в тому числі для магазинів самообслуговування та вуличної торгівлі):

– холодильні вітрини

– бонети

– холодильні гірки

– морозильні ларі;

2) холодильне обладнання для складських, підсобних і виробничих приміщень:

– холодильні шафи

– холодильні і морозильні камери (збірні та стаціонарні)

3) спеціалізоване холодильне обладнання:

– охолоджувачі напоїв

– гранітори

– фризери

– льодогенератори.

Залежно від температурного режиму торгове холодильне устаткування поділяють на високотемпературне (від 0 до 10°С), середньотемпературне устаткування (від –11 до 0°С) і низькотемпературне (–12°С і менше). Існують моделі з універсальним тепловим режимом від –12 до 8°С.

Холодильні вітрини призначені для представлення та короткочасного зберігання попередньо охолоджених або заморожених продуктів. Особливістю вітрин є наявність прозорої (скляної) передньої панелі.

Бонети – це холодильні вітрини, призначені для продажу та зберігання охолоджених та заморожених продуктів харчування. Бонети поділяються на: бонети ларі, бонети відкритого типу, бонети засклені.

Бонети відкритого типу найчастіше розміщують в центрі торгової зали. Бонети закритого типу встановлюють вздовж стін приміщень. В них розміщують ваговий, або дорожчий товар.

Бонети ларі мають розсувні скляні заслінки зверху. Особливістю такого типу бонет є підвищена місткість.

Холодильні гірки – це вертикальні пристінні вітрини з рядом полиць, розміщених по вертикалі та відкритою фронтальною частиною. Вони призначені для демонстрації та продажу охолоджених продуктів (переважно гастрономічних, молочно-

жирових, овочів та фруктів). Даний вид вітрин забезпечує найбільш раціональне використання торгової площі.

Морозильні ларі призначені для зберігання та продажу заморожених продуктів. Доступ в холодильний об'єм ларів здійснюється, як правило, через верхню частину. На відміну від бонет верхня частина ларів має кришку (глуху непрозору або прозору зі скла). Досить часто ларі мають пересувну конструкцію – оснащені чотирма колесами для пересування.

Холодильні шафи можна віднести до групи найбільш універсального та поширеного торгового холодильного обладнання. Вони поділяються на: середньо температурні (0 – 8°С) – для зберігання запасу попередньо охолоджених продуктів; низькотемпературні (–12 до 0°С) – для зберігання попередньо заморожених продуктів; морозильні (–22 до –12°С) – для заморожування та тривалого зберігання продуктів.

Холодильні та морозильні камери – основний вид холодильного обладнання підсобних та складських приміщень закладів ресторанного господарства. Холодильні камери бувають збірні та стаціонарні.

До 1990–х років більшість їдалень, кафе, ресторанів, а також продовольчих магазинів були оснащені стаціонарними холодильними камерами, побудованими в капітальних стінах з використанням теплоізоляційних плит та бетонною підлогою без теплоізоляції. Одним із недоліків стаціонарних камер є необхідність в окремому машинному відділенні для встановлення холодильного агрегату.

Збірні холодильні камери блочного типу характеризуються високою ступенем заводської готовності, а отже швидкістю встановлення на місці експлуатації. Даний вид холодильних камер збирається із окремих стандартних панелей і може приймати будь-яку геометричну форму, що вигідно з технічної та економічної точок зору. Збірні холодильні камери не потребують проектування окремого машинного відділення.

Охолоджувачі напоїв використовуються для охолодження та підтримання температури 5 – 10°С попередньо охолоджених освітлених соків, безалкогольних фірмових та ін. напоїв, їх дозування та продаж.

Гранітори (міксери–охолоджувачі) – призначені для приготування десерту із льодяної крихти з фруктовим наповнювачем. Вони охолоджують соки або фруктові пюре до необхідної температури, постійно перемішуючи із шнеком і перетворюючи на

однорідну "снігову" масу. температура готового продукту від –5 до 10°С.

Фризери – пристрої для приготування м'якого морозива за допомогою одночасного перемішування інгредієнтів, насичення повітрям, заморожування попередньо підготовленої рідкої суміші (із сухої) до температури на виході від –8 до –4°С. У деяких фризерах можливо виробляти десерти із льодяної крихти.

Льодогенератори – це апарати для приготування харчового льоду в закладах ресторанного господарства і в харчовій промисловості. Найчастіше лід отримують у формі кубиків або луски.

2. Льодогенератори, фризери, охолоджувачі напоїв, холодильні шафи, холодильні камери.

Льодогенератори поділяються на 3 типи і відрізняються принципом утворення льоду, формою одержуваного продукту і різною конструкцією. Всі льодогенератори забезпечені автоматичною системою відключення у разі заповнення бункера–накопичувача льодом, автоматичною системою генерації льоду, рециркуляційною помпою для скорочення витрати води (окрім серій 1С та IF). Моделі можуть бути оснащені водяним або повітряним охолодженням конденсатора (стандартні моделі постачаються з повітряним охолодженням).

Льодогенератори вимагають підключення до водопровідної мережі (мінімальний тиск 2 атм.), каналізації і електрики (220 В, 50 Гц, однофазний змінний струм з роздільними контурами нейтрали і заземлення).

ЛЬДОГЕНЕРАТОРИ МОДЕЛЬНОГО РЯДУ CB

Для отримання льоду в льодогенераторах даного модельного ряду застосовується так звана спрей-система: вода через форсунки знизу вгору нагнітається на охолоджувані форми для утворення льоду. По заповненні форми льодом включається подача гарячої пари холодоагента, внаслідок чого лід падає в місткість. Це найнадійніша конструкція з мінімумом частин, що рухаються.

Головний недолік – висока чутливість до чистоти води і вмісту мінеральних солей (рекомендується використовувати пом’якшувачі води або пристроїв, що запобігають випаданню солей жорсткості). Одержувана форма льоду – кубики округлої форми. Маса одного кубика – 18 г.





Рис. 2.15 Льодогенератор СВ–184 Рис. 2.16 Льодогенератор IF

ЛЬОДОГЕНЕРАТОРИ МОДЕЛЬНОГО РЯДУ IF

Для отримання льоду в льодогенераторах даного модельного ряду застосовується так звана paddle-система: лід наростає на пальцеподібних випарниках, занурених у ванну з водою, в якій встановлена мішалка; при досягненні льодом заданої товщини блокується рух мішалки, що ініціює подачу у випарник гарячої пари холодоагента і лід падає у ванну, після цього включається привід, що перекидає ванну, внаслідок чого лід і залишки води потрапляють в бункер (вода через дренаж стікає в каналізацію).

Запатентовані фірмою Brema Ice Makers технології дозволили понизити до мінімуму недоліки даної конструкції, які укладені в складній кінематиці і достатньо складній автоматиці. Головна перевага цієї системи – низька чутливість до чистоти і жорсткості води, а також найнижчі показники по витраті води. Серія IF завдяки можливості повного обслуговування з фронтальної сторони використовується для вбудовування в барну стійку і подібні елементи меблів. Одержувана форма льоду – пальці з внутрішнім каналом.

Популярним устаткуваннямв закладах ресторанного господарства типу бар, кав’ярня є фризери, які призначені для приготування м’якого морозива, Яке порціонують у вафельні, або паперові стаканчики. Для приготування десерту використовують готові сублімовані суміші, які мають супровідні документи, що підтверджують якість та безпечність. Не слід забувати також про санітарну обробку устаткування для попередження розмноження патогенної мікрофлори.

Фризери класифікують за такими ознаками: варіант розміщення – на підлозі або на столі; продуктивність; об'єм камери для зберігання суміші; кількість смаків отриманого морозива.

Будова та принцип роботи фризерів різних марок однакова. Фризери мають двостінні циліндри, всередину яких вводиться рецептурна суміш продуктів, які збиваються мішалками та ножами. В просторі між стінками циліндра циркулює холодильний агент (аміак або фреон).

У верхній частині фризера розміщені панель Керування та блок приготування морозива. В машинному відділенні – в нижній частині фризера – знаходиться холодильний агрегат з конденсатором повітряного охолодження, електродвигун привода шнеків та прилади.



Рис. 2.17 Фризер

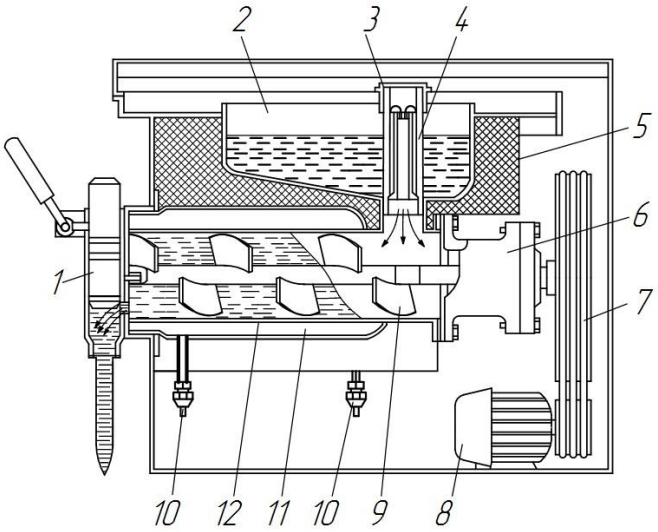


Рис. 2.18 Схема фризера для приготування м'якого морозива

1 – дозатор; 2 – завантажувальний бункер; 3 – кришка впускного пристрою; 4 – впускний клапан; 5 – теплова ізоляція; 6 – вузол привода шнека; 7 – клинопасова передача; 8 – електродвигун; 9 – лопатка; 10 – штуцери для підведення і відведення хладона; 11 – випарник; 12 – циліндр фризера

Блок приготування морозива має два циліндри з приймальними бункерами та впускними клапанами. Циліндри з приймальними бункерами теплоізольовані. Між лопатями шнека та внутрішньою поверхнею стінки циліндра знаходиться зазор.

В прийомний бункер заливають рідку суміш морозива з температурою 12 – 18°С до нижньої кромки кри шки впускного клапана. Необхідна кількість суміші через впускний клапан надходить в циліндр. Хладон кипить у випарнику (всередині подвійної стінки циліндра).

Після увімкнення фризера температура кипіння холодильного агента поступово знижується і через 8 – 9 хв становить від –26°С до –23°С. При цьому рідка суміш морозива охолоджується на стінках циліндра до –5°С і замерзає. Під час процесу охолодження шнек збиває суміш та насичує її повітрям. Потім знімає заморожене морозиво зі стінок циліндра і переміщує його в сторону випускного пристрою. Тривалість приготування морозива 10 – 15 хв.

Охолоджувачі напоїв складаються з прозорих ємностей (як правило 3) зі знімними кришками для різних напоїв, кранів для їх видачі, машинного відділення та підставки для стаканів.

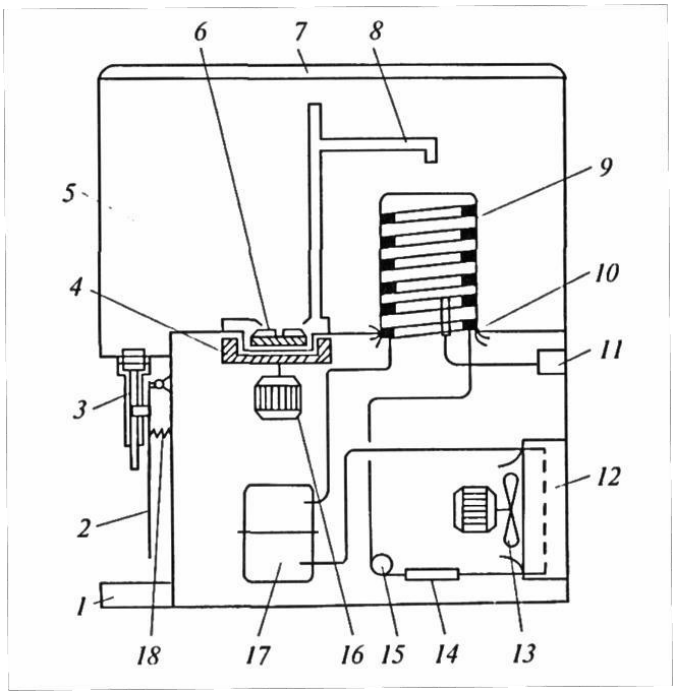


Рис. 2.19 Схема охолоджувача напоїв ОН–30–2

1 – підставка для склянок; 2 – важіль крана; 3 – трубка видачі напою; 4 – магнітна муфта; 5 – ємність; 6 – відцентровий насос; 7 – кришка; 8 – трубка подачі напою; 9 – випарник; 10 – манжета; 11 – реле температури; 12 – конденсатор; 13 – вентилятор; 14 – фільтр–осушувач; 15 – капілярна трубка; 16 – електродвигун насоса; 17 – компресор; 18 – пружина

За допомогою відцентрового насоса *6*, розміщеного в нижній частині ємності *5*, напій подається в прозору пластмасову трубку *8*, з неї потрапляє на циліндр випарника *9*, виготовленого із нержавіючої сталі, та охолоджується. Для привода насоса слугує електродвигун *16* з муфтою *4*. Верхній відкритий кінець трубки 8 призначений для відводу піни, яка утворюється при циркуляції напою. В нижній частині ємності є отвір з гумовою трубкою *3*. Переріз трубки затиснений важелем крана за допомогою пружини. Коли стаканом натискають важіль, він стискає пружину *18*, звільняючи трубку крана, через яку напій заповнює стакан.

Гранітори. В граніторах соки заморожуються до консистенції талого снігу. Всі моделі граніторів оснащено знімними контейнерами об'ємом в середньому 10 дм^3. Кількість контейнерів 2 – 4. Кожний контейнер має власний перемикач для роботи в різноманітних режимах і регулятор густини сумішей. Деякі моделі граніторів обладнано магнітним з'єднанням, за допомогою якого двигун запускає в роботу міксери контейнерів. Це дає змогу автоматично зупиняти міксери та уникнути поламки, якщо вони заблокуються льодом. Гранітор можна використовувати як звичайний охолоджувач напоїв.

Конструкції *холодильних шаф* відрізняються формами, розміром і технічними характеристиками. Шафи для зберігання продуктів, як правило, мають глухі двері, а для демонстрації товарів – скляні (шафи–вітрини). Прозорі двері потребують застосування герметичних склопакетів. Від ступеня герметичності і наявності ТЕНа по периметру двері залежить чи утворюватиметься конденсат на склі під час роботи шафи.

Існують моделі шаф з прозорою задньою стінкою, а також з прозорими боковими стінками.

Зовнішні та внутрішні поверхні шаф виготовляють із нержавіючої сталі або пластмаси. Простір між внутрішньою та зовнішньою обшивкою шафи заповнюється теплоізоляцією із поліуретана.

В більшості шаф випарник конструктивно розміщено поруч з верхньою частиною камери. Холодне повітря з більшою густиною опускається до нижньої полиці шафи. За такої природної циркуляції повітря перепад температур по висоті може досягати декількох градусів. Для зменшення різниці температур по об'єму шафи використовують примусову циркуляцію повітря за допомогою

вентилятора. Різниця температур зменшується до 1 – 2°С.

Рівномірного охолодження всього об'єму камери можна досягти, якщо використовувати особливу конструкцію полиць, під кожною з яких проходять трубки випарника. Недоліком такої конструкції є фіксована відстань між полицями, яку неможливо змінити.

Компресорно–конденсаційний агрегат може розміщуватись згори та знизу шафи. Розміщення не впливає на температурний режим. При верхньому розмі– щенні агрегата покращується доступ до нього під час технічного обслуговування та ремонту. Крім того, в машинне відділення потрапляє менше бруду, що збільшує довговічність машини.

Автоматичне управління роботою холодильного агрегата шафи здійснюєтсья терморегулятором. Агрегат працює в циклічному режимі. В момент вимикання агрегата відбувається автоматичне розморожування. У випадку утворення значної кількості льоду на поверхні випарника може бути передбачена система примусового розморожування, яка вмикається кнопкою на панелі Керування.

Холодильна шафа фірми Аріада Рапсодія серія EXCLUSIVE R700 LS це високоякісне обладнання для зберігання та продажу заморожених харчових продуктів. Ці пристрої встановлюють в магазинах, кафе, ресторанах. Відмінно підійде така шафа для заготовок, напівфабрикатів, м'яса та іншого.

Працює у низькотемпературних режимах: від –20 до –18°С. Охолодження системи – динаміка. Встановлено компресор відомої фірми Данфосс. Особливістю цієї шафи є наявність функції автоматичного розморожування. Це значно полегшує обслуговування пристрою. Управління електронне.

Оптимальною для роботи шафи є температура приміщення до 32°С. Внутрішній об'єм пристрою становить 700 літрів. Для продукції в морозильнику передбачено 5 полиць, розміром 675х490х40. Обсяг холодильної шафи підсвічується бічним Led–підсвіткою.

Шафа обладнана скляними дверима. Корпус герметичний, цільнозаливний. Ізоляція пінополіуретаном (55 мм) зводить до мінімуму втрати холоду. Для зручного розміщення навіть на нерівній підлозі, шафа оснащений регульованими ніжками.

Шафа шокової заморозки Whirlpool ACO 081 рекомендується експлуатувати для швидкого охолодження і заморожування продуктів харчування в невеликих ресторанах, кафе, їдальнях. Під час шокового заморожування кристалики льоду, що виникають в ході заморозки мають значно менше розміри ніж зазвичай.



серія EXCLUSIVE R700 LS



Модель R1520 L

Рис. 2. 20 Холодильні шафи фірми Аріада

Завдяки цьому шокова заморозка правильно зберігає структуру тканин їжі. У свою чергу, швидкозаморожені продукти довше зберігаються. За один цикл дана модель шафи шокової заморозки здатна охолодити до 13 кілограм продуктів харчування. При вазі продукту 13 кілограм, температура їжі, яка завантажується 70°С (максимальна), час охолодження триватиме 90 хвилин і досягне 3° С. За 270 хвилин їжа масою 9 кілограм і такою ж температурою (70°С) заморозити до –18°С. Відтавання здійснюється автоматично. Апарат гранично тихо працює, легко піддається очищенню.



Рис. 2.21 Шафа шокової заморозки WHIRLPOOL ACO 081

Запроектіровано три режими роботи:
– дбайливе охолодження для кулінарії;

– швидке охолодження для напівфабрикатів;

– швидка заморозка.

Холодильні камери розташовують в підсобних приміщеннях підприємств у вигляді єдиного блоку, що складається з декількох відділень. Розміщувати камери необхідно з урахуванням зручності їх обслуговування (завантаження продуктами, подачі продуктів з камер у виробничі приміщення або торговий зал). Холодильні камери обладнають стелажами, підтоварниками і крюками для підвішування туш. В них використовують візки, підйомники і транспортери. Машинне відділення розташовують поблизу камер. Якщо камера охолоджується фреоновими холодильними агрегатами, їх установка допускається в примикаючих до камери приміщеннях. В цьому випадку агрегат захищають гратами і забезпечують до нього прохід для обслуговування.

Камери не можна розміщувати поряд з котельними, душовими, гарячими цехами і іншими приміщеннями з підвищеними температурою і вогкістю. Через охолоджувані камери не дозволяється прокладати водяні, каналізаційні, парові і газові трубопроводи і вентиляцію.

Для зменшення теплопритоку з навколишнього середовища стіни, підлогу, стелі, перегородки і двері камери покривають матеріалами теплоізоляцій. Добра теплова ізоляція сприяє зниженню витрат енергії на роботу холодильної установки і зменшенню усихання продуктів.

Перегородки в камерах виконують з блоків пінобетону або піноскла. Якщо різниця температур з двох сторін перегородки не перевищує 4°С, перегородки між камерами виготовляють без теплоізоляції.

Збірні камери застосовують для зберігання запасу продуктів на декілька днів. Їх збирають з щитів і окремих деталей (полиць, крюків, гвинтів, шайб і ін.) на місці установки. При необхідності камеру можна розібрати і перенести на інше місце.

Випускаються два типи збірних камер: КХС середньотемпературні з температурою в охолоджуваному об'ємі від 0 до 8°С, призначені для зберігання охолоджених продуктів і КХН низькотемпературні (для зберігання заморожених продуктів). Шафа модифікації КХН–1–6С має температуру в охолоджуваному об'ємі не вище –13°С. У моделі КХН–2–6М не вище –18°С.

Середньотемпературні камери виготовляють для районів з помірним кліматом (використовуються при температурі

навколишнього повітря 10 – 32°С) і для південних районів (працюють при 10 – 40°С, позначаються індексом «Ю»).

Камера КХС–2–6 складається з кутових, бічних, стельових і напільних щитів. Щити мають дерев'яний каркас, обшитий зовні листовою сталлю, а всередині алюмінієвими листами. Між обшивками укладена теплова ізоляція з пінополістиролу ПС–Б завтовшки 100 – 105 мм Щити для підлоги поверх ізоляції покривають деревостружковими плитами або дошками. В одному з бічних щитів передбачені двері, що герметизуються гумовими прокладками і забезпечена затвором.

Підбір холодильного обладнання, холодильних агрегатів і машин здійснюється за технічними характеристиками, які наводяться у довідковій літературі.

Холодильні вітрини низькотемпературних серій призначені для демонстрації і продажу заморожених продуктів і морозива. Всі холодильні установки мають власні характеристики і відрізняються між собою багатьма параметрами, які визначають, яку продукцію краще зберігати в тій чи іншій вітрині. Необхідно орієнтуватися на наступні показники:

Температурний режим – визначає, при якій температурі будуть зберігатися товари. Середньотемпературні агрегати працюють в діапазоні температур від 1 до 7°С, підходять для широкого кола товарів від не заморожених м'ясних до молочних виробів. Низькотемпературні установки працюють у режимі (від 0 до –6°С, від 0 до 18°С), що відповідно використовуються для продуктів підданих заморожуванню, а також напівфабрикатів. Комбіновані машини поєднують в собі два попередні типи з температурою всередині камери від –6 до 6°С, підходять для зберігання практично всієї наявної продукції. Кондитерські вітрини призначені спеціально для кондитерських виробів, які зберігаються при температурі 1 – 15°С.

Тип охолодження: статичний, із застосуванням природної циркуляції повітря; динамічний – повітря поширюється за допомогою вентилятора, при цьому продукти охолоджуються швидше.

Тип скла: гнуте, пряме. Перший тип виглядає більш естетично, він ширше представить продукцію, другий – дозволить заощадити кілька сотень гривень, але і кут огляду буде відповідно менший.

Розміри. Залежно від можливостей і потреб приміщення довжина холодильних агрегатів варіюється від 1 до 2,5 м. Ширина повинна бути достатньою, щоб помістити потрібну кількість товарів,

оскільки саме від цього показника залежить площа викладки. Але тут слід перевірити, чи пройде вона в дверний проріз.

Опції. Наявність системи автоматичного відтавання і випаровування конденсату, електронного терморегулятора, LED–підсвічування, додаткової скляною полички, перегородки, висувного піддону.

Вітрина холодильна Технохолод ПВХС(Д)–2,5«МІССУРІ А РС» оснащена системою відкривання передньої панелі зі склом. Відрізняється стильним, витонченим дизайном з переважанням прямих ліній, плоских форм, які покликані привертати увагу покупця до демонстрованим товарам і не створюють «дзеркального ефекту». Тому ідеально підійде для використання в магазинах, супермаркетах, інших точках торгівлі для презентації і короткочасного зберігання продукції.



Рис. 2.22 Вітрина холодильна Технохолод ПВХС (Д)–2,5 «МІССУРІ А РС»

Технохолод ПВХ(Д)–2,5 «МІССУРІ А РС» виконані з нержавіючої сталі. Фронтальна демонстраційна панель складається з загартованого прямого скла. У нижній частині передбачений охолоджуваний бокс, де можна додатково зберігати товар (оснащений додатковою дренажною системою і ухилами). Холодильний агрегат – вбудований, підтримувана робоча температура – від 0°С до 8° С. Охолодження відбувається за допомогою динамічної системи, що полягає в примусової циркуляції холодного повітря всередині камери за допомогою вентиляторів. Це значно прискорює процес, сприяє рівномірному і більш ефективному розподілу температури. Також в стандартну комплектацію входить бампер для захисту вітрини з боку клієнта, і електронний пульт

управління, за допомогою якого здійснюється функція автоматичного відтавання випарника (завдяки ТЕНам).

Вітрина холодильна COOLEQ CW–108 – настільна холодильна вітрина вертикального типу. Використовується обладнання для зберігання та продажу закусок, кондитерських виробів в кав'ярнях та інших місцях. Призначений апарат для установки поверх торгових прилавків (рис. 2.23).

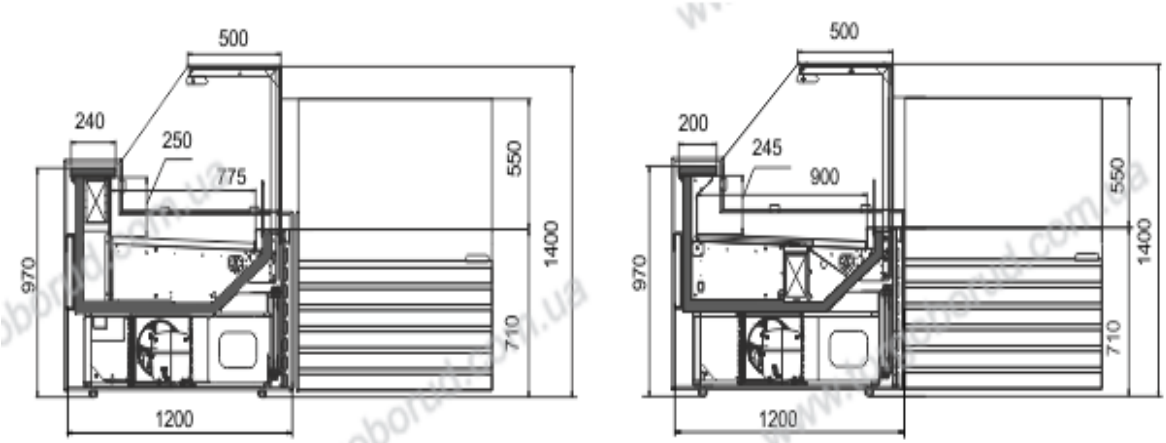


Рис. 2.23 Вітрина холодильна COOLEQ CW–108

Внутрішній об'єм вітрини кондитерської становить 108 літрів. Для продукції всередині є 4 хромовані полиці, які обертаються для більш ефектною демонстрації продукції. Полки підсвічуються LED–лампами.

Температурний режим вітрини може бути встановлений в діапазоні температур від 0 до 12°С. Тип охолодження – динаміка. Блок управління і компресор знаходяться у верхній частині. Холодильний агрегат вбудований, працює на фреоні R600a або R134a. За годину роботи кондитерський шафа споживає всього 0,23 кВт.



Рис 2.24 Вітрина для топпінга Tefcold vk33–160

Настільна вітрина для начинки Tefcold VK33–160 призначена для короткочасного зберігання і демонстрації різних продуктів і страв (наприклад, закусок, салатів, гарнірів). Як правило, вітрини для начинки використовуються в магазинах, кафе, барах, фаст фудах, ресторанах, суші–барах. Саме широке застосування вони знайшли в піцеріях як місце зберігання начинки (тобто, начинки для піци). Температура внутрі вітрини підтримується за допомогою автоматичного терморегулятора та термометра. Вітрину можна встановити на верхніх робочих поверхнях. Більшість вітрин для начинки виконується з нержавіючої сталі. Вони мають статичну охолодження, щоб уникнути завітрювання продуктів. Робоча температура в камері становить від 2 до 10 °С.

Верх вітрини Тефколд виготовлений у вигляді захисного купола зі скла. Внутрішнє і зовнішнє виконання вітрини для начинки – нержавіюча сталь марки AISI 304. Ніжки регулюються по висоті. Є цифровий індикатор температури. Вітрина вміщує 7 гастроємностей G / N 1/4. Максимальна глибина 150 мм.



Рис. 2.25 Настільна вітрина COOLEQ CW–108



Рис. 2.26 Морозильний стіл MODERN EXPO NRFHAB

Морозильний стіл можна застосовувати на кухнях ресторанах, піцеріях, кафе.

Морозильний стіл *MODERN EXPO NRFHAB* з електричною потужністю 0,45 кВт. Температурний діапазон в корисному об'ємі становить –18°С або –20°С. Модель з вентильованим охолодженням, холодоагент R134a, не містить речовин, що псують озоновий шар. Холод по всьому об'єму в рівній мірі розподіляє потужний випарник, розташований між відсіками. Пристрій автоматично розморожується і випаровується. Суцільнолита ППУ (пенополіуретанова ізоляція) з товщиною 60 мм. В окремому відсіку – справа, розміщений агрегат, який огороджений знімною панеллю, що спрощує доступ під час сервісного догляду. Температура в кімнаті повинна бути 12 – 30°С, за рахунок виготовлення в кліматичному виконанні. Гратчаста полку в складі кожного відсіку (нержавіюча сталь AISI 304), її розміри 470/375 мм. На кожну полку можна завантажувати до 50 кілограм продукції.

3. Правила експлуатації холодильного обладнання

Монтаж холодильного обладнання здійснюють спеціалісти згідно вимого заводської інструкції і правил техніки безпеки. Представник спеціалізованої організації проводить інструктаж робітників щодо експлуатації холодильного обладнання.

Холодильні агрегати та обладнання слід встановлювати в сухих приміщеннях, які добре провітрюються, і мають приточно–витяжну вентиляцію. Температура приміщень повинна бути не вище 40°С влітку і не менше 5°С взимку.

Відстань від збірної холодильної камери до стелі та стін приміщення повинна бути не менше 0,5 м, ширина дверей – не менше 1,4 м. Двері камер повинні мати вихід у тамбур або коридор

шириною не менше 1,4 м.

Вбудовані в торгове обладнання агрегати повинні працювати лише при закритих знімних огородженнях. Невбудовані агрегати повинні бути огороджені та встановлені на міцній основі для уникнення вібрацій, а поза залою – в суміжному або підвальному приміщенні. Не можна встановлювати агрегати у вузьких проходах, на сходових майданчиках, під сходами, в тамбурах, на ґрунтовій підлозі. Ширина проходу до агрегата повинна бути не менше 0,7 м. Не дозволя ється захаращувати проходи до агрегатів товарами, порожньою тарою, класти на огорожу агрегатів які–небудь предмети.

Агрегат встановлюють на відстані не менше 0,2 м від стіни. Холодильний агрегат не можна встановлювати на відстані, меншій 1,5 м до опалювальних пристроїв, а холодильне обладнання з вбудованими агрегатами – ближче 2 м.

Забороняється використання обладнання у разі відсутності заземлення металевих частин, кожухів електричних приладів, з несправними приладами автоматики, при виникненні сторонніх шумів, іскріння, витоку хладона тощо. Машину вимикають і викликають механіка.

Холодильне обладнання завантажують продуктами після пуску машини і досягнення заданої температури. Продукти не можна розміщувати вище лінії завантаження, вони не повинні щільно прилягати один до одного, торкатися випарника; полиці не можна вкривати картоном та іншими предметами, які ускладнюють циркуляцію повітря в камері.

При товщині шару інею на випарнику більше 3 мм різко погіршується теплообмін і порушується режим роботи машини. В сучасних холодильних машинах снігова шуба видаляється автоматично. Не дозволяється видаляти шар інею металевими предметами. Це може призвести до пошкодження випарника та витоку хладону, що робить неможливим подальшу експлуатацію холодильної машини.

Холодильне обладнання постійно підтримують в чистоті. Зовнішні поверхні щоденно протирають вологою тканиною, а хромовані деталі – технічним вазеліном. Щотижня обладнання звільняють від товарів і промивають внутрішні поверхні спочатку теплим мильним розчином, а потім чистою водою. Після цього обладнання просушують та провітрюють.

Питання для самоперевірки

1.Наведіть класифікацію торгового холодильного обладнання.

2.Опишіть принцип роботи льодогенераторів різних конструкцій.

3.Які основні конструктивні елементи в льодогенераторах для виробництва льоду у формі циліндрів та кубиків?

4.Опишіть принцип роботи фризерів для м'якого морозива.

5.Опишіть будову та принцип роботи охолоджувачів напоїв та граніторів.

6.Надайте характеристику холодильним шафам.

7.Які бувають способи охолодження холодильних камер?

8.Які вимоги висуваються до розміщення холодильних камер на підприємстві ресторанного господарства?

9. Опишіть повітряну систему охолодження холодильних камер. Назвіть її переваги та недоліки.

10. Наведіть характеристику збірних холодильних камер та переваги та недоліки їх експлуатації.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАВДАННЯ 1. Визначення кількості теплоти, що потрапляє у камеру.

Варіант 1. Холодильна камера має температуру всередині 5°С, температура навколишнього середовища 24°С, коефіцієнт теплопритоку 0,5 Вт/м²·К. Площа теплопередачі (стіни камери) 1,0 м². Визначте кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу.

Варіант 2. Холодильна камера має температуру всередині –8°С, температура навколишнього середовища 24°С, коефіцієнт теплопритоку 0,45 Вт/м²·К. Площа стіни камери 8,0 м². Визначте кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу.

ЗАВДАННЯ 2. Визначення різниці кількості теплоти

Варіант 1. Кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу становить 142,1 Вт; кількість, яку відводить холодильник 90 Вт. Температура внутрішнього середовища 7°С. Зробіть висновок про дотримання балансу теплоти.

Варіант 2. Кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу становить 110 Вт; кількість, яку відводить холодильник

200 Вт. Температура внутрішнього середовища 4°С. Зробіть висновок про дотримання балансу теплоти.

ЗАВДАННЯ 3 Визначення кількості теплоти, що вноситься з продуктом

Варіант 1. У холодильній камері щодня розміщують 180 кг м'яса Температура м'яса при надходженні 18 С. У холодильній камері температура 4 С. Питома теплоємність м'яса 2,7 кДж/(кг·К). Визначте кількість теплоти, що вноситься у холодильну камеру з продуктом за добу.

Варіант 1. У холодильній камері щодня розміщують 20 кг м'якого сиру. Температура сиру при надходженні 20 С. У холодильній камері температура 7 С. Питома теплоємність м'якого сиру 3.6 кДж/(кг·К). Визначте кількість теплоти, що вноситься у холодильну камеру з продуктом за добу.

ЗАВДАННЯ 4. Визначення кількості тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей:

Варіант 1. Двері холодильної камери об'ємом 14 $м^3$ за добу в середньому відкриваються так, що повітря встигає перемішатися 21 раз. Температура всередині камери 4°С. Щільність теплого повітря поза камерою при 24°С становить ρ=1.18 кг/$м^{3.}$ Теплоутримання повітря: зовні камери 24 кДж/кг, а всередині камери: 4 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей:

Варіант 2. Двері холодильної камери об'ємом 22 $м^3$ за добу в середньому відкриваються так, що повітря встигає перемішатися 3 рази. Температура всередині камери –18°С. Щільність теплого повітря поза камерою при 22°С становить ρ=1.2 кг/$м^{3.}$ Теплоутримання повітря: зовні камери 22 кДж/кг, а всередині камери: –18 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей:

ЗАВДАННЯ 5. Розрахунок кількості тепла, що виділяється при заморожуванні продуктів.

Варіант 1. Потрібно заморозити 8,5 кг ягід від +15°С до –18°С. Питома теплоємність ягід: до замерзання: 4,6 кДж/(кг·°С); після замерзання: 2,1 кДж/(кг·°С); питома теплота замерзання 190 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що виділяється при заморожуванні продуктів.

Варіант 2. Потрібно заморозити 6 кг ягід від +20°С до –18°С. Питома теплоємність ягід: до замерзання: 2,8 кДж/(кг·°С); після замерзання: 0,7 кДж/(кг·°С); питома теплота замерзання 300 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що виділяється при заморожуванні продуктів.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Приклад розв'язання до завдання 1

Холодильна камера має температуру всередині 4°С, температура навколишнього середовища 22°С, коефіцієнт теплопритоку 12 Вт/м²·К. Площа теплопередачі (стіни камери) 1,8 м². Визначте кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу.

Дано: $t_{вн}$ = 4°С; $t_{зовн}$ = 22°С; k = 12 Вт/(м²·К); F = 1,8 м²

Визначити**:** Q

Рішення:

Тепловий потік через огорожу визначається за формулою:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta T \text{ , (2.4)}$$

де

Q – кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу, Вт;

k – кількість тепла, що проходить через 1 м² огорожу при ΔТ=1°С, Вт/(м²·К).

F – площа поверхні огородження, м^2 ;

ΔТ − різниця температур, °С

Зауважимо, що Q вимірюється у Вт. Пригадаємо, що:

1 Вт = 1 Джоуль енергії за 1 секунду.

Значення показника Q, яке ми знайдемо у рішенні завдання буде показувати – скільки Дж енергії у вигляді тепла буде заходити у камеру щосекунди.

Показник k залежить від матеріалу, товщини та якості утеплювача. Чим більший k — тим гірше утеплення (стіна пропускає більше тепла).

F − це площа тієї частини стіни, стелі чи підлоги, через яку відбувається теплопередача. Зазвичай вона оцінюється за

габаритними розмірами камери. Чим більша площа — тим більше тепла може пройти через огородження.

Для визначення ΔТ використовують формулу :

$$\Delta T = t_{зовн} - t_{вн}, (2.5)$$

де

ΔТ – різниця тепмператур, °С;

$t_{зовн}$ – температра зовнішнього середовища, °С;

$t_{вн}$ – температура внутрі камери, °С.

ΔТ «штовхає» тепло всередину камери, адже тепло завжди переходить з теплого середовища в холодніше.

За умовами нашого завдання ΔТ = 22 – 4 = 18°С.

Підставимо відомі значення у формулу для визначення кількості теплоти:

$$Q= k\cdot F\cdot \Delta T =12\cdot 1.8\cdot 18 = 388.8 \text{ Вт} = 389 \text{ Вт}$$

Відповідь: Всередину холодильної камери через стіну проникає 389 Вт теплової енергії. Для того, щоб компенсувати ці втрати тепла і підтримувати всередині температуру 4°С холодильна установка повинна відбирати з камери щосекунди 389 Вт.

Приклад розв’язання до завдання 2

Кількість теплоти, що потрапляє через зовнішню огорожу становить 129,6 Вт; кількість, яку відводить холодильник 100 Вт. Температура внутрішнього середовища 5°С. Зробіть висновок про дотримання балансу теплоти.

Дано: $Q_{\text{надходження}} = 129,6$ Вт; $Q_{\text{відведення}} = 100$ Вт; $t_{вн} = 5$°С.

Визначити: ΔQ.

Рішення:

За законами фізики, щоб температура залишалася сталою кількість тепла, що надходить у камеру повинна дорівнювати кількості тепла, що відводиться

$$Q_{\text{надходження}} = Q_{\text{відведення}}$$

За умовами завдання:

$$\Delta Q = Q_{\text{надходження}} - Q_{\text{відведення}} =129,6 - 100=29,6 \text{ Вт}$$

Відповідь: Різниця кількості теплоти становить 29,6 Вт. Це означає, що у камері залишаються невідведені 29,6 Джоуля тепла

щосекунди. Така кількість теплоти призведе до накопичення температури всередині камери, адже баланс порушений. Холодильник не зможе підтримувати температуру 5°С і вона буде збільшуватись з часом.

Приклад розв'язання до завдання 3

У холодильній камері щодня розміщують 320 кг яблук. Температура яблук при надходженні 18 С. У холодильній камері температура 4 С. Питома теплоємність яблук 3,05 кДж/(кг·К). Визначте кількість теплоти, що вноситься у холодильну камеру з продуктом за добу.

Дано: $M_{ябл}$ = 320 кг/добу; $t_{надх.\ прод}$ = 18 С; $t_{камери}$= 4 С; с = 3,05 кДж/(кг·К).

Визначити: $Q_{надх\ з\ прод}$.

Рішення:

Визначення кількості теплоти, що вноситься у камеру з продуктом за добу здійснюють за допомогою формули:

$$Q_{надх\ з\ прод} = M \cdot c \cdot (t_{надх.\ прод.} - t_{камери}) \cdot 0{,}01157\ , \quad (2.6)$$

де

$Q_{надх\ з\ прод}$– кількість теплоти, що вноситься у холодильну камеру з продуктом за добу, Вт;

М·– добове надходження продуктів у камеру, кг/добу;

с· – питома теплоємність продукту, кДж/(кг·К);

$t_{надх.\ прод.}$– температура продукту при надходженні, С;

$t_{камери}$– температура камери, С;

0,01157 – коефіцієнт, який використовується для переведення кількості тепла з кДж/добу у Вт (тобто у Дж/с).

Спочатку визначимо різницю температури продукту до та після потрапляння у камеру :

$$\Delta T = (t_{надх.\ прод.} - t_{камери})$$

Різниця температур між температурою продукту, що потрапляє у камеру, та температурою продукту при температурі повітря камери,°С.

$$\Delta T = (t_{надх.\ прод} - t_{камери}) = 18 - 4 = 14°C$$

Підставимо дані у формулу для визначення кількості тепла, що вноситься з продуктом:

$$Q_{\text{надх з прод}} = 320 \cdot 3{,}05 \cdot 14 \cdot 0{,}01157 = 158{,}1 \text{ Вт}$$

Відповідь: Щоб охолодити яблука до температури камери, холодильна установка повинна відводити приблизно 158 Вт теплової енергії за добу. Це додаткове теплове навантаження, яке з'являється лише через щоденне внесення продуктів.

Приклад розв'язання до завдання 4

Двері холодильної камери об'ємом 42 м^3 за добу в середньому відкриваються так, що повітря встигає перемішатися 18 разів. Температура всередині камери –2°С. Щільність теплого повітря поза камерою при 22°С становить ρ=1.2 кг/м$^{3.}$ Теплоутримання повітря: зовні камери 20 кДж/кг, а всередині камери: 0 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей:

Дано: V = 42 м^3; $t_{\text{зовн.}}$ = 22°С; $t_{\text{камери}}$ = –2°С; n = 18 разів/добу; ρ = 1.2 кг/м^3; $i_{\text{поза}}$ = 20 кДж/кг; $i_{\text{вс}}$ = 0 кДж/кг.

Розрахувати: $Q_{\text{відкр}}$.

Рішення

Розрахунок кількості тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей здійснюють за формулою:

$$Q_{\text{відкр}} = V \cdot \rho \cdot n \cdot (i_{\text{поза}} - i_{\text{вс}}) \cdot 0{,}01157 \text{ , (2.7)}$$

де

$Q_{\text{відкр}}$ − кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей, Вт;

V − об'єм холодильної камери, м^3;

$t_{\text{зовн.}}$ − Температура поза камерою,°С;

$t_{\text{камери}}$ − температура всередині камери, °С;

n – кратність повітрообміну, 1/добу;

ρ − щільність повітря при температурі повітря поза камерою, кг/м^3;

$i_{\text{поза}}$ − теплоутримання повітря: зовні камери, кДж/кг;

$i_{\text{вс}}$ − теплоутримання повітря всередині камери, кДж/кг.

Примітка: Об'єм камери V, кратність повітрообміну у камері n, показники зовнішнього та внутрішнього теплоутримання повітря $t_{\text{зовн.}}$та $t_{\text{камери}}$ визначають за спеціальними таблицями та діаграмами. У прикладі використані довідкові значення із таблиць, які у цьому

посібнику не подано. Так наприклад, для визначення щільності повітря нам потрібно було знати температуру поза камерою (22°С), а також, для визначення теплоутримання зовні і всередині камери. Для повітря зовні при 22°С $i_{поза}$ = 20 кДж/кг, для повітря всередині камери при –2°С $i_{вс}$ = 0 кДж/кг.

Звернемо також увагу на кратність повітрообміну n (1/добу). Ми її визначаємо як 18, тому що в умові сказано: «Двері холодильної камери об'ємом 42 $м^3$ за добу в середньому відкриваються так, що повітря встигає перемішатися 18 разів».

Коефіцієнт 0,01157 використовується для переведення кількості тепла з кДж/добу у Вт (тобто у Дж/с).

1. Насамперед визначимо різницю теплоутримань:

$$i_{поза} - i_{вс} = 20 - 0 = 20 \text{ кДж/кг}$$

Отже, кожен кілограм теплого повітря, який заходить у камеру, містить 20 кДж енергії, яку холодильна машина мусить відібрати.

2. Підставимо відомі значення у формулу та обчислимо кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей:

$$Q_{відкр} = V \cdot \rho \cdot n \cdot (i_{поза} - i_{вс}) \cdot 0{,}01157 = 42 \cdot 1{,}2 \cdot 18 \cdot 20 \quad 0{,}01157 = 209{,}96 \text{ Вт}$$

Відповідь: Кількість тепла, що проникає у камеру при відкриванні дверей становить орієнтовно 210 Вт.

Приклад розв'язання до завдання 5

Потрібно заморозити 10 кг ягід від 10°С до –18°С. Питома теплоємність ягід: до замерзання: 3,2 кДж/(кг·°С); після замерзання: 1,7 кДж/(кг·°С); питома теплота замерзання 260 кДж/кг. Визначте кількість тепла, що виділяється при заморожуванні продуктів.

Дано: m = 10 кг; c_1 = 3.2 кДж/(кг·°С); c_2 = 1.7 кДж/(кг·°С); λ = 260 кДж/кг.

Визначити: Q.

Рішення:

Для визначення кількості тепла, що виділяється при заморожуванні продуктів, логічно розділити процес заморожування на три етапи.

Перший етап: охолодження від 10°C до 0°C Агрегатний стан тіла в цей час − рідкий. Кількість теплоти (Q_1) будемо визначати через теплоємність.

Другий етап: замерзання продукту при 0°C. Тіло змінює агрегатний стан. Відбувається перехід фаз із рідини в лід. Температура не змінюється, але потрібно відвести багато теплоти − це теплота фазового переходу (Q_2).

Третій етап: заморожування від 0°C до –18°C. Агрегатний стан тіла − твердий. Під час продовження охолодження льоду знову діє теплоємність, але інша, бо теплоємність льоду менша, ніж води (Q_3).

Тобто, кількість теплоти нам потрібно буде розрахувати для окремих етапів, а потім їх сумувати:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3$$

1. Визначимо теплоту, яку потрібно забрати, щоб охолодити ягоди до температури замерзання від 10°C до 0°C.

$$Q_1 = m \cdot c_1 \cdot \Delta T, \quad (2.8)$$

де

m – маса, кг;

c_1 – теплоємність рідких ягід кДж/(кг· °C);

ΔT – зміна температури,°C.

Для першого етапу зміна температури $\Delta T = 10 – 0 = 10$°C, тому

$$Q_1 = 10 \cdot 3.2 \cdot 10 = 320 \text{ кДж}$$

2. Розрахуємо енергію, яку потрібно відвести, щоб перетворити воду всередині ягід на лід. Температура при цьому не змінюється і складає 0°C.

$$Q_2 = m \cdot \lambda , \quad (2.9)$$

де

m – маса, кг;

λ питома теплота замерзання, кДж/кг;

$$Q_2 = 10 \cdot 260 = 2600 \text{ кДж}$$

3. Визначимо теплоту, яку потрібно забрати, щоб охолодити утворений лід у ягодах від 0°C до –18°C. Знов використаємо теплоємність льоду.

$$Q_3 = m \cdot c_2 \cdot \Delta T$$

Зміна температур на третьому етапі складає:

$$\Delta T = 0 - (-18) = 18°C$$

Тоді кількість теплоти становитиме:

$$Q_3 = 10 \cdot 1.7 \cdot 18 = 306 \text{ кДж}$$

4. Отже**,** кількості тепла, що виділяється при заморожуванні ягід визначимо як:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 320 + 2600 + 306 = 3226 \text{ кДж}$$

Відповідь: 3226 кДж тепла потрібно відвести, щоб повністю заморозити 10 кг ягід від 10°C до –18°C.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ У НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

1. Організація підготовчого етапу занять

Перед початком роботи ознайомте здобувачів освіти з інструкцією з техніки безпеки, призначенням і принципом дії обладнання.

Забезпечте перевірку справності приладів, вузлів, електричних з'єднань та наявності заземлення.

Розподіліть обов'язки між студентами, визначивши відповідальних за окремі етапи експерименту або технологічного процесу.

2. Покрокове ознайомлення з обладнанням

Демонструйте обладнання з використанням наочних матеріалів (схем, плакатів, 3D–моделей, відеоінструкцій).

Пояснюйте принцип дії через візуалізацію руху сировини або енергії в системі (наприклад, шлях пари в пароконвектоматі чи циркуляцію холодоагенту в холодильній установці).

Заохочуйте студентів ставити запитання, формулювати власні гіпотези та пояснювати процеси у термінах технічних характеристик.

3. Використання інноваційних освітніх технологій

Залучайте віртуальні лабораторії або симулятори технологічних процесів для моделювання роботи обладнання, Яке відсутнє у матеріальній базі лабораторії.

Використовуйте кейси та виробничі ситуації, пов'язані з обслуговуванням або несправністю обладнання, щоб формувати навички професійного мислення.

Проводьте міні–проекти (наприклад, створення технологічної карти з описом роботи машини чи оптимізації енерговитрат).

4. Формування професійних компетентностей

Звертайте увагу на розвиток аналітичного мислення – пропонуйте студентам аналізувати технічні параметри, ефективність роботи апаратів, умови їх експлуатації.

Формуйте комунікативні навички – залучайте до групових обговорень, презентацій результатів лабораторних досліджень.

Розвивайте самостійність і відповідальність – через індивідуальні завдання (складання інструкцій, міні–звітів, електронних презентацій).

5. Підведення підсумків лабораторної роботи

Організовуйте рефлексію: запитуйте студентів, що нового вони дізналися, які труднощі виникли та як їх можна подолати.

Проводьте оцінювання компетентностей за чіткими критеріями: рівень розуміння будови обладнання, здатність застосовувати знання на практиці, дотримання правил безпеки, уміння аналізувати результати.

За можливості використовуйте цифрові платформи для тестування або електронні журнали спостережень.

6. Забезпечення безпечних умов праці

Контролюйте дотримання санітарно–гігієнічних вимог і правил експлуатації обладнання.

Наголошуйте на важливості використання засобів індивідуального захисту (рукавички, фартух, головні убори).

Формуйте у здобувачів освіти усвідомлене ставлення до безпеки праці як складової професійної культури майбутнього педагога.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горикін С. Ф., Тітлов О. С. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості: навч. посіб. Львів : Новий світ, 2021. 286 с.
2. Гуць В. С., Коваль О. А., Русавська В. А. Технологічне устаткування готелів, готельних комплексів : підручник. Київ : Ліра–К, 2021. 566 с.
3. Джога О. В., Нещадим Л. М. Оптимізація роботи холодильного устаткування готельно–ресторанних господарств в умовах енергетичної кризи. *Наука і техніка сьогодні.* 2023. № 2 (16). С. 83 – 93.
4. Зачек І. Р. Довідник з фізики. Львів: посібник. Левада, 2022. 204 с.
5. Залюбовський М. Г. Машини та обладнання підприємств : навч. посіб. Київ : Університет «Україна», 2020. 120 с.
6. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв : навч. посіб. Київ : Кафедра, ЦУЛ, 2021. 344 с.
7. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник–практикум / К. О. Самойчук та ін. ТДАТУ. Мелітополь : видавничо–поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.
8. Іщенко Н. В., Джога О. В., Благополучна А. Г. Вплив технологій холодильного зберігання та заморожування на якість продукції у ресторанному господарстві. *Наука і техніка сьогодні.* 2024. № 11(39). С. 273–281.
9. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / К. О. Самойчук та ін. ТДАТУ. Мелітополь : Видавничий будинок «ММД», 2020. 428 с.
10. Самойчук К. О., Олексієнко В. О., Паляничка Н. О., Ялпачик В. Ф. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник. Київ : ПрофКнига, 2021. 372 с.
11. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Холодильне обладнання : підручник. ТОВ Світ книг, 2021. 633 с.
12. Тітлов О. С. Холодильне обладнання підприємства харчової промисловості : навч. посіб. Львів : Новий Світ–2000, 2021. 286 с.

ДОДАТКИ

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФАСТ–ФУДА



Апарат для приготування гарячого шоколаду



Апарат для корн–догів (сосиска в тісті)



Апарати для попкорну



Млинниці та блинні апарати



Апарати для виробництва цукрової вати



Вапогрилі



Апарат для шаурми



Вафельниці



Грилі для курей



Грилі саламандри (Salamander)



Грилі контактні (прижимні)



Жарильні поверхні



Грилі роликові



Карамелізатори



Шашличниці, барбекю



Кукурудзоварки



Марміти для картоплі фрі



Обладнання для спіральних картопляних чіпсів



Мікрохвильові печі



Апарати для пончиків



Настільні вітрини теплові



Апарати для хот–догів



Обладнання для конопіци



Тостери



Шоколадні та винні фонтани



Чебуречниці та сосисковарки



Фритюрниці



Електрокип’ятильники

Навчальне видання

ТЕПЛОВЕ ТА ХОЛОДИЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Навчально–методичний посібник
для самостійної роботи студентів

Укладачі: Н. В. Дубова, О. В. Джога

Видається в авторській редакції

Підписано до друку 08.12.2025 Формат 60х84/16.
Папір офсет. Друк цифров. Ум. друк. арк. 9,53
Тираж 300 пр. Зам. № 626 (879)

Видавець і виготівник «Сочінський М. М.»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (04744) 4-64-88, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimdo.com
e-mail: vizavi008@gmail.com