

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

**Х.М. Исаев, А.И. Купреенко,
С.М. Михайличенко, С.Х. Исаев**

**Специализированное
оборудование предприятий
общественного питания**

**РАЗДЕЛ
ТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие
для студентов, обучающихся по направлению 19.03.04 Технология продукции и
организация общественного питания,
профиль Технология продуктов общественного питания, очной и заочной
формы обучения

Брянская область, 2021

УДК 642.5 (076)

ББК 36.99

С 71

Специализированное оборудование предприятий общественного питания. Разд. Тепловое оборудование: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, профиль Технология продуктов общественного питания, очной и заочной формы обучения / Х. М. Исаев, А. И. Купреенко, С. М. Михайличенко, С. Х. Исаев. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 87 с.

В учебно-методическом пособии излагаются принцип работы, конструкции и эксплуатация, автоматического управления, теплового оборудования предприятий общественного питания, соответствующем программе подготовки бакалавров по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, профиль Технология продуктов общественного питания.

Учебно-методическое пособие направлено на формирование у бакалавров знаний современных технических систем в общественном питании отечественных и зарубежных производителей, особенностей расчета и эксплуатации, а также умений осуществлять его профессиональную эксплуатацию с поддержанием оптимальных режимов.

Рецензент:

А.И. Куличенко – к.т.н., доцент кафедры Технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №3 от 25 октября 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Исаев Х.М., 2021

© Купреенко А.И., 2021

© Михайличенко С.М., 2021

© Исаев С.Х., 2021

Содержание

Раздел 1	Общие сведения о тепловых аппаратах предприятий общественного питания	4
1	Характеристика процесса тепловой обработки продуктов	4
2	Классификация тепловых аппаратов	6
3	Основные показатели работы тепловых аппаратов	8
4	Основные направления развития тепловых аппаратов	10
Раздел 2	Теплогенерирующие устройства	11
1	Теплогенерирующие устройства, использующие тепло насыщенного водяного пара	11
2	2.методика расчета поверхности нагрева пароварочных аппаратов	12
Раздел 3	Теплогенерирующие устройства, преобразующие электрическую энергию в тепловую	16
1	Электротепловое оборудование	16
2	Типы электронагревательных элементов и материалы, используемые для их изготовления	16
3	Расчет электронагревательных элементов	22
4	Расчет тепловой изоляции	28
Раздел 4	Пищеварочные аппараты	32
1	Пищеварочные котлы и автоклавы	32
2	Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы пищеварочных котлов и автоклавов	34
3	Кофеварки	39
4	Сосисковарки	45
5	Варочные аппараты непрерывного действия	46
Раздел 5	Аппараты для жарки и выпечки	46
1	Сковороды	47

2	Фритюрницы	49
3	Жарочные аппараты непрерывного действия	50
4	Жарочные и пекарские шкафы	52
5	Грили, тостеры и шашлычные печи	55
6	Пароконвектоматы	56
Раздел 6	Кипятильники	62
1	Кипятильники периодического действия	62
2	Кипятильники непрерывного действия	63
3	Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы кипятников непрерывного действия	64
Раздел 7	Плиты	67
1	Электрические плиты	68
2	Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы плит	71
Раздел 8	Вспомогательное тепловое оборудование	74
1	Аппараты для поддержания пищи в горячем состоянии	74
	Список литературы	86

Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВЫХ АППАРАТАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ

Технологический процесс приготовления пищи представляет собой совокупность операций, посредством которых сырье превращается в готовый продукт.

Одной из основных операций технологического процесса приготовления пищи является тепловая обработка продуктов.

Основные приемы тепловой обработки продуктов - варка и жарка. Кроме того, различают несколько разновидностей этих приемов. Для всех разновидностей варки (варка в воде, бульоне, молоке, припускание, тушение и т. д.) характерным признаком является температура среды, в которой находится продукт - 100 °С.

Особенностью варочных процессов является быстрое доведение жидкой среды до температуры кипения и последующее выдерживание продукта в кипящей жидкости до состояния готовности.

Жаренье продукта производится без добавления воды при температурах, обеспечивающих появление на его поверхности специфической корочки. В кулинарной практике используют несколько видов жарки. Жаренье основным способом производят в неглубокой посуде (противень, сковорода) с добавлением небольшого количества жира (5-10% от веса продукта), который предварительно разогревают до 150-190 °С.

При жаренье во фритюре продукт погружают полностью в предварительно разогретый до 150-190 °С жир, причем соотношение жира и продукта должно составлять не менее 4:1.

Разновидностью жаренья является также тепловая обработка продуктов в замкнутых камерах, воздух в которых предварительно разогревается до

температуры 250 - 350°C. Если в замкнутых камерах находится источник интенсивного лучеиспускания (источники инфракрасного излучения), то жарку в них производят на вертеле или решетке. В первом случае продукт надевают на металлический стержень, во втором - укладывают на предварительно раскаленную и смазанную жиром решетку (рашпер, гриль).

В процессе тепловой обработки тепло от греющей среды к нагреваемому продукту передается теплопроводностью, конвекцией и лучеиспусканием. Причем в зависимости от вида тепловой обработки передача тепла осуществляется тем или иным способом либо несколькими способами одновременно. Так, при варке в жидкой среде или жарке во фритюре тепло передается продукту за счет конвекции, при жарке основным способом - теплопроводностью, при тепловой обработке продукта в замкнутых камерах (жарочные и пекарские шкафы) - в основном за счет лучеиспускания от нагретых стенок камеры, а также теплопроводностью от дна посуды и конвекцией от нагретого воздуха камеры.

Во всех случаях имеет место поверхностный нагрев продукта; внутрь тепло передается за счет теплопроводности самого продукта.

В связи с тем, что пищевые продукты являются плохими проводниками тепла, тепловая обработка их требует определенного времени, которое зависит от размеров продукта и его физических свойств, главным образом коэффициента теплопроводности.

Принципиально иным способом тепловой обработки продукта является обработка его в электромагнитном поле высокой частоты. В этом случае происходит не поверхностный обогрев, а прогрев продукта одновременно по всему объему.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ

Тепловыми называются аппараты, предназначенные для тепловой обработки продуктов.

Тепловые аппараты можно классифицировать по ряду обобщающих признаков: источникам тепла (видам энергоносителей); способу обогрева; технологическому назначению, принципу работы; степени автоматизации.

В зависимости от источника тепла тепловую аппаратуру подразделяют на: твердотопливную, жидкотопливную, газовую, паровую и электрическую.

По способу обогрева различают контактные тепловые аппараты, а также аппараты с непосредственным и косвенным обогревом.

В контактных тепловых аппаратах нагрев обрабатываемого продукта происходит путем непосредственного соприкосновения с теплоносителем.

В аппаратах с непосредственным обогревом теплообмен между греющей средой и термически обрабатываемым продуктом происходит через разделительную стенку, поверхность которой является активной поверхностью нагрева. К аппаратам с непосредственным обогревом относятся плиты, кипятильники, пищеварочные котлы с непосредственным обогревом и т. п.

В тепловых аппаратах с косвенным обогревом теплообмен между греющей средой и термически обрабатываемым продуктом происходит через промежуточную среду. В предприятиях общественного питания применяются пищеварочные котлы, у которых в качестве промежуточного теплоносителя используется водяной пар, а также жаровни с высокотемпературными промежуточными теплоносителями.

По технологическому назначению тепловую аппаратуру подразделяют на универсальную (плиты) и специализированную; последняя в свою очередь делится на варочную (котлы, автоклавы, вакуум-аппараты), жарочную (сковороды, фритюрницы, жарочные шкафы) и подсобную (мармиты, тепловые стойки, термосы).

Варочная аппаратура может работать при атмосферном или близком к атмосферному давлению (пищеварочные котлы), а также при повышенном (автоклавы) и пониженном (вакуум-аппараты) давлении.

По принципу работы тепловые аппараты подразделяют на аппараты непрерывного и периодического действия.

К аппаратам непрерывного действия относятся кипятильники непрерывного действия, аппарат для выпечки блинной ленты, жарочная машина и т. п.

У аппаратов периодического действия продукт вначале загружается, затем подвергается тепловой обработке и только после окончания ее разгружается. Режим работы таких аппаратов меняется во времени.

К аппаратам периодического действия относятся пищеварочные котлы, жарочные шкафы и т. п.

Аппараты для тепловой обработки продуктов должны удовлетворять требованиям технологии приготовления пищи, обеспечивать тепловую обработку продуктов при минимальной затрате энергии, обладать высокой износоустойчивостью и по возможности легко разбираться; последнее облегчает и ускоряет их ремонт и создает условия для нормальной эксплуатации оборудования.

Конструкции отдельных узлов и деталей должны быть технологичными в изготовлении. Кроме того, тепловые аппараты для предприятий общественного питания должны отвечать требованиям техники безопасности и производственной санитарии.

3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ

К основным эксплуатационным и теплотехническим показателям работы тепловых аппаратов относятся: коэффициент использования теплового аппарата, время разогрева аппарата (для аппаратов периодического действия), производительность (для аппаратов непрерывного действия), К.П.Д., удельный расход тепла.

Коэффициентом использования теплового аппарата непрерывного

действия φ называется отношение времени работы аппарата $\tau_{\text{раб}}$ к продолжительности работы цеха, где установлен аппарат τ :

$$\varphi = \frac{\tau_{\text{раб}}}{\tau} \quad (1.1)$$

Коэффициентом использования теплового аппарата периодического действия φ называется отношение суммы произведений количества циклов n_i на их продолжительность τ_i к продолжительности работы цеха, где установлен аппарат:

$$\varphi = \frac{\sum_i^n n_i \tau_i}{\tau} \quad (1.2)$$

При этом за время одного цикла τ_i принимается время, необходимое на загрузку продуктов, их тепловую обработку, разгрузку готовых изделий и мойку аппарата.

Чем больше коэффициент использования аппарата, тем лучше организован производственный процесс на предприятии и тем эффективнее используется аппарат.

Одной из основных характеристик аппаратов непрерывного действия является их производительность, т.е. количество готовых изделий, получаемых в единицу времени, обычно в течение часа. Производительность может выражаться в весовых (кг/час) или объемных ($\text{м}^3/\text{час}$) единицах либо в штуках (шт/час).

Для аппаратов периодического действия важной характеристикой является время разогрева аппарата $\tau_{\text{раз}}$, т.е. время выхода аппарата на стационарный режим работы. Стационарным называется такой режим работы, при котором температура отдельных элементов аппарата не меняется во времени. Чем меньше время разогрева аппарата, тем лучше его эксплуатационные показатели. Коэффициент полезного действия (К.П.Д.) является основной теплотехнической характеристикой для любого теплового аппарата. К.П.Д.

теплового аппарата - это отношение полезно используемого тепла Q_1 ко всему затраченному $Q_{зат}$. К.П.Д. определяется по формуле

$$\varphi = \frac{Q_1}{Q_{зат}} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Для характеристики работы тепловых аппаратов большое значение имеет определение удельных расходов тепла. Удельным расходом тепла q называется количество тепла, израсходованное на единицу готовой продукции или сырья:

$$q = \frac{Q_{зат}}{M}, \text{ кДж/кг}, \quad (1.4)$$

где M – масса готовых изделий или сырья, кг.

Чем меньше удельные расходы тепла, тем лучше теплотехнические и эксплуатационные показатели работы аппарата.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ

В развитии оборудования предприятий общественного питания наметились следующие тенденции:

1. Переход от механизации отдельных операций к комплексной механизации всего технологического процесса, что в свою очередь обуславливает переход от создания машин и аппаратов периодического действия к созданию машин и аппаратов непрерывного действия.

2. Автоматизация машин и аппаратов.

3. Специализация машин и аппаратов с целью увеличения их К.П.Д., повышения производительности и облегчения условий обслуживания.

4. Типизация и стандартизация оборудования и связанная с ними унификация узлов и механизмов различных машин и аппаратов.

5. Создание тепловых инфракрасных и высокочастотных аппаратов.

6. Робототизация тепловых аппаратов.

Раздел 2. ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Теплогенерирующие устройства предназначены для превращения химической энергии топлива или электрической энергии в тепловую, а также для получения тепла при изменении агрегатного состояния энергоносителя (паровой обогрев).

Поскольку конструкция их в основном определяется не технологическим назначением теплового аппарата, а видом используемого энергоносителя, теплогенерирующие устройства рассматриваются по видам энергоносителей.

1. ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ТЕПЛО НАСЫЩЕННОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Насыщенный пар имеет высокий коэффициент теплоотдачи при конденсации, поэтому широко применяется в качестве теплоносителя в теплообменных аппаратах, в том числе и тепловых аппаратах предприятий общественного питания. Помимо высокого коэффициента теплоотдачи, водяной пар в качестве теплоносителя обладает и рядом других преимуществ по сравнению с рассмотренными ранее источниками теплоснабжения. К ним относятся: равномерность обогрева, легкая регулировка температуры пара путем изменения его давления, перенос значительного количества тепла одним кг пара, хорошая транспортировка по трубам.

К.П.Д. у пароварочных аппаратов выше, чем у аппаратов, использующих другие виды обогрева. Кроме того, при использовании пароварочных аппаратов создаются хорошие гигиенические условия работы.

К недостаткам тепловых аппаратов на паровом обогреве следует отнести необходимость установки парогенераторов (паровых котлов) для выработки пара, а также невозможность использования паровых аппаратов для проведения процессов жарки и выпечки.

Для осуществления процесса жарки аппараты должны обогреваться паром высокого давления. Так, для получения температуры водяного пара

порядка 200°С давление должно составлять 1555 кН/м² (15,4 атм), что для аппаратов предприятий общественного питания неприемлемо.

В паровых аппаратах различают обогрев через разделительную стенку (глухой обогрев) и за счет непосредственного контакта греющего пара с продуктом (обогрев острым паром). При глухом обогреве устройство для использования тепла насыщенного водяного пара состоит из подводящего паропровода, греющей камеры и конденсатопровода. При этом греющая камера может быть выполнена в виде паровой рубашки или трубчатого парового нагревателя любой формы.

При обогреве острым паром греющая камера совмещена с рабочей камерой пароварочного аппарата.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА ПАРОВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ

Как уже отмечалось, при глухом обогреве греющая камера может быть выполнена в виде паровой рубашки (пищеварочные котлы, автоклавы, вакуум-аппараты и т. п.) и трубчатых нагревательных элементов (кипятильники, водонагреватели, пароварочные шкафы с паровым парогенератором).

Тепловой расчет греющих камер пароварочных аппаратов позволяет определять поверхности нагрева для проведения технологического процесса либо проверять существующую греющую камеру (существующую поверхность нагрева) для проведения того или иного технологического процесса. Первая задача решается при создании новых аппаратов (конструктивный расчет), вторая - при проверке работы существующих аппаратов (поверочный расчет).

Поверхность нагрева определяется по формуле

$$F = \frac{Q_n}{K\Delta t_{cp}}, \text{ м}^2, \quad (2.1)$$

где Q_n - количество тепла, передаваемое поверхностью нагрева, кВт (кДж/сек);

Δt_{cp} - среднелогарифмическая разность температур, град.;

K - коэффициент теплопередачи от пара к нагреваемой среде.

Для аппаратов периодического действия определяется как среднелогарифмическая по времени разность температур, а для аппаратов непрерывного действия - как среднелогарифмический температурный напор, т. е. как среднелогарифмическая разность температур по высоте (длине) греющей камеры аппарата:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_k - t_n}{2,3 \lg \frac{t_s - t_n}{t_s - t_k}} \quad (2.2)$$

где t_s – температура насыщения греющего пара, °С;

t_n, t_k – соответственно начальная и конечная температура нагреваемой среды, °С.

Коэффициент теплопередачи от пара к нагреваемой среде для плоской стенки определяется по формуле

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град} \quad (2.3)$$

где α_1 - коэффициент теплоотдачи от конденсирующего пара поверхности нагрева, Вт/м²·град;

δ - толщина теплопередающей стенки, м;

λ - коэффициент теплопроводности материала теплопередающей стенки Вт/м² град;

α_2 - коэффициент теплоотдачи от поверхности нагрева к нагреваемой среде, Вт/м² град.

Величиной $\frac{\delta}{\lambda}$ из-за малого ее значения можно пренебречь.

В самом деле, поверхность нагрева (металлическая стенка варочного котла, стальная труба трубчатого нагревателя) выполнена из металла толщиной 1 - 3 мм (0,001 - 0,003 м), а коэффициент теплопроводности металла величина большая; так, для стали $\lambda = 45,4$ Вт/м·град (39 ккал/м час·град).

Тогда формула для определения коэффициента теплопередачи для плоской стенки приобретет вид

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} \text{ м}^2 \cdot \text{град} \quad (2.4)$$

Значение коэффициента теплоотдачи α_1 от пара к поверхности нагрева определяется по следующим формулам: для вертикальной стенки:

$$\alpha_1 = 0,945 \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 r}{H \mu (t_s - t_{ст})}} = \frac{0,945A}{\sqrt[4]{H(t_s - t_{ст})}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}, \quad (2.5)$$

Для горизонтальной трубы

$$\alpha_1 = 0,724 \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 r}{d \mu (t_s - t_{ст})}} = \frac{0,724A}{\sqrt[4]{d(t_s - t_{ст})}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}, \quad (2.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности конденсатной пленки, Вт/м·град;

μ - коэффициент динамической вязкости конденсатной пленки, Н·сек/м²,

ρ - плотность конденсатной пленки, кг/м³;

r - полная теплота парообразования, Дж/кг;

t_s - температура насыщения пара, °С;

$t_{ст}$ - температура стенки, °С;

H - высота вертикальной стенки, м;

d - диаметр горизонтальной трубы, м.

Физические параметры конденсатной пленки λ , μ , ρ берутся из теплофизических справочников для воды при температуре конденсатной пленки $t_{пл}^{ср}$, которая определяется по формуле :

$$t_{\text{пл}}^{\text{ср}} = \frac{t_s + t_{\text{ст}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.7)$$

В этих формулах $A = \frac{\lambda^3 \rho^2 r}{\mu}$ и зависит от температуры пленки $t_{\text{пл}}$.

Для водяного пара при давлении до 2,5 Мн/м² (25 ат) с достаточной для практических целей точностью A может быть подсчитана по следующей формуле:

$$A = 6400 = 75t_{\text{пл}} - 0,23t_{\text{пл}}^2, \quad (2.8)$$

Температурой стенки $t_{\text{ст}}$ задаются, принимая ее на 3–15^oC ниже температуры насыщения пара.

Значение коэффициента в случае нагревания воды определяется по формулам:

при движении воды по аппарату за счет свободной конвекции (пищеварочные котлы, автоклавы, вакуум-аппараты, кипятильники, мармиты, парогенераторы пароварочных шкафов):

$$\alpha_2 = (104,7 + 11,6t^{0,75})^3 \sqrt{t_{\text{ст}} - t_2^{\text{ср}}} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}, \quad (2.9)$$

при вынужденном ламинарном течении воды и вертикальном расположении нагревателя:

$$\alpha_2 = (93 + 0,7t + 0,017t^2) \frac{W^2}{d_{\text{экв}}^{0,5}}, \quad (2.10)$$

при горизонтальном расположении нагревателя в формулу вводится коэффициент 0,8.

В этих формулах:

t - средняя температура между температурой стенки и средней температурой воды $t_2^{\text{ср}}$:

$$t = \frac{t_{\text{ст}} + t_2^{\text{ср}}}{2} \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.11)$$

где t_2^{cp} – средняя температура воды: $t_2^{\text{cp}} = t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{cp}}$, °С;

W – скорость движения воды, м/сек;

$d_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный диаметр, в случае круглого сечения $d = d_{\text{ЭКВ}}$, для прямоугольного сечения $d_{\text{ЭКВ}} = \frac{2ab}{a+b}$, где a и b – стороны прямоугольника, м.

Раздел 3. ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ В ТЕПЛОВУЮ

1. ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Тепловое оборудование с электрическим обогревом имеет ряд преимуществ по сравнению с твердотопливным и газовым. Применение электрообогрева повышает производительность труда, позволяет автоматически регулировать тепловые режимы работы аппаратов в широких пределах, обеспечивает равномерное распределение тепла по поверхности.

Тепловые аппараты с электрообогревом обеспечивают хорошие санитарно-гигиенические условия, менее опасны в пожарном отношении, а их к. п. д. выше, чем у твердотопливного и газового оборудования.

При правильной эксплуатации случаи неисправности электротепловых аппаратов редки, ремонт их несложен и, как правило, сводится к замене перегоревшего электронагревателя или пускорегулирующего прибора новым.

2. ТИПЫ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

В электротепловых аппаратах предприятий общественного питания используется тепловое действие тока при прохождении по активному сопротивлению металлов и электролита. Практическое значение начинает приобретать также нагрев пищевых продуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты.

Электронагревательные элементы служат для преобразования электрической энергии в тепловую и являются основной частью электротеплового аппарата.

В нагревательных элементах тепловых аппаратов предприятий общественного питания используются только металлические и жидкостные сопротивления, причем наиболее широкое распространение получили металлические сопротивления. Жидкостные же сопротивления применяются только в некоторых тепловых аппаратах, предназначенных для процессов варки.

Электронагреватели с металлическим сопротивлением по конструктивному оформлению подразделяются на открытые, закрытые и герметически закрытые.

Материалы, используемые для изготовления электронагревательных элементов с металлическим сопротивлением, должны обладать высоким удельным сопротивлением и выдерживать длительную работу при высокой температуре. Для изготовления металлических нагревательных элементов применяют специальные сплавы типа нихрома и фехралья. Нихромы - это сплавы, приемлемые для работы при температурах нагревательного элемента до 1100 - 1150 °С.

Стойкость нихромов при высокой температуре объясняется, в частности, близкими значениями температурных коэффициентов линейного расширения сплава и его оксидных пленок. Поэтому последние не растрескиваются и не отскакивают от проволоки при ее нагревании. Однако при резких изменениях температуры в результате частого включения и выключения аппаратов защитные пленки растрескиваются, кислород проникает в трещины, что приводит к окислению сплава.

Фехраль - более дешевый сплав, однако при высоких температурах он теряет механическую прочность, поэтому для тонких проволок диаметром меньше 0,001 м рациональнее применять нихром.

Для компактности нагревательного элемента проволоке придают форму спирали.

Для безопасности работы и увеличения срока службы спирали заделывают в специальную электроизоляцию, обладающую, помимо высоких электроизоляционных качеств, большой механической прочностью и хорошей теплопроводностью. Изоляция не должна содержать веществ, вступающих в химическую реакцию с материалом нагревательных спиралей, а также терять своих свойств при резких колебаниях температур.

В электронагревательных элементах широко применяются такие электроизоляционные материалы, как окись магния (периклаз), кварцевый песок, слюда, керамическая изоляция.

Техническая характеристика основных электроизоляционных материалов приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Изоляционные материалы	Плотность, кг/м ³	Максимальная рабочая температура, °С
Фарфор	2,2-2,5	500-600
Слюда	2,7-2,9	500-800
Шамот	1,8-2,0	1400-1500
Кварцевый песок	0,6-1,4	1400-1500
Окись магния (периклаз)	1,0-1,05	1400-1700
Огнеупорная глина	1,8-2,0	1600-1700

Открытые нагревательные элементы - это спирали из нихрома или фехрала, которые открыто подвешивают на изоляторах из керамики или укладывают в пазы керамических плиток (рис. 3.1, а). Передача тепла от спирали происходит главным образом излучением, а также конвекцией.

Открытые нагреватели просты в изготовлении, обслуживании и ремонте, но имеют ограниченный срок службы из-за быстрого окисления и выхода из строя спирали. К недостаткам их следует отнести также повышенную опасность поражения током, так как их трудно изолировать от металлического

корпуса наплитной посуды. Открытые нагреватели нашли ограниченное применение в предприятиях общественного питания (тостеры и др.).

Закрытые нагревательные элементы представляют собой спирали, запрессованные в электроизоляционную массу (шамот с глиной, периклаз и др.) и помещенные в защитный кожух (рис. 3.1, б). Таким образом, они защищены от механических повреждений, но не изолированы от доступа воздуха. Передача тепла в закрытых нагревательных элементах осуществляется в основном теплопроводностью. Они более долговечны, чем открытые электронагреватели.

Закрытые нагревательные элементы применяются в конфорках электрических плит, кофеварках, сосисковарках и т. д.

Герметически закрытые трубчатые электронагревательные элементы представляют собой спираль, помещенную в металлическую или стеклянную трубку.

Герметически закрытые нагреватели с металлической трубкой называют ТЭНами (трубчатые электронагреватели). Трубки для ТЭНов применяют из стали, латуни и меди. Наибольшее распространение в нашей стране получили ТЭНы из стали марки Ст. 10 диаметром 13,5 и толщиной стенок 1-1,5 мм.

ТЭНы, используемые в качестве излучателей инфракрасной энергии, изготавливают из тонкостенных жароупорных трубок, допускающих на внешней поверхности стенки температуру до 750 °С.

Ниже приведены предельные допустимые температуры (в °С) на поверхности ТЭНов в зависимости от металла трубки.

Конструкционная сталь	400-550
Латунь	400
Жаропрочная нержавеющая сталь	550-600
Хромоникелевая сталь	700-850

Все ТЭНы имеют принципиально одинаковую конструкцию (рис. 3.1, в). В цельнотянутой металлической трубке концентрично размещается спираль из

нихромовой проволоки. Пространство между корпусом и спиралью заполнено мелким кристаллическим порошком периклаза. Концы спиралей укрепляются на контактных шпильках, которые для подключения ТЭНов к электрической сети, выводятся из трубки через изоляционные керамические втулки или фарфоровые пробки. Герметизация между трубкой, шпильками и изолятором осуществляется специальным термостойким лаком.

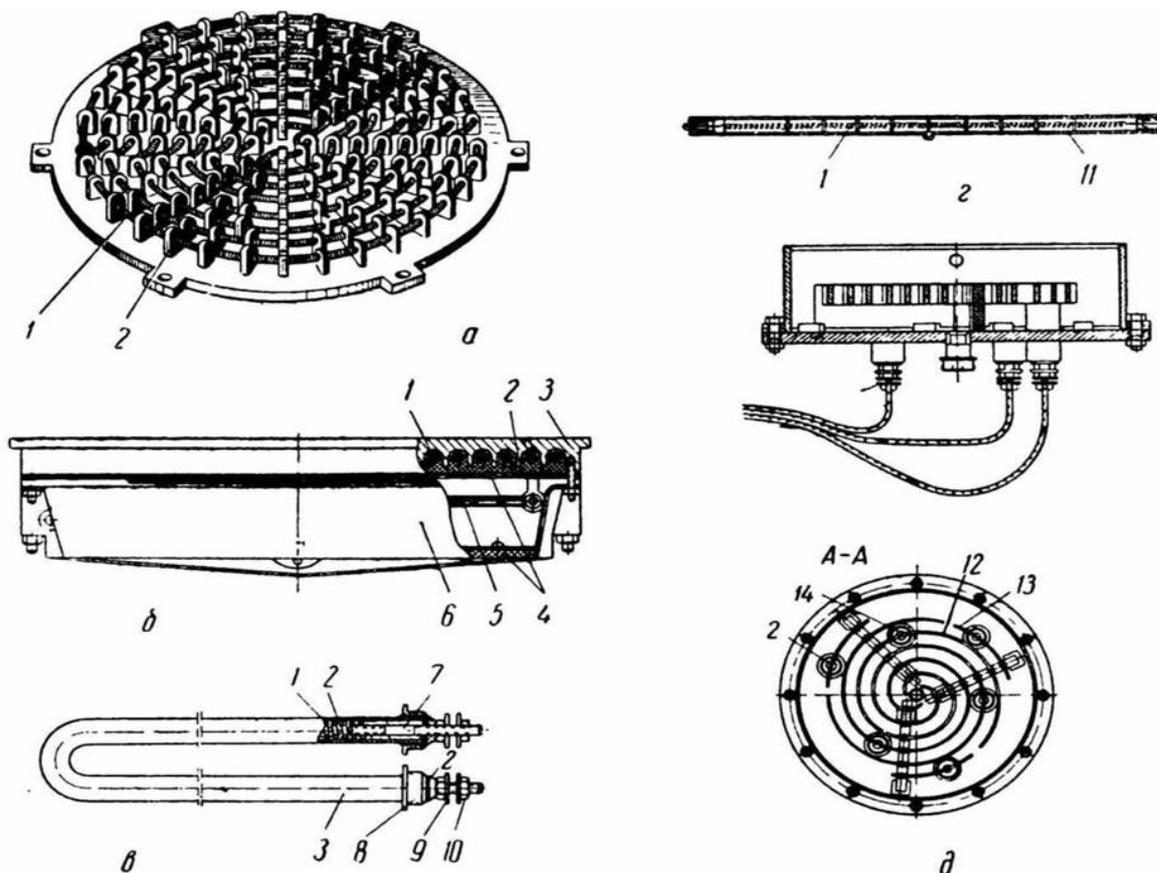


Рис. 3.1. Электрические нагревательные элементы: а - открытый; б - закрытый; в - трубчатый герметический; г - лампа инфракрасного излучения; д - электродный.

1 - нагревательная спираль; 2 - электроизоляция; 3 - корпус; 4 - теплоизоляция; 5 - соединительная шина; 6 - кожух; 7 - контактный стержень; 8 - фарфоровая втулка; 9 - шайба; 10 - гайка; 11 - кварцевая трубка; 12 - основной электрод; 13 - вспомогательный электрод; 14 - стержень-держатель

При изготовлении ТЭНов в трубку помещают спираль и засыпают сверху мелким кристаллическим порошком периклаза. По мере заполнения трубки изоляционным материалом, вынимают трубку, центрирующую спираль. Уплотнение периклаза достигается вибрацией. С целью большего его уплотнения производят опрессовку трубки с уменьшением ее диаметра на 20%. При этом происходит некоторое удлинение трубки (примерно на 15%). Теплопроводность и электроизоляционные свойства уплотненного периклаза повышаются. В зависимости от назначения и места установки ТЭНам придают различную форму, изгибая их после опрессовки.

ТЭНы, выпускаемые для аппаратов предприятий общественного питания, в основном рассчитаны на напряжение 220 В. Мощность их колеблется от нескольких сот ватт до нескольких киловатт. Устанавливают ТЭНы индивидуально и блоками в жидкой или воздушной среде, а также заливают в металл.

Монтаж ТЭНов, работающих в жидкой среде, производят таким образом, чтобы активная часть нагревателя полностью находилась в жидкости.

ТЭНы рассчитаны на работу только в определенных условиях. Работа тэнов в воздушной среде вместо жидкой приводит к быстрому их выходу из строя вследствие уменьшения теплоотдачи и чрезмерного повышения температуры спирали.

Допустимая удельная мощность на поверхности трубок ТЭНов и проволоке в зависимости от условий работы приведена в табл. 3.2.

Выпускаются герметически закрытые электронагреватели и с трубкой из кварцевого стекла, внутри которой находится спираль из вольфрама или нихрома. Такие нагреватели используются для нагревания пищевых продуктов инфракрасными лучами. Длина волны лучистой энергии зависит от температуры излучателя. Обычно для приготовления кулинарных изделий применяют инфракрасные лучи с длиной волны 0,76-3 мк.

Таблица 3.2

Способы нагрева среды	Допустимая удельная нагрузка, Вт/м ²	
	на поверхности нихромовой проволоки спирали $\omega_{\text{п}}$	на поверхности трубки (наполнитель периклаз) $\omega_{\text{т}}$
Нагрев воздуха в спокойном состоянии	$5 \cdot 10^4$	$1,2-1,8 \cdot 10^4$
Нагрев воздуха в движении	$10 \cdot 10^4$	$5,0-6,0 \cdot 10^4$
Нагрев масла в спокойном состоянии	$8 \cdot 10^4$	$2,5-3,0 \cdot 10^4$
Нагрев воды до кипения (и кипение воды)	$18 \cdot 10^4$	$8,0-10,0 \cdot 10^4$
Нагрев ТЭНами, залитыми в металл (для воздушной среды)	$8 \cdot 10^4$	$3,0-4,0 \cdot 10^4$

3. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Для расчета нагревательного элемента необходимо знать его мощность, рабочую температуру и среду, в которой он будет работать. Мощность аппарата задается или находится из теплового расчета, для чего составляется тепловой баланс:

$$Q = Q_1 + Q_5 + Q_6, \text{ Дж},$$

где Q - тепло, подводимое к аппарату электронагревателем, Дж;

Q_1 - тепло, затрачиваемое на нагрев продукта и испарение влаги, Дж;

Q_5 - потери тепла в окружающую среду, Дж;

Q_6 - потери тепла на нагрев конструкций, Дж.

По найденному количеству тепла определяется потребная мощность аппарата:

$$P = \frac{Q}{\tau} \text{ Вт}, \quad (3.1)$$

где Q - тепло, подводимое к аппарату нагревателем, Дж;

τ - время, необходимое для нагревания продукта, сек.

Мощность одного элемента электронагревателя $P_э$, определяется из полной мощности аппарата P и количества элементов (секций):

$$P_э = \frac{P}{n}, \quad (3.2)$$

Количество секций определяется назначением аппарата и схемой регулирования нагрева. Напряжение большинства электротепловых аппаратов принимается равным 220 В. При напряжении сети 380 В однофазные токоприемники подключают к линейному и нулевому проводам, а при напряжении сети 220 В - к двум линейным. В трехфазных токоприемниках при напряжении сети 380 В нагреватели соединяют в звезду, при напряжении 220 В - в треугольник.

При расчете важно правильно выбрать диаметр проволоки. Если завысить диаметр, потребуется большая длина проволоки, что вызовет перерасход дорогостоящего материала и увеличение габаритов нагревателя, если занижить - спираль быстро перегорит.

Расчет электронагревательных элементов открытого типа

Расчет можно произвести методом удельной поверхностной нагрузки проволоки при заданной удельной нагрузке для данного типа аппарата.

В табл. 3.3 приведены величины рекомендуемых удельных нагрузок некоторых электротепловых аппаратов.

Удельная нагрузка на проволоке спирали определяется по формуле

$$\omega = \frac{P}{S} = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot l}, \text{ Вт/м}^2 \quad (3.3)$$

где P – мощность одного нагревательного элемента, Вт;

S – площадь поверхности;

d – диаметр;

l – длина, м.

Таблица 3.3

Тип аппарата или конфорки	Мощность, Вт		Диаметр проволоки, мм	Длина проволоки, м	Удельная поверхностная нагрузка, ω_p , Вт/м ²	Температура, °С			К.П.Д., %
	Всего аппарата, P	Одной спирали, P_3				нихрома	рабочей поверхности	перепад температур	
Электроконфорка плиты	4500	1125	$0,7 \cdot 10^{-3}$	13,7	$3,76 \cdot 10^{-4}$	650	445	195	60
-//-	3500	875	$0,6 \cdot 10^{-3}$	12,5	$3,3 \cdot 10^{-4}$	550	350	200	60
-//-	2500	625	$0,5 \cdot 10^{-3}$	12,5	$3,19 \cdot 10^{-4}$	530	335	195	60
Электросковорода	5000	2500	$1,0 \cdot 10^{-3}$	15,0	$5,32 \cdot 10^{-4}$	705	370	335	45
Электрокофеварка	1300	650	$0,4 \cdot 10^{-3}$	7,8	$5,2 \cdot 10^{-4}$	635	110	525	80

Сопротивление проволоки находим по формуле

$$R = \frac{U^2}{P_3} = \rho \frac{l}{S}, \quad (3.4)$$

где P – удельное сопротивление проволоки при рабочей температуре, которое определяем по формуле

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(t - 20)], \text{ Ом}\cdot\text{м}, \quad (3.5)$$

где ρ_{20} - удельное сопротивление проволоки при 20°С (можно принять равным $1, \cdot 10^{-6}$ Ом·м);

α - температурный коэффициент сопротивления (можно принять равным 0,0002 град⁻¹);

l - длина проволоки, м;

S - площадь поперечного сечения проволоки, м².

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ м}; \quad R = \frac{U^2}{P} = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}}.$$

Поскольку $l = \frac{P_3}{\pi d \omega_n}$ (из формулы удельной мощности), получим

$$\frac{U^2}{P} = \frac{\rho P_3}{\frac{\pi d^2}{4} \pi d \omega_n},$$

$$\text{откуда} \quad d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \rho \cdot P_3^2}{\pi^2 \cdot \omega_n \cdot U^2}}, \text{ м} \quad (3.6)$$

Величину диаметра проволоки округляем до ближайшей из выпускаемых промышленностью.

Длину проволоки находим из формулы сопротивления

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{U^2 \pi \cdot d_1^2}{4 \cdot P \cdot S} = \frac{U^2 \cdot \pi \cdot d_1^2}{4 \cdot P \rho} \quad (3.7)$$

где d_1 – приятный диаметр проволоки после округления.

Расчет трубчатых электронагревателей (ТЭНов)

Для расчета ТЭНа необходимо принять значения допустимых удельных нагрузок, как на поверхности трубки, так и на поверхности спирали нагревателя, которые приведены в табл. 3.2.

В зависимости от металла, принятого для трубки ТЭНа, предельная температура на ее поверхности должна быть не выше величин, указанных в табл. 3.2.

Основные характеристики ТЭНа определяются расчетным путем по следующим формулам:

1. Длина активной части трубки ТЭНа L_a после опрессовки

$$L_a = \frac{P_3}{\pi \cdot D \cdot W_1}, \text{ м}, \quad (3.8)$$

где D – диаметр трубки ТЭНа, м.

2. Длина активной части ТЭНа L_{ao} до опрессовки

$$L_{ao} = \frac{L_a}{\gamma}, \quad (3.9)$$

где γ - коэффициент удлинения трубки после опрессовки, принимается равным 1,15.

3. Полная длина трубки ТЭНа после опрессовки

$$L_{пол} = L_a + 2L_{п}, \quad (3.10)$$

где $L_{п}$ - длина пассивных концов трубки элемента.

4. Потребляемый элементом ток

$$I_э = \frac{P_э}{U}, \text{ А}, \quad (3.11)$$

5. Сопротивление проволоки ТЭНа r после опрессовки

$$r = \frac{U}{I_э}, \text{ Ом}$$

6. Сопротивление проволоки ТЭНа до опрессовки

$$r_o = r \cdot a_r, \text{ Ом}, \quad (3.12)$$

где a_r - коэффициент изменения сопротивления проволоки в результате опрессовки принимаем равным 1,3.

7. Диаметр сопротивления проволоки ТЭНа

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho \cdot P^2}{r^2 U^2 \omega_{п}}}, \text{ м}, \quad (3.13)$$

где ρ - удельное сопротивление проволоки, для нихрома при температуре 700-900 °С можно принять равным $1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м.

8. Длина проволоки сопротивления ТЭНа

$$l = \frac{0,785 \cdot r_o d_1^2}{\rho}, \text{ м}, \quad (3.14)$$

где d_1 – принятый диаметр проволоки, м.

9. Фактическая удельная нагрузка для проволоки найденных размеров составит

$$\omega_{\text{п}} = \frac{P_{\text{э}}}{S_{\text{п}}} = \frac{P_{\text{э}}}{\pi \cdot d \cdot l}, \text{ Вт/м}^2, \quad (3.15)$$

10. Длина витка проволочной спирали

$$l_{\text{в}} = 1,07 \cdot \pi(d_{\text{ст}} + d_1), \quad (3.16)$$

где 1,07 - коэффициент увеличения диаметра спирали для снятия ее со стержня намотки,

$d_{\text{ст}}$ - диаметр стержня намотки спирали, м.

11. Число витков проволочной спирали

$$n = \frac{l}{l_{\text{в}}}, \quad (3.17)$$

12. Расстояние между витками спирали

$$a = \frac{L_{\text{а}} - n \cdot d}{n}, \quad (3.18)$$

Для обеспечения хорошего отвода тепла от внутренней поверхности спирали необходимо, чтобы расстояние между витками было не менее одного диаметра проволоки.

4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Расчет толщины слоя тепловой изоляции ограждения обогреваемого объема

Ограждение обогреваемого объема с использованием теплоизоляционных материалов представляет многослойную конструкцию, состоящую из наружного защитного покрытия, слоя теплоизоляционного материала и внутреннего защитного покрытия.

Наружное защитное покрытие обогреваемого объема изготавливают из стального оцинкованного листа или стального листа, окрашенного декоративными и защитными лакокрасочными материалами, или стального листа, покрытого слоем ударопрочной пластмассы (металлопласт), или из пластмассы (ударопрочного полистирола). Дорогостоящим, но эффективным является исполнение наружного защитного покрытия из нержавеющей стали.

Толщина стального листа, используемого в конструкции ограждений обогреваемого объема, $\delta_{ст} = 0,5...0,55$ мм. (Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 50$ Вт/(м К)).

Толщина пластмассового покрытия $\delta_{пл} = 1,0...1,5$ мм. Коэффициент теплопроводности пластмассы $\lambda_{пл} = 0,38$ Вт/(м К).

В современном тепловом оборудовании широко используют эффективный теплоизоляционный материал пенополиуретан (ППУ), который имеет коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,026...0,04$ Вт/(м К). Величина коэффициента теплопроводности зависит от технологии его изготовления и компонентов, входящих в его состав. В расчетах целесообразно принимать $\lambda = 0,035$ Вт/(м К).

В некоторых видах теплового оборудования используют пенополистирол (ППС) с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,04...0,05$ Вт/(м К). Внутреннее защитное покрытие охлаждаемого объема изготавливают из стального оцинкованного листа толщиной $\delta_{ст} = 0,5...0,55$ мм, или из алюминия толщиной

$\delta = 0,5...0,8$ мм, или ударопрочного полистирола толщиной $\delta_{пл} = 1,0...1,5$ мм. (Сравнительно редко используется нержавеющая сталь.). Коэффициент теплопроводности алюминия $\lambda_{алюм} = 150$ Вт/(м К).

Минимальная толщина слоя тепловой изоляции в конструкции ограждений обогреваемого объема холодильного оборудования определяется по тепловому балансу потоков теплоты через слой изоляции и теплового потока, отдаваемого ограждениями тепловой камеры в окружающую среду

$$q = \frac{\lambda_{ти}}{\delta_{ти}} \cdot (t_n - t_{вн}), \text{ Вт}, \quad (3.19)$$

$$q = \alpha_n \cdot (t_{нв} - t_n), \text{ Вт}, \quad (3.20)$$

где: $\delta_{ти}$ - толщина слоя тепловой изоляции, м;

$\lambda_{ти}$ - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала, Вт/(м·К);

α_n - коэффициент теплоотдачи от воздуха, окружающего охлаждаемый объем оборудования, к наружной поверхности ограждения, Вт/(м² К);

$t_n, t_{вн}, t_{нв}$ - соответственно, температуры наружной стенки холодильной камеры, внутренней стенки рабочей камеры (температура камеры) и наружного воздуха, °С.

Если пренебречь термическим сопротивлением наружного защитного покрытия, входящего в конструкцию ограждения обогреваемого объема, и внутреннего защитного покрытия панели, то приравняв указанные выше тепловые потоки получим расчетную формулу для определения минимальной толщины слоя тепловой изоляции:

$$\delta_{ти} = \frac{\lambda_{ти}(t_n - t_{вн})}{\alpha_n(t_{нв} - t_n)}, \text{ м} \quad (3.21)$$

В общем случае коэффициент теплоотдачи определяется как сумма лучистой $\alpha_n^л$ и конвективной $\alpha_n^к$ составляющей:

$$\alpha_H = \alpha_H^L + \alpha_H^K;$$

Лучистая составляющая определяется по закону Стефана-Больцмана:

$$\alpha_H^L = \frac{\varepsilon \cdot C_0 \left[\left(\frac{T_{\text{окр}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_H}{100} \right)^4 \right]}{(t_{\text{окр}} - t_H)}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}), \quad (2.22)$$

здесь: C_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела $\cdot C_0 = 5,67$ Вт/(м²К⁴);

ε - относительная степень черноты полного нормального излучения наружной стенки тепловой камеры. Значения ε представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

п/п	Материал наружной стенки ограждения камеры	Относительная степень черноты, ε
1	Оцинкованная листовая сталь	0,276
2	Окрашенная листовая сталь	0,875
3	Нержавеющая сталь	0,43
4	Полистирол ударопрочный	0,6
5	Алюминий	0,055

$t_{\text{окр}}$ - температура наружного воздуха (при расположении сборных камер в помещениях предприятия питания, которое имеет систему кондиционирования воздуха, можно принимать температуру окружающего воздуха $t_{\text{окр}} = 24$ °С и относительную влажность воздуха $\varphi_{\text{окр}} = 60\%$.);

t_H - температура наружной стенки ограждения сборной камеры принимается из условия недопустимости образования конденсата на наружных поверхностях ограждений и может быть рассчитана по формуле:

$$t_H = t_{\text{т.р.}} + 5, \text{ °С}, \quad (3.23)$$

здесь: $t_{\text{т.р.}}$ - температура точки росы окружающего влажного воздуха, °С. Температура точки росы определяется по $i - d$ диаграмме для влажного воздуха в зависимости от температуры и относительной влажности окружающего воздуха.

Для $t_{\text{нар}} = 22^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_{\text{нар}} = 60\%$, $t_{\text{т.р.}} = 14,5^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{окр}}$, $T_{\text{н}}$ - указанные выше температуры в К; ($T = t + 273$).

Конвективная составляющая коэффициента теплоотдачи для вертикальной стенки с достаточной степенью точности может быть вычислена по формуле Нуссельта:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{к}} = 2,56(t_{\text{окр}} - t_{\text{н}})^{0,25}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Для указанных выше значений температур конвективная составляющая коэффициента теплоотдачи постоянна и равна:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{к}} = 2,56(24 - 14,5)^{0,25} = 4,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Общее значение $\alpha_{\text{н}}^{\text{к}}$ для сборных камер из разного материала представлены в таблице 6.

В помещениях с плохой системой вентиляции $\alpha_{\text{н}}$ в зависимости от материала необходимо принять равным значению, приведенному в таблице 5. При установке теплового оборудования в помещениях с хорошей системой вентиляции или кондиционирования воздуха $\alpha_{\text{н}}$ необходимо принять равным удвоенному значению из таблицы 3.5.

Толщина тепловой изоляции в местах стыковки элементов обогреваемого объема (стеновых панелей, дверных проемов и т.д.) должна быть не меньше рассчитанной минимальной толщины.

Таблица 3.5

№ п/п	Материал наружной стенки тепловой камеры	Лучистая составляющая коэф. теплоотдачи, $\alpha_{\text{н}}^{\text{л}}$, Вт/(м ² К)	Общий коэффициент теплоотдачи от окружающего воздуха к внешней стенке камеры, $\alpha_{\text{н}}$ Вт/(м ² К)
1	Оцинкованная листовая сталь	1,55	6,45
2	Окрашенная листовая сталь	4,91	9,81
3	Нержавеющая сталь	2,42	7,32
4	Полистирол ударопрочный	3,37	8,27
5	Алюминий	0,31	5,21

Раздел 4. ПИЩЕВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

К пищеварочным аппаратам относятся пищеварочные котлы, автоклавы, пароварочные аппараты, сосисковарки и кофеварки, аппараты для непрерывной варки картофеля и припускания овощей и т.д. Все они предназначены для выполнения варочных процессов, однако в одних из них варка происходит при атмосферном давлении (опрокидывающиеся пищеварочные котлы, сосисковарки, некоторые виды кофеварок, отдельные типы пароварочных шкафов и т. д.), в других – при повышенном давлении (стационарные пищеварочные котлы, автоклавы, некоторые пароварочные шкафы и т. д.).

1. ПИЩЕВАРОЧНЫЕ КОТЛЫ И АВТОКЛАВЫ

Для варки каш, соусов, овощей, первых блюд и т. д. в предприятиях общественного питания применяются пищеварочные котлы.

По способу обогрева их подразделяют на котлы с непосредственным и косвенным обогревом. Пищеварочные котлы с непосредственным обогревом значительно проще по конструкции.

По конструктивному оформлению котлы бывают стационарными и опрокидывающимися.

Для выварки костей, приготовления костных и мясокостных бульонов, а также для быстрой варки бобовых и других трудноразвариваемых продуктов в предприятиях общественного питания используются автоклавы.

Автоклавом называется герметически закрывающийся сосуд, в котором приготовление пищи осуществляется под давлением, значительно превышающим атмосферное ($14,7 \cdot 10^4 - 24,5 \cdot 10^4$ Н/м², т. е. 1,5 - 2,5 ати). В этих условиях закипание и процесс доведения содержимого автоклава до готовности осуществляются при температуре порядка 124 – 138 °С. При этом процесс варки продуктов ускоряется, из костей полнее извлекается жир, а нерастворимые белки костей и мяса быстрее переходят в растворимые. Так,

при температуре 133 °С (давление $19,6 \cdot 10^4$ Н/м² - 2 ати) жир из костей вываривается за 2,5 - 3 часа вместо 6 - 9 часов при температуре 100 °С. После варки в автоклаве кости становятся хрупкими и могут использоваться для приготовления костной муки.

Как и пищеварочные котлы, они могут работать на любом виде обогрева. В настоящее время для предприятий общественного питания выпускаются только газовые и электрические автоклавы с косвенным обогревом.

Конструкция автоклавов с косвенным обогревом на любом виде энергоносителя принципиально не отличается от конструкции стационарных котлов с косвенным обогревом.

Пищеварочные котлы с непосредственным обогревом

Пищеварочный котел с непосредственным обогревом (рис. 4.1) состоит из внутреннего варочного котла и корпуса. В зависимости от вида энергоносителя обогрев его осуществляется электронагревательными элементами (электрический), газогорелочными устройствами (газовый), а также за счет сжигания твердого топлива (твердотопливный).

Варочный котел закрывается крышкой. Для уменьшения потерь тепла в окружающую среду стенки котла могут покрываться теплоизоляцией, поверх которой крепится кожух. В нижней части варочного котла закреплен патрубок с краном для слива жидкости.

Цилиндрические вертикальные пищеварочные котлы могут быть с плоским, выпуклым и вогнутым днищем (рис. 4.2). Характеризуются они диаметром D , высотой H , высотой заполнения продукта H_1 , высотой стрелки h .

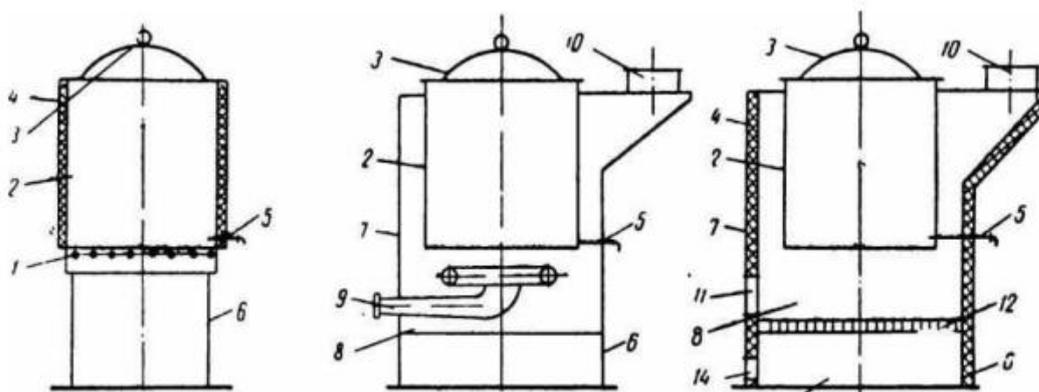


Рис. 4.1. Схема пищеvarочного котла с непосредственным обогревом: а - электрического; б - газового; в - твердотопливного: 1 - электронагревательный элемент; 2 - варочный котел; 3 - крышка; 4 - теплоизоляция; 5 - сливной кран; б - основание; 7 - наружный котел; 8 - топка; 9 - газогорелочное устройство; 10 - патрубок отвода продуктов сгорания; 11 - топочная дверца; 12 - колосниковая решетка; 13 - зольник; 14 - дверца зольника

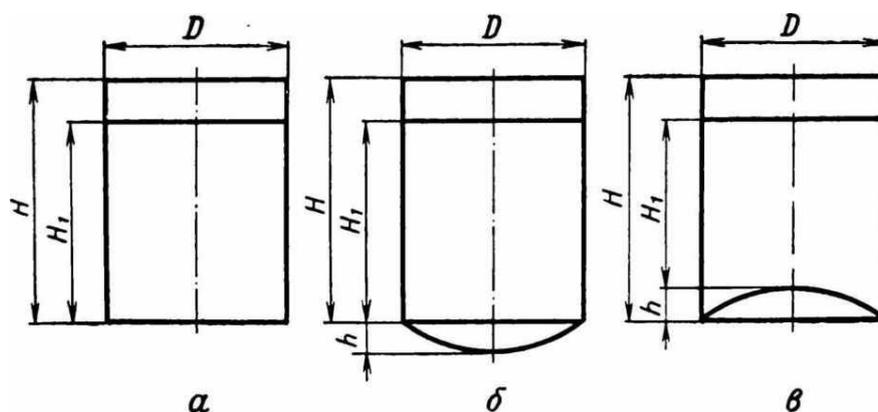


Рис. 4.2. Форма дна варочных котлов: а - плоское днище; б - выпуклое днище; в - вогнутое днище

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ И АВТОКЛАВОВ

Пищеварочные котлы и автоклавы являются аппаратами периодического действия. К основным теплотехническим показателям их работы относятся: расход тепла на 1 кг приготавливаемых изделий η , коэффициент полезного

действия Π , тепловое напряжение поверхности нагрева T , к эксплуатационным – время разогрева $\tau_{\text{раз}}$, степень автоматизации и удельная металлоемкость m_M .

Работа пищеварочного котла или автоклава состоит из двух стадий - нагрева содержимого варочного котла до температуры кипения жидкости (нестационарный режим работы - период разогрева) и собственно варки (стационарный режим работы - режим «тихого кипения»), когда содержимое доводится до состояния готовности.

Теплотехнические показатели работы котлов и автоклавов определяются по тепловому балансу. Для котлов и автоклавов, как аппаратов периодического действия, тепловой баланс составляется на период их разогрева (нестационарный режим работы) и период собственно варки (стационарный режим работы).

Тепловой баланс для нестационарного режима работы выражается уравнением

$$Q_{\text{зат}} = Q_1 + Q_5 + Q_6, \text{ Дж}, \quad (4.1)$$

Тепловой баланс для стационарного режима работы выражается уравнением

$$Q'_{\text{зат}} = Q'_1 + Q'_5 + Q'_6, \text{ Дж}, \quad (4.2)$$

где Q_1, Q'_1 - полезно затраченное тепло соответственно при нестационарном и стационарном режиме, Дж;

Q_5, Q'_5 - потери тепла в окружающую среду соответственно при нестационарном и стационарном режиме, Дж;

Q_6, Q'_6 - потери тепла на разогрев конструкции, Дж.

В зависимости от того, на каком виде энергоносителя работает аппарат,

те или другие составляющие теплового баланса могут отсутствовать. Составление теплового баланса производится при разработке новой конструкции аппарата или при испытании старого образца. В первом случае расчет полезно затраченного тепла осуществляется по нагреванию и кипячению воды, при этом потерями тепла от механического и химического недожога и продолжительностью тепловой обработки задаются на основании предельно допустимых норм для аппаратов подобного типа. В результате составления баланса для проектируемого аппарата определяется расход топлива (электроэнергии или пара) и все теплотехнические показатели работы будущего аппарата.

Полезно используемое тепло для нестационарного режима работы определяется по формуле

$$Q_1 = Wc(t_k - t_n) + M_{\text{пр}}c_{\text{пр}}(t_k - t_n^{\text{пр}}) + \Delta W r, \quad (4.3)$$

где W - общее количество воды, заливаемой в варочный котел, кг;

c - теплоемкость воды, Дж/кг·град;

t_k - температура кипения воды, °С;

t_n - начальная температура воды, °С;

$M_{\text{прр}}$ - суммарное количество отдельных продуктов, загруженных в варочный котел, кг.

Вычисляется из выражения

$$M_{\text{пр}} = M_1 + M_2 + \dots + M_n, \text{ кг}, \quad (4.4)$$

$M_1 + M_2 + \dots + M_n$ - количество отдельных продуктов, загруженных в котел, кг;

$c_{\text{пр}}$ - средняя теплоемкость продуктов, определяется из выражения

$$c_{\text{пр}} = \frac{M_1 c_1 + M_2 c_2 + \dots + M_n c_n}{M_{\text{пр}}}, \text{ Дж/кг} \cdot \text{град} \quad (4.5)$$

где $c_1, c_2 \dots c_n$ - теплоемкость отдельных продуктов, Дж/кг · град;

$t_n^{пр}$ - средняя начальная температура продуктов, °С.

Величина теплоемкости отдельных продуктов или их влажность берутся по справочнику, а теплоемкость в последнем случае подсчитывается по формуле:

$$C = \frac{a+c_B(100-a)}{100}, \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$$

где a - влажность воздуха, %

c_B - теплоемкость сухого вещества $c_B = 1256 - 1675$, Дж/кг · град

$$t_n^{пр} = \frac{M_1 c_1 t_{n1} + M_2 c_2 t_{n2} + \dots + M_n c_n t_{nn}}{M_{пр} c_{пр}}, \quad (4.6)$$

где $t_{n1}, t_{n2} \dots t_{nn}$ - начальные температуры отдельных продуктов, загружаемых в котел, °С;

ΔW - количество испарившейся влаги в период до закипания воды в котле (из-за малой величины этим показателем можно пренебречь), кг.

За условное полезно используемое тепло при стационарном режиме работы принимается тепло, идущее на испарение воды. Определяется оно по формуле

$$Q'_1 = \Delta W' r, \quad (4.7)$$

где $\Delta W'$ - количество испарившейся влаги за период собственно варки, кг.

$$\Delta W' = W + M_{пр} - (M_{гот.пр.} + \Delta W), \quad (4.8)$$

где $M_{гот.пр.}$ - вес готовой продукции, кг.

Коэффициент полезного действия котла может быть определён для периода разогрева η , собственно варки η' и всего процесса приготовления пищи $\eta_{общ}$ соответственно по формулам:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_{\text{зат}}} \cdot 100, \% \quad (4.9.)$$

$$\eta' = \frac{Q'_1}{Q'_{\text{зат}}} \cdot 100, \% \quad (4.10.)$$

$$\eta_{\text{общ}} = \frac{Q_1 + Q'_1}{Q_{\text{зат}} + Q'_{\text{зат}}} \cdot 100, \% \quad (4.11.)$$

Расход электроэнергии для электрического котла по формулам:

$$A = \frac{Q_1 + Q_5 + Q_6}{3,6 \cdot 10^6}, \text{ кВт-ч}, \quad (4.12.)$$

$$A' = \frac{Q'_1 + Q'_5}{3,6 \cdot 10^6}, \text{ кВт-ч}, \quad (4.13.)$$

Расход пара для пароварочного котла по формулам:

$$D = \frac{Q_1 + Q_5 + Q_6}{i_x - i_k}, \text{ кг}, \quad (4.14.)$$

$$D' = \frac{Q'_1 + Q'_5}{i_x - i_k}, \text{ кг}, \quad (4.15.)$$

где i_x и i_k - теплосодержание пара и конденсата, Дж/кг.

Тепловое напряжение поверхности нагрева аппарата для пароварочного котла:

$$T = \frac{(i_x - i_k) \cdot D}{3600 \cdot F_H \tau_{\text{раз}}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (4.16)$$

$$T' = \frac{(i_x - i_k) \cdot D'}{3600 \cdot F_H \tau_{\text{кип}}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (4.17)$$

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы пароварочных шкафов

К основным теплотехническим показателям работы пароварочных шкафов относятся: расход тепла на 1 кг приготовляемых изделий q ,

коэффициент полезного действия η , к эксплуатационным - время разогрева $\tau_{\text{раз}}$, удельная металлоемкость m_m и степень автоматизации аппарата.

Работа пароварочного шкафа, как аппарата периодического действия, состоит из двух стадий - разогрева аппарата до рабочего состояния и собственно варки. Удельный расход тепла на тепловую обработку продукта в пароварочном шкафу определяется по выражению

$$q = \frac{Q_{\text{зат}} + Q'_{\text{зат}}}{M_{\text{гот.пр}}}, \text{ Дж/кг.}$$

Коэффициент полезного действия пароварочного шкафа находится по выражению

$$\eta_{\text{общ}} = \frac{Q_1 + Q'_1}{Q_{\text{зат}} + Q'_{\text{зат}}} \cdot 100, \%$$

Расход электроэнергии для электрического пароварочного шкафа

$$A = \frac{Q_{\text{зат}} + Q'_{\text{зат}}}{3,6 \cdot 10^6}, \text{ кВт-ч}$$

для паровых пароварочных шкафов

$$D = \frac{Q_{\text{зат}} + Q'_{\text{зат}}}{i_x - i_k}, \text{ кг.}$$

Удельная металлоемкость пароварочных шкафов определяется по выражению

$$m_m = \frac{\sum M_m}{V}, \text{ кг/м}^3,$$

где $\sum M_m$ - масса металлоконструкций шкафа, кг;

V - объем рабочей камеры шкафа, м^3 .

3. КОФЕВАРКИ

Кофе готовят в специализированных тепловых аппаратах - кофеварках.

По принципу работы различают два типа кофеварок: периодического и непрерывного действия. В первых - напиток получают при атмосферном давлении путем многократной циркуляции воды через сито, наполненное молотым кофе; во вторых - за счет одноразового проталкивания воды под давлением через сито, наполненное молотым кофе.

Благодаря принципиально различным способам приготовления кофе аппараты имеют и различную конструкцию.

Кофеварки периодического действия

Эти кофеварки (рис. 4.3) состоят из варочного котла, выполненного из алюминиевого сплава, и наружного кожуха из стали, покрытой эмалью светлых тонов или хромированной. Воздушный зазор между стенками внутреннего сосуда и кожухом служит теплоизоляцией. В варочный котел свободно вставляется приспособление для циркуляции кипятка через молотый кофе. Оно также выполнено из алюминиевого сплава и состоит из чаши с циркуляционной трубкой, на верхнюю часть которой свободно надет фильтр - алюминиевая чаша с перфорированным дном.

Боковые стенки чаши фильтра в верхней части имеют отверстия для слива излишнего кипятка. Фильтр снабжен отражателем, благодаря которому кипяток, выбрасываемый через циркуляционную трубку, равномерно обрызгивает всю поверхность фильтра. В боковой стенке, у дна внутреннего сосуда, имеется патрубков с краном для разбора кофе. Сверху кофеварка закрывается съемной крышкой.

Выпускают кофеварки периодического действия на электрообогреве, хотя практически они могут работать на любом виде обогрева.

Нагревание кофеварки осуществляется закрытым электронагревательным элементом, смонтированным под дном внутреннего сосуда и состоящим из нихромовой спирали, запрессованной в электроизоляционную массу. Снизу нагревательный элемент закрыт дном кожуха.

Кофеварки периодического действия являются одной из разновидностей электрических котлов с непосредственным обогревом, поэтому теплотехнические и эксплуатационные показатели их работы те же, что и у пищеварочных котлов.

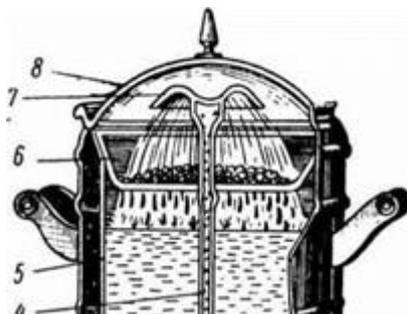


Рис. 4.3. Кофеварка типа ЭКВ - 2

1 - нагревательный элемент; 2 - чаша приспособления для циркуляции кипятка; 3 - кожух; 4 - циркуляционная труба; 5 - варочный котел; 6 - фильтр-чаша с перфорированным дном; 7 - отражатель; 8 - съемная крышка

Экспресс-кофеварки

В экспресс-кофеварках ароматические и экстрактивные вещества экстрагируются кипятком, проходящим под давлением через слой молотого кофе. Причем сила, за счет которой вода проталкивается через слой кофе, в одних случаях создается давлением пара, образующегося в парогенераторе («Лайта»), в других - за счет поршня, приводимого в движение усилием руки («Касино») или гидравлическим приводом («Клуб»), в некоторых аппаратах применяются гидравлические усилители в виде насоса («Будапешт-П-К»).

Экспресс-кофеварки состоят из трех основных частей: водогрейного горизонтального водонагревателя, головки для приготовления и дозирования напитка и кофемолки. Различаются они главным образом устройствами для создания необходимого давления $500 - 800 \text{ кН/м}^2$ (5 - 8 ати) с целью проталкивания воды через сито с порошком кофе.

происходит процесс приготовления напитка.

Схема эспресс-кофеварки приведена на рис. 4.4. Вода нагревается до кипения в горизонтальном водонагревателе, который соединен с водопроводной сетью поплавковым питательным клапаном, поддерживающим постоянный уровень воды в котле. Для контроля уровня воды в котле предусмотрено водомерное стекло. Поплавковый клапан должен быть отрегулирован так, чтобы котел заполнялся водой на 3/4 своего объема. Котел работает при давлении 80-100 кН/м² (0,8 - 1,1ати).

Для контроля давления в котле устанавливается манометр, а для предохранения его от повышения давления сверх предельно допустимого - предохранительный клапан.

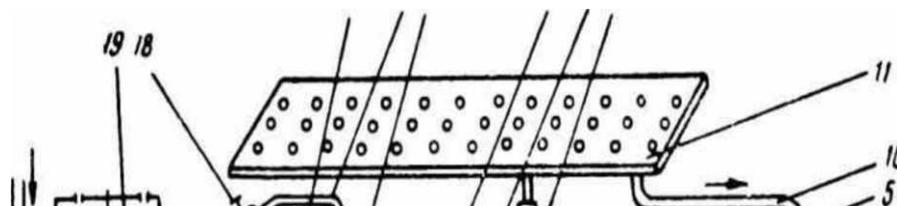


Рис. 4.4. Схема эспресс-кофеварки:

1, 2, 3, 10, 24 - сливные трубки; 4, 5, 8, 12, 18, 23 - краны; 6 - водомерное стекло; 7 - трубка для отбора пара; 9 - поплавковый питательный клапан; 11, 21 - поддоны; 13 - ТЭН; 14 - предохранительный клапан; 15 - водонагреватель; 16 - трубка для отбора горячей воды; 17 - манометр; 19 - головка для приготовления и дозирования напитка (блок-кран); 20, 22 - обратные клапаны; 25 - держатель; 26 - цилиндр; 27 - пружина; 28 - поршень; 29 - рукоятка управления

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы эспресс-кофеварок

К основным теплотехническим показателям работы эспресскофеварок относятся: производительность D , удельный расход тепла на 1 л приготавливаемого кипятка d , удельная производительность q , коэффициент полезного действия η ; к эксплуатационным - степень автоматизации, время разогрева до рабочего состояния $\tau_{\text{раз}}$.

В связи с тем, что производительность кофеварки при прочих равных условиях зависит от начальной температуры воды, поступающей в водогрейный бак кофеварки и температуры кипения воды в баке, которая в свою очередь зависит от давления в нем, вводится понятие нормальной производительности. Нормальная производительность D_n водогрейного бака кофеварки - это производительность при нагревании воды от 10 до 120°C (температура кипения воды при давлении 200 кН/м² - 1 ати). Нормальная производительность определяется по формуле

$$D_n = \frac{D_d(t_k - t_n)}{110}, \text{ кг/час,} \quad (4.18)$$

где D_n - действительная производительность водогрейного бака кофеварки при начальной температуре воды t_n и температуре кипения t_k кг/час. Все удельные показатели работы кофеварок определяются по нормальной производительности.

Теплотехнические показатели работы эспресс-кофеварок определяются по тепловому балансу, который составляется только для периода стационарной работы, так как эспресс-кофеварка - аппарат непрерывного действия.

Удельный расход тепла на кг кипятка, приготавливаемого в парогенераторе кофеварки, составит:

$$q = \frac{Q_{\text{зат}} + 3600}{D_n}, \quad (4.19)$$

где $Q_{\text{зат}}$ - количество затраченного тепла, Вт;

D_n - производительность парогенератора кофеварки, кг/час.

Удельная производительность определяется по выражению

$$d_n = \frac{D_d}{M}, \quad (4.20)$$

где M - масса кофеварки, кг.

Для электрических эспресс-кофеварок тепловой баланс имеет вид

$$Q_{\text{зат}} = Q_1 + Q_5, \text{ Вт}$$

В этих формулах:

Q_1 – полезно затраченное тепло, Вт;

Q_5 – потери тепла в окружающую среду, Вт.

Полезно используемое тепло Q_1 определяется по формуле

$$Q_1 = \frac{D_d c (t_k - t_n)}{3600}, \text{ Вт} \quad (4.21)$$

где c - теплоемкость воды, Дж/кг·град;

t_k - температура кипения воды при заданном давлении в парогенераторе кофеварки, °С;

t_n - начальная температура воды, поступающей в парогенераторе кофеварки, °С.

Потери тепла в окружающую среду определяются по выражению

$$Q_5 = \sum_1^n \alpha_i F_i (t_i - t_{\text{воз}}), \quad (4.22)$$

где α_i - коэффициент теплоотдачи от i -го элемента поверхности кофеварки в окружающую среду, Вт/м²·град;

F_i - площадь i -го элемента поверхности кофеварки, м²;

t_i - температура i -го элемента поверхности кофеварки, град;

$t_{\text{воз}}$ - температура воздуха в помещении, °С.

Коэффициент полезного действия кофеварки определяется по формуле:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_{\text{зат}}} \cdot 100, \%$$

Расход газа и электроэнергии определяется соответственно по формулам:

$$B = \frac{(Q_1 + Q_5) 3600}{Q_H^p - I_2 + I_{\text{воз}}}, \text{ м}^3/\text{час};$$

$$A = (Q_1 + Q_5) 3,6, \text{ кВт-ч.}$$

4. СОСИСКОВАРКИ

Для варки сосисок и сарделек применяются сосисковарки. Они представляют собой котел с непосредственным обогревом. Сосисковарки могут работать на любом виде обогрева, но, поскольку сосиски целесообразно готовить небольшими порциями, сосисковарки выпускают небольшой емкости, а следовательно, и с небольшим потреблением тепла, поэтому их, как и кофеварки периодического действия, для облегчения монтажа и обслуживания выпускают лишь на электрообогреве.

Сосисковарка состоит из внутреннего варочного котла цилиндрической формы с утолщенным дном, выполненного из нержавеющей стали или алюминиевого сплава, и наружного кожуха, из полированной стали или стальных листов, покрытых эмалью светлых тонов. Воздушный зазор между варочным котлом и кожухом служит теплоизоляцией. Сверху сосисковарка закрывается съемной крышкой. Под дном варочного котла смонтирован электронагревательный элемент, представляющий собой спирали из нихромовой проволоки, запрессованные в изоляционную массу. Снизу нагревательный элемент закрыт дном кожуха сосисковарки.

На рис. 4.5 приведена сосисковарка типа ЭСВ-3, серийно выпускаемая промышленностью.

Техническая характеристика сосисковарок типа ЭСВ-2 и ЭСВ-3 приведена в табл. 4.1.

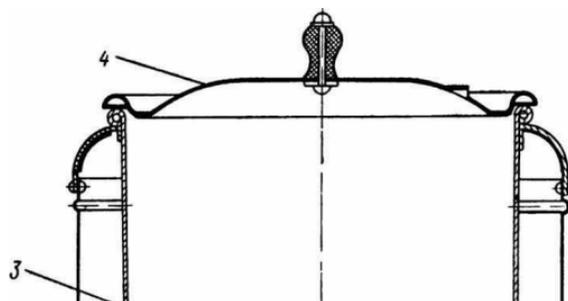


Рис. 4.5. Сосисковарка типа ЭСВ-3:

1 - кожух; 2 - закрытый нагревательный элемент; 3 - варочный котел; 4 - крышка; 5 - пакетный выключатель

Таблица 4.1

Показатели	Размерность	Тип сосисковарок	
		ЭСВ-2	ЭСВ-3
Суммарная емкость варочных котлов	л	5	22
Количество варочных котлов	шт.	1	2
Род тока		Однофазный	Трехфазный
Напряжение	В	220	220, 380
Расход энергии (тепла) в сек	Вт	600	2400
Расход энергии (тепла) для одного варочного котла в сек	Вт	600	1200
Количество нагревательных элементов	шт.	1	2
Габаритные размеры:			
длина	мм	320	780
ширина	мм	300	420
высота	мм	260	340
Масса	кг	4,25	20

Теплотехнические и эксплуатационные показатели сосисковарок

Сосисковарки по существу являются электрическими котлами с непосредственным обогревом, поэтому теплотехнические и эксплуатационные показатели их работы те же, что и пищеvarочных котлов.

5. ВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Для непрерывной варки и припускания овощей созданы аппараты непрерывного действия большой производительности. Предназначены они для установки в поточные линии по производству овощных полуфабрикатов. Перемещаясь от загрузочного устройства к разгрузочному, продукты в этих аппаратах нагреваются и доводятся до состояния кулинарной готовности.

В зависимости от способа перемещения продукта аппараты могут быть с периодическим и с непрерывным движением.

Раздел 5. АППАРАТЫ ДЛЯ ЖАРКИ И ВЫПЕЧКИ

Жарочные аппараты предназначены для жаренья продуктов. Их используют также для отдельных приемов варки, запекания, тушения и

пассерования. В зависимости от назначения и тепловых режимов жарочные аппараты имеют свои конструктивные особенности.

Для жаренья продуктов основным способом применяют сковороды, для жаренья во фритюре - фритюрницы, сковороды, жарочные конвейерные машины. Для выполнения отдельных специфических приемов тепловой обработки используют шашлычные печи, грили и тостеры.

Одни жарочные аппараты предназначены только для жаренья продуктов (фритюрницы), другие являются универсальными аппаратами и служат как для жаренья продуктов, так и для тушения, припускания (сковороды с косвенным обогревом).

В одних жарочных аппаратах можно производить тепловую обработку нескольких видов продуктов (сковороды), в других - только определенных видов (вращающаяся жаровня для блинчиков).

Различают жарочные аппараты периодического и непрерывного действия, с непосредственным и косвенным обогревом. Большинство из них работает на электрическом и газовом обогреве.

1. СКОВОРОДЫ

Сковороды являются универсальными аппаратами. Предназначены они для жаренья продуктов основным способом и во фритюре, а также - тушения и припускания.

Сковороды могут быть с непосредственным и косвенным обогревом, стационарные и передвижные. Типажом предусматривается выпуск сковород нескольких типоразмеров.

Сковороды с непосредственным обогревом

Сковороды с непосредственным обогревом состоят из загрузочной чаши, корпуса и станины. Обогрев осуществляется за счет работы газогорелочного устройства или закрытого электронагревателя.

Сковороды с косвенным обогревом (жаровни)

Устроены они в основном так же, как сковороды с непосредственным обогревом. Отличаются от последних наличием рубашки с промежуточным теплоносителем.

Схемы сковород различных типов приведены на рис. 5.1.

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы сковород

К основным теплотехническим показателям работы сковород относятся: тепловое напряжение пода $T_{ж}$, удельный расход тепла q и средняя установившаяся температура на поде $t_{п}^{cp}$. К эксплуатационным — время разогрева до рабочего состояния $\tau_{раз}$, показатель неравномерности распределения температуры на поде $\Delta t_{макс}$, удельная металлоемкость m_m и степень автоматизации.

Тепловое напряжение определяется по формуле:

сковороды с электрическим обогревом:

$$T_{ж} = \frac{P}{F_{ж}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (5.1)$$

где B - часовой расход газа, м³/час;

P - мощность нагревательных элементов, Вт;

$F_{ж}$ - площадь пода, м².

Средняя установившаяся температура пода определяется экспериментально термопар (40 точек замера на 1 м²).

Показатель неравномерности распределения температуры определяется как разность между максимальным и минимальным показаниями температур при установившемся режиме:

$$\Delta t_{макс} = t_{п}^{макс} - t_{п}^{мин}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5.2)$$

Удельная металлоемкость сковород определяется по формуле

$$m_M = \frac{M_c}{F_{ж}}, \text{ кг/м}^2, \quad (5.3)$$

где M_c - масса сковороды, кг;

$F_{ж}$ - площадь пода, м².

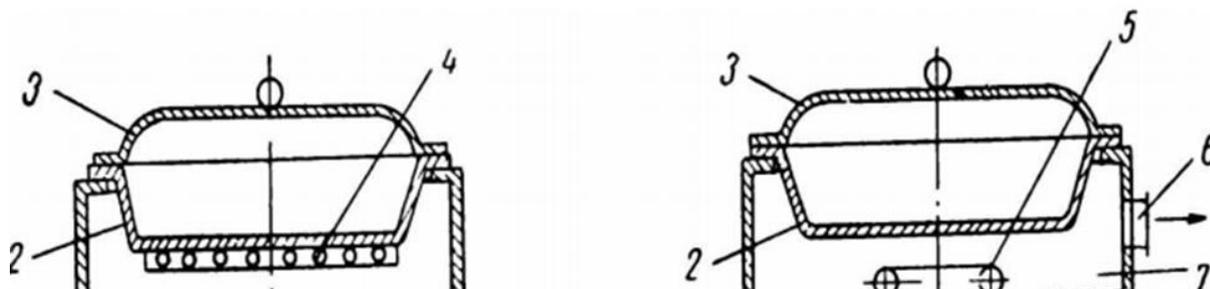


Рис. 5.1. Схемы сковород:

а, б - с непосредственным обогревом; в, г - с косвенным обогревом: 1 - станина; 2 - загрузочная чаша; 3 - крышка; 4 - электронагревательный элемент; 5 - газовая грелка; 6 - патрубок для отвода продуктов сгорания; 7 - камера сгорания; 8 - корпус; 9 - рубашка с промежуточным теплоносителем

2. ФРИТЮРНИЦЫ

Фритюрницы – это специализированные жарочные аппараты, предназначенные для жаренья кулинарных изделий во фритюре.

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы фритюрниц периодического действия

К основным теплотехническим показателям работы фритюрниц периодического действия относятся: удельный расход тепла q , установившаяся температура в жарочной ванне t_B^{cp} к эксплуатационным - время разогрева $\tau_{раз}$, удельная металлоемкость m_M и степень автоматизации.

Удельный расход тепла определяется из выражения: для фритюрниц с электрическим обогревом:

$$q = \frac{P}{n}, \text{ Вт/кг}, \quad (5.4)$$

где P - потребляемая мощность, Вт;

n - количество изделий, изготавливаемых за час (кг/час или шт/час).

Количество изделий, изготавливаемых за час, определяется из выражения

$$n = \frac{N}{\tau}, \text{ кг/час}, \quad (5.5)$$

где N - количество изделий, изготовленных за смену, кг, шт.;

τ - часы работы фритюрницы за смену (включая период разогрева), час.

Удельная металлоемкость фритюрниц определяется по формуле

$$m_m = \frac{M_\phi}{V_\phi}, \text{ кг/час}, \quad (5.6)$$

где M_ϕ - масса фритюрницы, кг;

V_ϕ - объем жарочной ванны, м³.

3. ЖАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

В специализированных предприятиях общественного питания, а также в предприятиях со значительным объемом производства для жарки пирожков, картофеля, рыбы, выпечки блинной ленты применяются жарочные аппараты непрерывного действия.

Использование этих аппаратов способствует увеличению выпуска готовой продукции, улучшению ее качества, повышению культуры производства и снижению его издержек.

Теплотехнические и эксплуатационные показатели жарочных машин непрерывного действия

К основным теплотехническим показателям жарочных машин непрерывного действия относятся: производительность Q_n , удельная

производительность q_n , удельный расход тепла q , коэффициент полезного действия η , к эксплуатационным - время разогрева до рабочего состояния $\tau_{раз}$, степень автоматизации.

Теплотехнические показатели аппаратов непрерывного действия устанавливаются только для периода стационарной работы.

Производительность аппаратов непрерывного действия определяется по формуле:

для весовых продуктов:

$$D_n = F \cdot W \cdot \varphi \cdot \rho \cdot 3600, \text{ кг/час}, \quad (5.7)$$

для штучных изделий:

$$D_n = k \cdot \frac{W}{l} \cdot 3600, \text{ кг/час}, \quad (5.8)$$

где D_n - производительность аппаратов непрерывного действия, кг/час или шт/час;

F - площадь поперечного сечения непрерывно движущегося продукта, м^2 ;

W - скорость движения обрабатываемых продуктов, м/сек;

ρ - плотность продуктов, кг/м^3 ;

k - количество штучного продукта, помещающегося в поперечном сечении, шт.;

φ - коэффициент заполнения;

l - расстояние между одноименными точками двух рядом расположенных изделий в направлении движения, м.

Удельная производительность определяется по формуле

$$d = \frac{D_n}{M}, \text{ кг/кг}, \quad (5.9)$$

где M - масса аппарата, кг.

Удельный расход тепла для аппарата определяется из выражения: для аппаратов с электрообогревом:

$$q = \frac{P}{n}, \text{ Вт/ кг}, \quad (5.10)$$

где P - потребляемая мощность, Вт;

n - количество изделий, приготовленных за час, кг/час или шт/час

Теплотехнические и эксплуатационные показатели автоматов для приготовления и обжарки пончиков и пирожков аналогичны соответствующим показателям жарочных машин непрерывного действия.

4. ЖАРОЧНЫЕ И ПЕКАРСКИЕ ШКАФЫ

Жарочные шкафы предназначены для жаренья крупных кусков мяса, дичи, птицы, запекания овощных и крупяных блюд, а также выпечки отдельных кондитерских изделий, пекарские - для выпечки кондитерских и мелких хлебобулочных изделий.

Жарочные и пекарские шкафы выпускают на электрическом обогреве. Они очень удобны, так как легко позволяют регулировать температуру нагрева. Шкафы различаются между собой габаритными размерами и температурным режимом работы. Типажом на шкафы предусматривается выпуск двух типоразмеров секций шкафов. Секции можно компоновать в различных вариантах, что позволит удовлетворить потребность в жарочных и пекарских шкафах самых различных по мощности предприятий общественного питания.

Размеры камер, жарочных и пекарских шкафов приведены в табл. 5.1, а их технические характеристики - в табл. 5.2.

Таблица 5.1

Шкафы	Объем камеры, м ³	Внутренние размеры камеры, мм		
		длина	ширина	высота
Жарочный	0,11	700	550	300
Пекарский	0,16	700	1270	180

Жарочные шкафы на электрическом обогреве состоят из отдельных секций, независимых одна от другой. Рабочие камеры (рис. 5.2) представляют собой двустенный металлический короб, между стенками которого проложен слой теплоизоляции. Внутренний короб выполнен из стальных листов толщиной 1-2 мм, соединенных посредством сварки или клепки. Нижнее днище выдвижное, толщина, его 4-5 мм.

Таблица 5.2

Показатели	Размерность	Типы шкафов	
		ШК-2А	ЭШ-3М
Количество рабочих камер	шт.	2	3
Максимальная рабочая температура	°С	350	280
Время нагрева до максимальной температуры	мин.	100	100
Потребляемая мощность:			
рабочей камерой	Вт	4500	5400
шкафом	Вт	9000	16200
Род тока		Трехфазный	Трехфазный
Напряжение сети	В	220, 380	220, 380
Количество ТЭНов			
в рабочей камере	шт.	8	12
общее	шт.	16	36
Габаритные размеры			
длина	мм	1010	1440
ширина	мм	940	1110
высота	мм	1580	1610
масса	кг	450	900

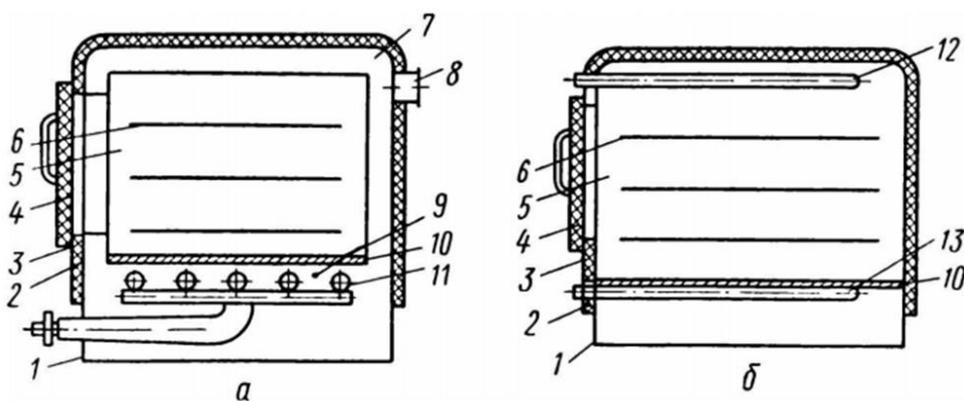


Рис. 5.2. Схемы камер жарочных и пекарских шкафов:

1 - каркас; 2 - тепловая изоляция; 3 - кожух; 4 - дверца; 5 - рабочая камера; 6 - направляющие для противней; 7- газоход; 8 - патрубок для отвода продуктов

сгорания; 9 - камера сгорания; 10 - подовый лист; 11 - газовая горелка; 12, 13 - электронагревательные элементы

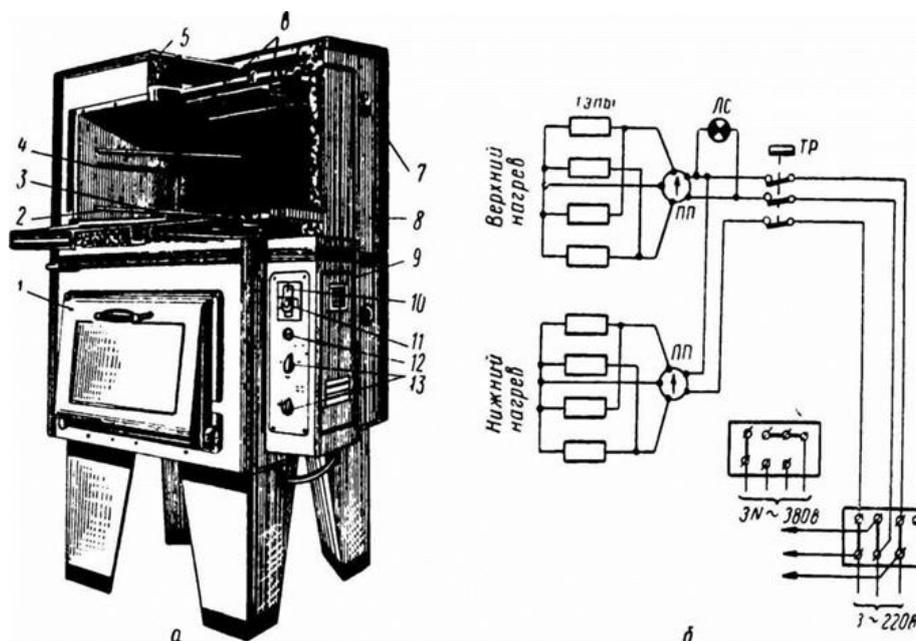


Рис. 5.3. Жарочно-кондитерский шкаф типа ШК-2А:

а - общий вид; б - электрическая схема шкафа: 1 - дверца рабочей камеры; 2 - рабочая камера; 3 - подовый лист; 4 - направляющие для противней; 5 - термоизоляция (минеральная вата); 6 - нагревательные элементы; 7 - вентиляционное отверстие; 8 - металлический корпус; 9 - кожух электрощита; 10 - тумблер; 11 - терморегулятор типа ТР-4; 12 - сигнальная лампа; 13 - пакетные переключатели

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы шкафов

К основным теплотехническим показателям работы шкафов относятся: тепловое напряжение рабочей камеры $T_{ш}$, удельный расход тепла $q_{ср}$, средняя установившаяся температура в рабочей камере $t_{раз}^{ср}$. К эксплуатационным - время разогрева до рабочего состояния $\tau_{раз}$, удельная металлоемкость m_m и степень автоматизации.

Тепловое напряжение шкафов определяется по формулам: шкафы с электрическим обогревом:

$$T_{\text{ш}} = \frac{P}{V_{\text{ш}}}, \text{ Вт/м}^3, \quad (5.11)$$

где P - мощность, потребляемая рабочей камерой, Вт;

$V_{\text{ш}}$ - объем рабочей камеры, м³.

Удельная металлоемкость шкафов определяется по формуле

$$m_{\text{м}} = \frac{M_{\text{ш}}}{V_{\text{ш}}}, \quad (5.11)$$

где $M_{\text{ш}}$ - масса шкафа, кг;

$V_{\text{ш}}$ - объем всех рабочих камер, м³.

5. ГРИЛИ, ТОСТЕРЫ И ШАШЛЫЧНЫЕ ПЕЧИ

Грили, тостеры и шашлычные печи - это жарочные аппараты, предназначенные для жарки изделий с помощью инфракрасных нагревателей.

Грили

Грили предназначены для жаренья мяса и рыбы на металлической решетке или вертеле. В связи с неудобством применения для жаренья изделий на вертеле «открытого» пламени в этих аппаратах используют электрические или газовые источники инфракрасной радиации. В электрических грилях могут использоваться как «светлые», так и «темные» излучатели. Электрогриль (рис. 5.4) предназначен для жаренья мяса, птицы, шашлыков на вращающемся вертеле. Он представляет собой шкаф с двумя камерами: верхней - жарочной, нижней - тепловой. Стенки шкафа двойные, с проложенной между ними теплоизоляцией.



Рис. 5.4. Электрогриль ГЭ - 2 со «светлыми» излучателями:

1 - тэны; 2 - тепловой шкаф; 3 - поддон; 4 - рабочая камера; 5 - вертела; 6 - большой диск; 7 - лампы инфракрасного излучения; 8 - терморегулятор; 9 - цепная передача; 10 - электродвигатель; 11 – вентилятор; 12 - тумблеры

Шашлычные печи

Для жаренья шашлыков и некоторых других изделий из мяса и рыбы применяют шашлычные печи и переносные очаги — мангалы.

В предприятиях общественного питания используются шашлычные печи заводского и кустарного изготовления. Обычно они работают на древесном угле (из березы, ольхи, дуба), который горит некопящим пламенем. Не рекомендуется пользоваться углем, полученным из деревьев хвойных пород. Шашлык жарят на специальных шпажках, представляющих собой металлический стержень, один конец которого заострен. Жарят шашлыки при температуре 500 °С.

6. ПАРОКОНВЕКТОМАТЫ

Пароконвектомат - тепловой аппарат, соединивший в себе возможности конвекционной печи и пароварочного аппарата, значительно оптимизировав работу на кухне. В сравнении со своими предшественниками пароконвектомат обладает большей мощностью, вместимостью и, при этом, имеет меньшие размеры. Главное отличие, пароконвектомата от конвектомата, - это наличие у первого переключателя режимов работы. В самых простых пароконвектоматах (пароконвекционных печах) обязательно наличие трех режимов работы: «пар», «конвекция», «пароконвекция».

В более совершенных моделях пароконвектоматов есть дополнительные, специфические режимы готовки. К достоинствам печей относится и меньшее время приготовления (приблизительно на 20%) по сравнению с традиционным оборудованием, а также регулировка уровня мощности для экономии энергии.

Пароконвектоматы позволяют производить до 70% от общего числа всех возможных операций тепловой обработки, и тем самым заменяют 40% теплового оборудования. Циркуляция горячего воздуха и пара отдельно или в комбинации позволяет в одном пароконвектомате применять различные способы приготовления продуктов; обжарка, запекание, варка на пару, тушение, припускание, выпечка и регенерация. Основными режимами работы пароконвектомата является конвекция, приготовление на пару, а также комбинированный вариант приготовления, когда одновременно используется пар и горячий воздух.

Использование пароконвектомата позволяет реализовать большинство технологических операций в одном высокопроизводительном аппарате, без ущерба для качества одновременно обрабатывать различные продукты. Как правило, установив в горячем цехе пароконвектомат, экономят производственные площади, создают благоприятные условия работы персонала и уменьшают затраты физического труда.

Основной эффект пароконвектомата во время приготовления пищи достигается за счет интенсивного вентилирования греющего воздуха и использования регулируемой системы увлажнения. Принудительная конвекция позволяет выравнивать температурное поле в рабочей камере, и создать одинаковые условия нагрева в любой ее зоне, максимально загрузив камеру продуктом [7].

Пароконвектоматы оснащены системой увлажнения с порционированной подачей пара по сигналу датчика влажности, что обеспечивает гарантированное поддержание заданного уровня влажности. Пар в этих аппаратах подается в греющую среду в строго дозированной форме по сигналу датчика влажности

(данные аппараты, как правило, комплектуются электронными или цифровыми управляющими системами).

На сегодняшний день выпускается две модификации пароконвектоматов:

1. Бойлерные (ПКА 6-1/1П и ПКА 10-1/1П)
2. Инжекционные (ПКА 6-1/1В и ПКА 10-1/1В)

Бойлерная система - наиболее распространенная система парообразования.

Бойлер представляет собой колбу, в которой находится нагревательный элемент. Нагревание воды происходит в парогенераторе, расположенном во внутренней части пароконвектомата. При достаточно быстром закипании и испарении через специальный клапан пар поступает в рабочую камеру. Бойлерная система более энергоемка и габаритна. С другой стороны, бойлерная система более точна. Рассчитать, сколько пара необходимо добавить в камеру, намного проще, чем вычислить, сколько подать воды, чтобы она превратилась в нужный объем пара. При работе на бойлерных машинах, как правило, необходимо подсоединить пароконвектомат к водопроводной магистрали через специальный водоумягчитель, что позволит увеличить срок службы бойлера. Для полной защищенности бойлерных ТЭНов от образования накипи большинство производителей пароконвектоматов предлагает специальные жидкости для очистки бойлерных систем от образовавшейся накипи. Через специальное отверстие в верхней части пароконвектомата заливается очистительная жидкость, после чего аппарат запускают в режиме очистки, и через несколько минут бойлер очищается. Из-за высокой стоимости бойлерных машин были разработаны инжекторные пароконвектоматы, которые не утратили своих основных функций и в то же время стали более дешевыми.

Пар образуется непосредственно в рабочей камере. В пароконвектоматах с инжекторной системой парообразования, вода подается через небольшую трубку к центру вращающейся турбины. Высокоскоростная турбина диспергирует вихревым потоком воду на мельчайшие частицы, которые испаряются на кругообразных ТЭНах и наполняют паром рабочую камеру. По

своим рабочим характеристикам инжекторная система практически не отличается от бойлерной. При работе на комбинированном режиме, также как и в бойлерных пароконвектоматах, можно регулировать подачу пара. На рис. 5.5 представлена схема пароконвектомата инжекторного типа.

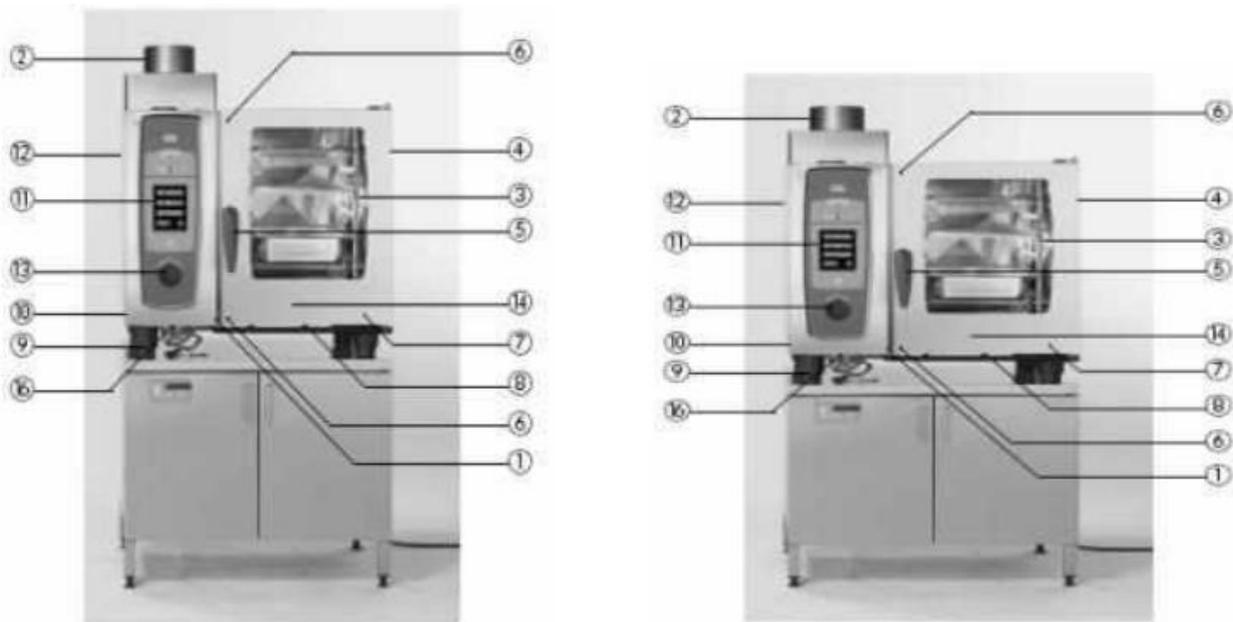


Рис. 5.5 Технологическая схема пароконвектомата инжекторного типа:

1 - Номер аппарата (виден только при открытой дверце); 2 - Предохранительное устройство контроля за потоком газа (только для газовых моделей, опция); 3 - Подсветка рабочей камеры позволяет следить за процессом приготовления блюд даже в полностью загруженной духовке; 4 - Двойная стеклянная дверца пароконвектомата обеспечивает полную теплоизоляцию; 5 - Дверная ручка.; 6 - Деблокиратор для разъединения створок двойной стеклянной дверцы (внутри); 7 - Встроенный саморазгружающийся дверной водосборник (внутри); 8 - Водосборник пароконвектомата с прямым подключением к системе слива; 9 - Ножки пароконвектомата (регулируемые по высоте); 10 - Фирменная табличка (с указанием всех важных данных, таких как потребляемая мощность, вид газа, напряжение, число фаз и частота, а также с указанием типа и номера аппарата); 11 - Экран управления; 12 - Обшивка электроблока; 13 - Центральный регулятор; 14 - Ручной душ (с автоматическим

сматывающим устройством); 15 - Направляющие (напольные пароконвектоматы); 16 - Воздушный фильтр (приток воздуха в электроблок).

Тепловой баланс аппарата будет иметь следующий вид:

$$Q = Q_1 + Q_5 + Q_6$$

$$Q' = Q'_1 + Q'_5$$

Количество полезно используемого тепла Q_1 , кДж, пошедшее на нагревание продукта или жидкости в рабочей камере аппарата при соответствующем режиме работы, определяется по формуле

$$Q = c \cdot W(t_k - t_n) + \sum_{i=1}^{n=1} c_i \cdot M_i(t_k^{pp} - t_n^{pp}), \quad (5.13)$$

где c - удельная теплоемкость жидкости заливаемой в рабочую камеру аппарата, кДж/кг·град;

W - масса жидкости, заливаемой в рабочую камеру аппарата, кг;

$(t_k - t_n)$ - разность между начальной и конечной температурой жидкости, заливаемой в рабочую камеру аппарата, град;

\sum - сумма полезно используемого тепла, израсходованного на нагревание продуктов;

c_i - удельная теплоемкость отдельного продукта или составных частей изделия (корочка, мякиш и т.д.), кДж/кг·град;

M_i - масса отдельного продукта или составных частей изделия, кг;

$(t_k^{pp} - t_n^{pp})$ - разность между начальной и конечной температурой отдельного продукта или составных частей изделия, град.

Для определения всех теплопотерь необходимо определить количество порций, которые можно будет приготовить в рассматриваемом оборудовании.

Количество порций определяем по формуле

$$\Pi = \frac{K_{\text{зап}} \cdot V_{\text{к}} - V_{\text{исп}}}{V_{\text{п}}}, \quad (5.14)$$

где $K_{\text{зап}}$ - коэффициент заполнения (0,8-0,9);

$V_{\text{к}}$ - объем котла, м³;

$V_{\text{исп}}$ - количество испарившейся жидкости, при приготовлении блюда, м³;

$V_{\text{п}}$ - объем одной порции, м³.

При стационарном режиме расход тепла на испарение молока Q_1 , кДж, при соответствующем режиме тепловой обработки продукта рассчитывается по формулам

$$Q_1 = r \cdot \Delta W, \quad (5.15)$$

где r - полная теплота парообразования, кДж/кг;

ΔW - масса испарившейся жидкости, кг.

Потери тепла в окружающую среду наружными ограждениями аппарата Q_5 , кДж, определяется по формулам

$$Q_5 = \sum_{i=1}^{i=n} 3,6 \cdot \alpha_i F_i (t_{\text{пов}_i}^{\text{ср}} - t_{\text{в}}) \cdot \tau_i, \quad (5.16)$$

$$Q'_5 = \sum_{i=1}^{i=n} 3,6 \cdot \alpha'_i \cdot F_i (t_{\text{пов}_i}'^{\text{ср}} - t_{\text{в}}) \cdot \tau'_i, \quad (5.17)$$

где \sum - сумма потерь тепла наружными элементами ограждения аппарата;

n - количество элементов ограждения аппарата (обечайка, крышка, постамент и т.д.) i -го элемента поверхности ограждения аппарата;

F_i - площадь элементов ограждения аппарата i -го элемента поверхности ограждения аппарата, м²;

α_i, α'_i - коэффициент теплоотдачи элементов ограждения аппарата i -го элемента поверхности ограждения аппарата, Вт/м²·град;

$t_{\text{пов}_i}^{\text{ср}}, t_{\text{пов}_i}'^{\text{ср}}$ - средняя температура элементов ограждения аппарата i -го элемента поверхности ограждения аппарата, град;

τ - время разогрева аппарата до стационарного режима, ч;

τ'_i - время, определяющее стационарный режим работы аппарата, ч;

t_B - температура окружающего воздуха, принимается равной 25°C.

Потери тепла на разогрев конструкции аппарата Q_6 , кДж, определяются по формуле

$$Q_6 = \sum_{i=1}^{n=1} c_i \cdot M_i (t_i^K - t_i^H), \quad (5.18)$$

где \sum - сумма потерь тепла;

n - число элементов конструкции аппарата;

c_i - удельная теплоемкость, кДж/кг·град;

M_i - масса отдельного элемента конструкции, кг;

t_i^K - средняя конечная температура, °С;

t_i^H - начальная температура, °С.

Раздел 6. КИПЯТИЛЬНИКИ

Кипятильники предназначены для приготовления кипятка в предприятиях общественного питания. Различают кипятильники периодического и непрерывного действия.

1. КИПЯТИЛЬНИКИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Кипятильники периодического действия могут работать на любом виде обогрева, но выпускаются нашей промышленностью только для работы на твердом топливе.

В кипятильниках периодического действия воду вначале нагревают до кипения, после чего топку прекращают и начинают разбор кипятка.

Кипятильник периодического действия состоит из топки с зольником, стенки топки двойные, межстенное пространство образует водонагреватель, который соединяется с помощью циркуляционных трубок со сборником воды

В процессе нагревания вода непрерывно движется по циркуляционным трубкам между сборником воды и водонагревателем за счет разности

плотности воды, имеющей различную температуру. Когда вода по всему объему нагреется до кипения, кипяток можно разбирать, прекратив топку кипяtilьника. В нижней части сборника воды установлен водоразборный кран.

2. КИПЯТИЛЬНИКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

В кипяtilьниках непрерывного действия приготовление и разбор кипятка могут производиться одновременно. Для каждого вида обогрева выпускается или будет выпускаться в ближайшие годы несколько типоразмеров кипяtilьников.

Кипяtilьники непрерывного действия на любом виде обогрева (рис. 6.1) работают по одному и тому же принципу и различаются между собой производительностью, размерами конструкцией греющих камер, последняя зависит от вида энергоносителя.

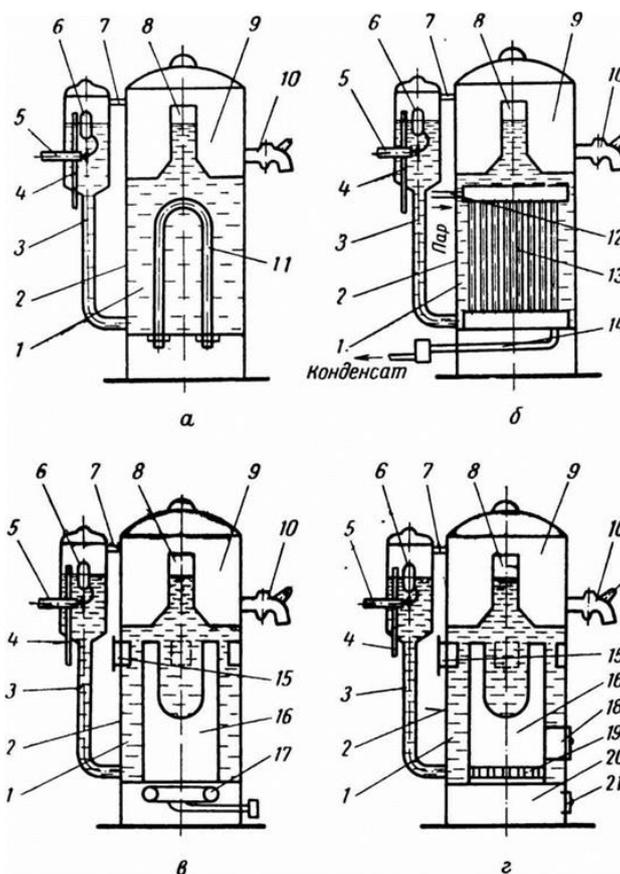


Рис. 6.1. Схема кипяtilьника:

а - электрического; б - парового; в - газового; г - на твердом топливе: 1 -

водонагреватель: 2 - корпус кипятильника; 3 - питательная труба; 4 - сигнальная труба; 5 - труба подачи холодной воды; 6 - поплавков; 7 - патрубков, соединяющий сборник кипятка с питательным бачком; 8 - перекидная труба; 9 - сборник кипятка; 10 - водоразборный кран; 11 - ТЭН; 12 - паропровод; 13 - паровой нагреватель; 14 - конденсатопровод с конденсационным горшком; 15 - патрубок для отвода продуктов сгорания; 16 - топка; 17 - газогорелочное устройство; 18 - топочная дверца; 19 - колосниковая решетка; 20 - зольник; 21 - дверца зольника.

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ КИПЯТИЛЬНИКОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Кипятильник имеет следующие основные части: питательную коробку, водонагреватель и сборник кипятка.

К основным теплотехническим показателям работы кипятильников непрерывного действия относятся: производительность D_d , коэффициент полезного действия η , удельный расход тепла на приготовление кипятка q и удельная производительность кипятка d . В связи с тем, что производительность кипятильника при прочих равных условиях зависит от начальной температуры воды, поступающей в кипятильник, и температуры кипения воды, которая в свою очередь определяется барометрическим давлением, введено понятие нормального кипятка. Нормальным кипятком называется вода, нагретая от 10 до 100°C, или кипятков, на приготовление 1 кг которого затрачивается 375 кДж (90 ккал) тепла.

Нормальной производительностью кипятильника D_n называется количество нормального кипятка, полученное в кипятильнике в течение одного часа. Нормальная производительность кипятильника определяется по формуле

$$D_n = \frac{D_n(t_k - t_n)}{90}, \text{ кг/час,} \quad (6.1)$$

где D_n - действительная производительность кипятильника при начальной температуре воды t_n и температуре кипения t_k , кг/час.

Все удельные показатели работы кипятильников также относятся к его нормальной производительности.

Так, удельный расход тепла q определяется по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{зат}} \cdot 3600}{D_{\text{н}}}, \text{ Дж/кг}, \quad (6.2)$$

где $Q_{\text{зат}}$ - количество затраченного тепла, Вт.

Удельная нормальная производительность следующие значения:

$$d_{\text{н}} = \frac{D_{\text{н}}}{M}, \text{ кг/кг}, \quad (6.3)$$

где M - масса кипятильника, кг.

К эксплуатационным показателям работы кипятильников относятся время разогрева кипятильника до рабочего состояния траз и степень автоматизации.

Теплотехнические показатели работы кипятильников определяются по тепловому балансу.

Для кипятильников, которые являются аппаратами непрерывного действия, тепловой баланс составляется для периода их стационарной работы и выражается уравнением

$$Q_{\text{зат}} = Q_1 + Q_5, \text{ Дж}, \quad (6.4)$$

где Q_1 - полезно затраченное тепло, Дж;

Q_5 - потери тепла в окружающую среду, Дж.

В зависимости от того, на каком виде энергоносителя работает кипятильник, те или другие составляющие теплового баланса могут отсутствовать.

Составляющие теплового баланса определяются в результате экспериментов по следующим формулам:

$$Q_1 = \frac{D_d c (t_k - t_n)}{3600}, \text{ Дж}$$

$$Q_5 = \sum_i^n \alpha_i F_i (t_i - t_{\text{воз}}), \text{ Вт}$$

В этих формулах:

где D_d - действительная производительность кипятильника, кг/час;

c - теплоемкость воды, Дж/кг·град;

t_k - температура кипения воды, °С;

t_n - начальная температура воды, поступающей в кипятильник, °С;

α_i - коэффициент теплоотдачи от i -го элемента поверхности кипятильника к окружающей среде, Вт/м²·град;

F_i - площадь i -го элемента поверхности кипятильника, м²;

t_i - температура i -го элемента поверхности кипятильника, °С;

$t_{\text{воз}}$ - температура воздуха в помещении, °С.

Коэффициент полезного действия кипятильника определяется по формуле

$$\text{К. П. Д.} = \frac{Q_1}{Q_{\text{зат}}} \cdot 100, \% , \quad (6.5)$$

расход электроэнергии для электрического кипятильника:

$$A = (Q_1 + Q_5) 3,6 \text{ кВт-ч.}, \quad (6.6)$$

расход пара для парового кипятильника:

$$D = \frac{(Q_1 + Q_5) 3600}{i_x - i_k}, \text{ кг/час}, \quad (6.7)$$

где i_x и i_k - соответственно теплосодержание пара и конденсата, Дж/кг.

Раздел 7. ПЛИТЫ

Плиты являются наиболее универсальными тепловыми аппаратами, широко используемыми в предприятиях общественного питания для проведения всех тепловых процессов.

В практике конструирования плит для предприятий общественного питания наметились два основных направления. Первое из них предусматривает выпуск плит, разных по мощности и размерам, второе - производство секционных плит; при этом секции могут использоваться в качестве самостоятельных плит или соединяться между собой, образуя единую плиту с заданной жарочной поверхностью. Более прогрессивным следует считать конструирование секционных плит, так как последние полнее удовлетворяют требования технологического процесса приготовления пищи в предприятиях разных по мощности и назначению. Промышленность выпускает плиты со сплошной жарочной поверхностью, конфорочные и комбинированные с жарочными и тепловыми шкафами и без них.

Плиты могут работать на твердом и жидком топливе, газе и электроэнергии.

Любая плита состоит из рабочих элементов и теплогенерирующих устройств. К рабочим элементам плит относятся жарочная и бортовая поверхность, а также жарочные, тепловые шкафы. На рис. 7.1 показана схема электрической кухонной плиты.

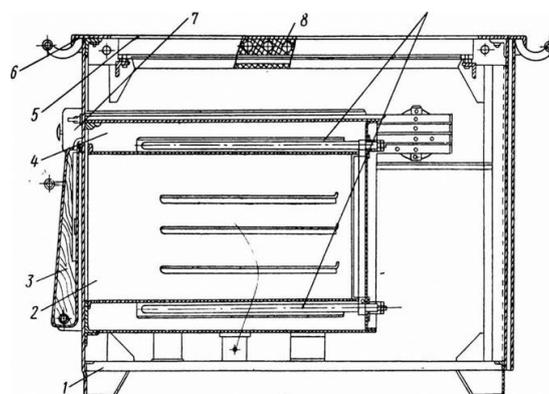


Рис. 7.1. Принципиальная схема электрической кухонной плиты:

1 - каркас плиты; 2 - жарочный шкаф; 3 - дверца жарочного шкафа; 4 -

теплоизоляция; 5 - жарочная поверхность; 6 - борт плиты; 7 - переключатель; 8 - электрический нагреватель жарочной поверхности; 9 - электрический нагреватель жарочного шкафа.

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЛИТЫ

В настоящее время промышленность выпускает несекционные и секционные электрические плиты, а также мармитные электрические плиты. Однако типажом для предприятий общественного питания предусматривается выпуск только секционных электрических плит.

Электрические плиты независимо от их конструктивного оформления имеют наиболее простую конструкцию по сравнению со всеми другими плитами и состоят из корпуса того или иного числа закрытых конфорок, образующих жарочную поверхность. Некоторые плиты имеют жарочный шкаф.

Плита типа ЭП-2М. Плита (рис. 7.2) несекционной конструкции имеет шесть закрытых чугунных конфорок прямоугольной формы, образующих жарочную поверхность, и жарочный шкаф. Каждая конфорка обогревается за счет четырех нагревательных спиралей, уложенных в электроизоляционную массу между ребрами конфорки с нерабочей стороны. Для уменьшения потерь тепла конфорки с нерабочей стороны снабжены металлическими экранами.

Конфорки устанавливаются в корпусе плиты с помощью регулировочных болтов, что позволяет выравнивать жарочную поверхность, образуемую этими конфорками, и совмещать поверхность конфорок с обрамляющей их бортовой поверхностью. Каждая конфорка плиты имеет пакетный переключатель, позволяющий регулировать мощность конфорки в отношении 1:2:4. Мощность двух средних конфорок - 4,5 кВт каждая, а четырех крайних - 3,5 кВт.

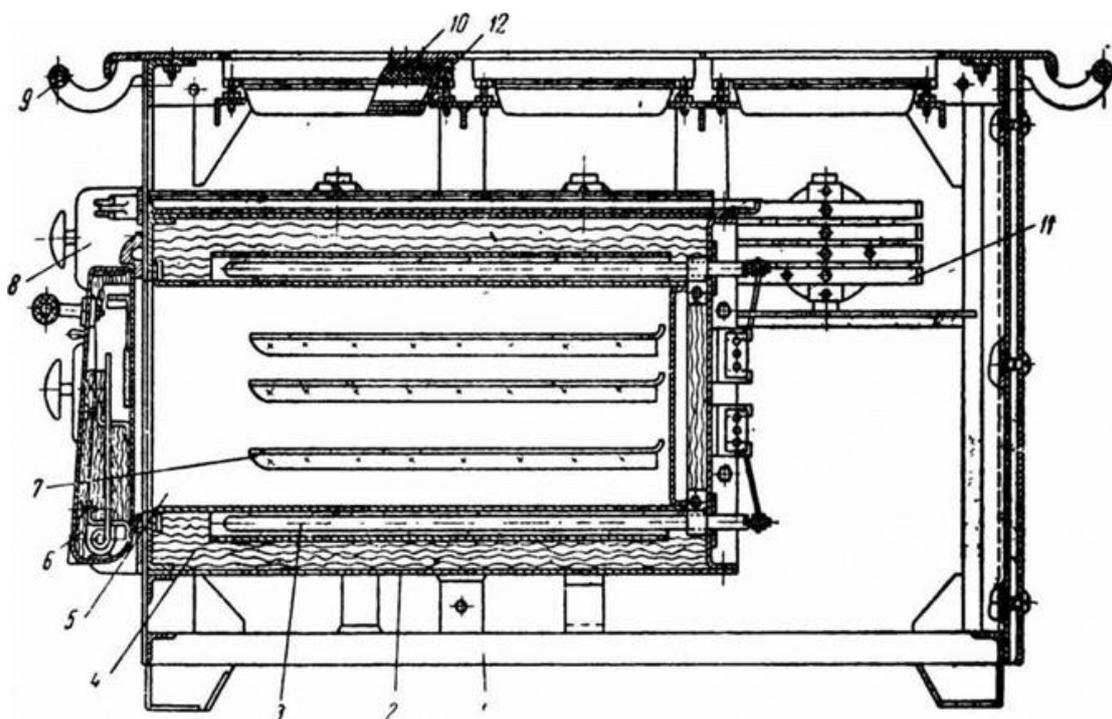


Рис. 7.2. Плита типа ЭП-2М:

1 - каркас плиты; 2 - жарочный шкаф; 3 - ТЭН; 4 - теплоизоляция; 5 - рабочая камера жарочного шкафа; 6 - откидная дверца жарочного шкафа; 7 - направляющие для установки противней; 8 - пакетный переключатель; 9 - поручень; 10 - конфорка; 11 - шина; 12 - металлический экран.

Под жарочной поверхностью расположен выдвижной поддон для сбора пролитой жидкости, а под ним жарочный шкаф. Шкаф представляет собой двустенную стальную коробку, между стенками которой проложена теплоизоляция. Обогревается шкаф шестью ТЭНами - тремя сверху и тремя снизу.

Жарочный шкаф имеет автоматику регулирования и отдельные пакетные переключатели для нижних и верхних нагревательных элементов.

Автоматика регулирования поддерживает в рабочей камере шкафа заданную температуру. Осуществляется она терморегулятором типа ТР-4К, контакты которого включают и выключают нагревательные элементы жарочного шкафа.

Плита снабжена защитным стальным кожухом, наружная поверхность которого покрыта светлой эмалью.

Панель для подключения плиты к токоподводящим проводам смонтирована за съемным щитом ее облицовки. Здесь же, на каркасе плиты, установлен болт для присоединения к защитному заземлению.

Плита типа ПСЭ-4 (ПСЭ-0,6). Плита (рис. 7.3, а) секционная имеет четыре закрытые чугунные конфорки прямоугольной формы и жарочный шкаф.

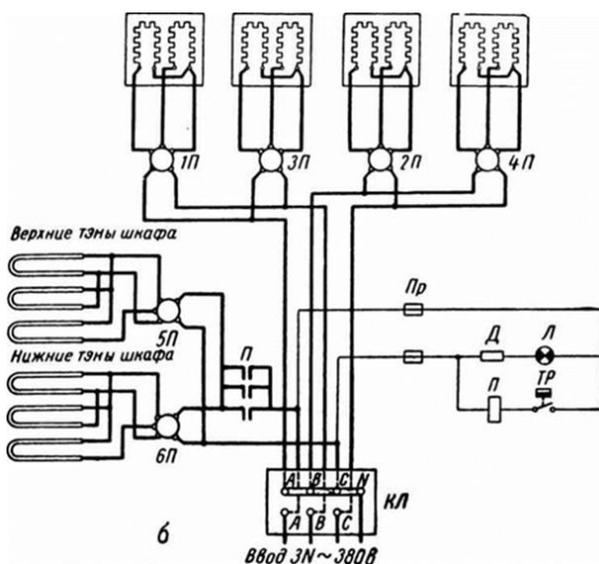
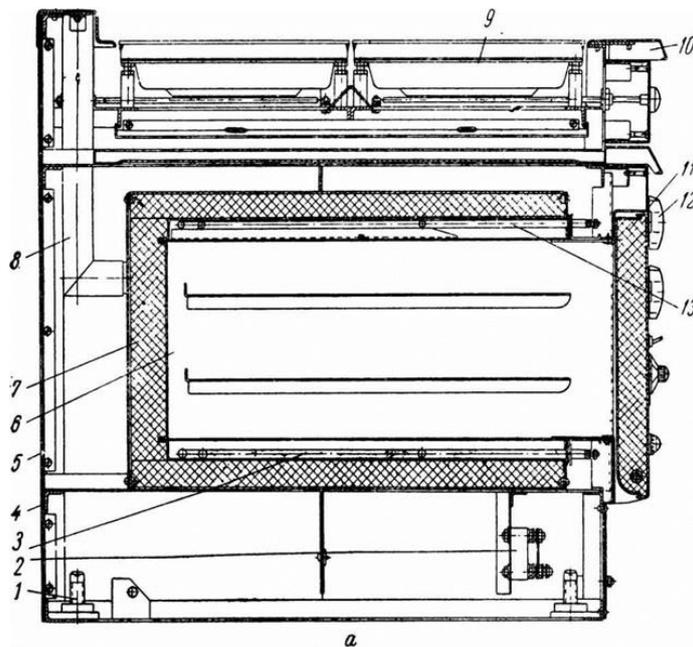


Рис. 7.3. Секционная электрическая плита типа ПСЭ:

а - разрез секции плиты типа ПСЭ-4, б - принципиальная электрическая схема; плита типа ПСЭ-4: 1 - установочный винт; 2 - клеммник; 3 - нижний

ТЭН шкафа; 4 - каркас плиты; 5 - облицовка; 6 - жарочный шкаф; 7 - тепловая изоляция; 8 - вытяжная труба; 9 - закрытая конфорка; 10 - борт плиты; 11 - дверца жарочного шкафа; 12 - переключатель; 13 - верхний ТЭН шкафа; КЛ - клеммник вводной; ТР - терморегулятор; П - магнитный пускатель; Л - сигнальная лампа; Д - добавочное сопротивление; Пр - предохранитель; 1П, 2П, 3П, 4П, 5П, 6П - пакетные переключатели; 1КН, 2КН, 3КН, 4КН - конфорки.

Каждая конфорка обогревается за счет четырех нагревательных спиралей, уложенных в электроизоляционную массу между ребрами конфорки с нерабочей стороны. Все конфорки имеют одинаковую мощность - 3,5 кВт. Установка конфорок на каркасе плиты, способ обогрева жарочного шкафа, ступени регулировки мощности шкафа и конфорок, а также приборы автоматического регулирования теплового режима в жарочном шкафу такие же, как и у плиты ЭП-2.

Плита типа ПСЭ-2 (ПСЭ-О,3). Плита секционная имеет две конфорки, такие же, как у плиты ПСЭ-4, и предназначена для стыковки с плитой типа ПСЭ-4.

Электроплиты могут работать на напряжении 220 или 380 В. При включении электроплиты на 220 В к клеммам вводного щитка присоединяют три токовых провода. Клемма нулевого провода остается свободной.

При включении на 380 В, сначала включают по схеме перемычки соединяющие контактные шпильки вводного щитка, а затем присоединяют к соответствующим клеммам токовые и нулевой провода.

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПЛИТ

К основным теплотехническим показателям работы плит, являющихся аппаратами непрерывного действия, относятся: тепловое напряжение жарочной поверхности $T_{ж}$, тепловое напряжение рабочей камеры шкафа $T_{ш}$, средняя установившаяся температура на жарочной поверхности плиты $t_{ж}^{cp}$ и в шкафу $t_{ш}^{cp}$

и энергетический показатель работы плиты \mathcal{E}^* . К эксплуатационным показателям - время разогрева до рабочего состояния $\tau_{\text{раз}}$, показатель неравномерности распределения температуры по рабочим элементам плиты $\Delta t_{\text{макс}}$, удельная металлоемкость m_m и степень автоматизации.

Определить $T_{\text{ш}}$ для твердотопливных плит не представляется возможным из-за отсутствия отдельного топочного устройства для шкафов.

Тепловое напряжение рабочих элементов плиты определяется по формуле: для электрических:

$$T_{\text{ж}} = \frac{P}{F_{\text{ж}}}, \text{ Вт/м}^2 \quad (7.1)$$

$$T_{\text{ш}} = \frac{P}{v_{\text{ш}}}, \text{ Вт/м}^3, \quad (7.2)$$

где P - мощность конфорки или шкафа, Вт;

$F_{\text{ж}}$ - площадь жарочной поверхности, м^2 ,

$v_{\text{ш}}$ - объем рабочей камеры шкафа, м^3 .

Средняя установившаяся температура на рабочих элементах плиты определяется экспериментальным путем. Замер температуры жарочной поверхности производится в центрах равных прямоугольников площадью $0,025 \text{ м}^2$, на которые делится вся жарочная поверхность (40 точек замера на 1 м^2). Температура измеряется термопарами, головки которых зачеканиваются в чугунные плитки жарочной поверхности на глубину 3 мм.

Замер температуры в рабочей камере жарочного шкафа производится термопарами из расчета 160 точек замера на 1 м^3 объема рабочей камеры. Термопары укрепляются на поде и в плоскостях, параллельных поду шкафа, расположенных на расстоянии 100 мм одна от другой. Количество точек замера в каждой плоскости определяется делением общего числа точек замера на число плоскостей, на которых устанавливаются термопары. Каждая плоскость делится на равные прямоугольники. В центре каждого прямоугольника закрепляется головка термопары.

Для плит предприятий общественного питания определение полезно используемого тепла представляет значительные трудности, так как способ водяных эквивалентов не дает сопоставимых результатов из-за влияния ряда факторов на конечный результат, главным из которых является состояние дна наплитной посуды и жарочной поверхности плиты. Поэтому нами предложен для плит так называемый энергетический показатель \mathcal{E} , представляющий собой отношение теплового напряжения T данного рабочего элемента плиты к максимальной рабочей температуре $t_{\text{макс}}^{\text{ср}}$.

Для жарочной поверхности:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = \frac{T_{\text{ж}}}{t_{\text{максж}}^{\text{ср}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град} \quad (7.3)$$

для жарочного шкафа:

$$\mathcal{E}_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{ш}}}{t_{\text{максш}}^{\text{ср}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}, \quad (7.4)$$

Показатель неравномерности распределения температуры определяется как разность между максимальным и минимальным значением температур при установившемся режиме:

$$\Delta t_{\text{ж}}^{\text{макс}} = t_{\text{ж}}^{\text{макс}} - t_{\text{ж}}^{\text{мин}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.5)$$

$$\Delta t_{\text{ш}}^{\text{макс}} = t_{\text{ш}}^{\text{макс}} - t_{\text{ш}}^{\text{мин}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.6)$$

Удельная металлоемкость плиты определяется по формуле

$$m_{\text{м}} = \frac{M_{\text{м}}}{F_{\text{ж}}}, \text{ кг/м}^2, \quad (7.7)$$

где $M_{\text{м}}$ - масса металлоконструкций плиты, кг;

$F_{\text{ж}}$ - площадь жарочной поверхности, м^2 .

Совершенствование конструкций плит позволило повысить их теплотехнические и эксплуатационные показатели.

Электрические плиты типа ПСЭ имеют секционную конструкцию, что является их основным преимуществом по сравнению с плитами типа ЭП-2М.

Согласно технологическим требованиям максимальная рабочая температура жарочной поверхности плиты должна быть в пределах 400 - 450 °С, в жарочных шкафах - 300 - 350 °С.

Раздел 8. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Вспомогательное тепловое оборудование объединяет группу тепловых аппаратов, предназначенных для выполнения различных вспомогательных операций, не связанных с процессом тепловой обработки продуктов.

1. АППАРАТЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПИЩИ В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ

В предприятиях общественного питания отпуск готовых блюд производится со специальных раздаточных стоек. Предприятия, работающие по принципу самообслуживания, оборудуются специальными линиями, которые состоят из ряда секций-прилавков или прилавков-витрин для выдачи холодных блюд и закусок, горячих первых и вторых блюд, а также напитков.

К тепловому оборудованию раздаточных и линий самообслуживания относятся прилавки-витрины, тепловые шкафы, мармиты, тепловые стойки, термостаты.

Прилавки-витрины и тепловые шкафы предназначены для показа и кратковременного хранения в подогретом состоянии отдельных порций первых и вторых блюд, горячих напитков.

Мармиты служат для поддержания в горячем состоянии (не ниже 55 – 60 °С) первых, вторых блюд (не разделенных на порции), а также соусов, кулинарных изделий и подогрева тарелок.

Тепловые стойки предназначены для подогрева тарелок и кратковременного хранения в горячем состоянии первых и вторых блюд в тарелках или другой порционной посуде.

Термостаты служат для подогрева, сохранения в горячем состоянии и раздачи потребителю горячих напитков (кофе, какао и др.).

Мармиты

Мармиты применяются для сохранения пищи в горячем состоянии. Конструктивно их выполняют стационарными и передвижными на электрическом, газовом и паровом обогреве. Наиболее широкое распространение получили стационарные мармиты с электрическим обогревом. В качестве промежуточного теплоносителя в них применяются горячий воздух, горячая вода и пар.

Для каждого вида обогрева выпускается или будет выпускаться в ближайшие годы несколько типоразмеров мармитов.

Мармиты на электрическом обогреве для первых блюд имеют закрытые электрические конфорки и по устройству аналогичны электрическим плитам.

Мармиты с водяным обогревом ванны. В этих мармитах промежуточным теплоносителем является вода, нагреваемая ТЭНами или поступающим в змеевик паром.

Основной частью мармита служит ванна, выполненная из нержавеющей стали или дюралюминия и закрытая сверху столом с вырезами для мармитниц. К дну ванны приварена сливная трубка, которая через соединительную втулку сообщается с трубкой уровня, а через гидравлический затвор присоединяется к канализационной трубе. Излишняя вода через отверстия в трубке уровня и сливной патрубков переливается в канализацию.

У мармитов, предназначенных для подогрева вторых блюд, в средней части имеется тепловой шкаф со съемными полками-решетками для установки тарелок. Сверху шкаф обогревается горячей водой ванны, снизу - трубчатыми электронагревателями или паровыми змеевиками, размещенными на дне шкафа под съемной полкой - решеткой. Со стороны посетителей мармиты имеют полку для выдачи блюд и направляющие для подносов. Схема мармита с водяной ванной представлена на рис. 16, а.

Электромармит ЭМ-4А. Мармит (рис. 8.1) смонтирован на стальной уголковой раме, облицованной стальными эмалированными листами. К последним крепится ванна из нержавеющей стали, закрытая сверху стальным полированным листом с восьмью вырезами-отверстиями для мармитниц. Подогрев воды в ванне производится ТЭНами, прикрепленными к задней стене ванны.

Тепловой шкаф закрывается раздвижными дверками. Стенки шкафа имеют двойную обшивку. Сверху шкаф обогревается горячей водой ванны, снизу - ТЭНом, смонтированным на дне шкафа.

Регулирование мощности электронагревателей в ванне осуществляется пакетным переключателем с соотношением 4:2:1. На фронтальной стороне мармита расположены две укрепленные на кронштейнах полки. Электропровода от распределительного щита подводятся к клеммной панели мармита, расположенной за съемным щитком. Отдельный заземляющий провод подводят к болту заземления, расположенному в нижней части каркаса.

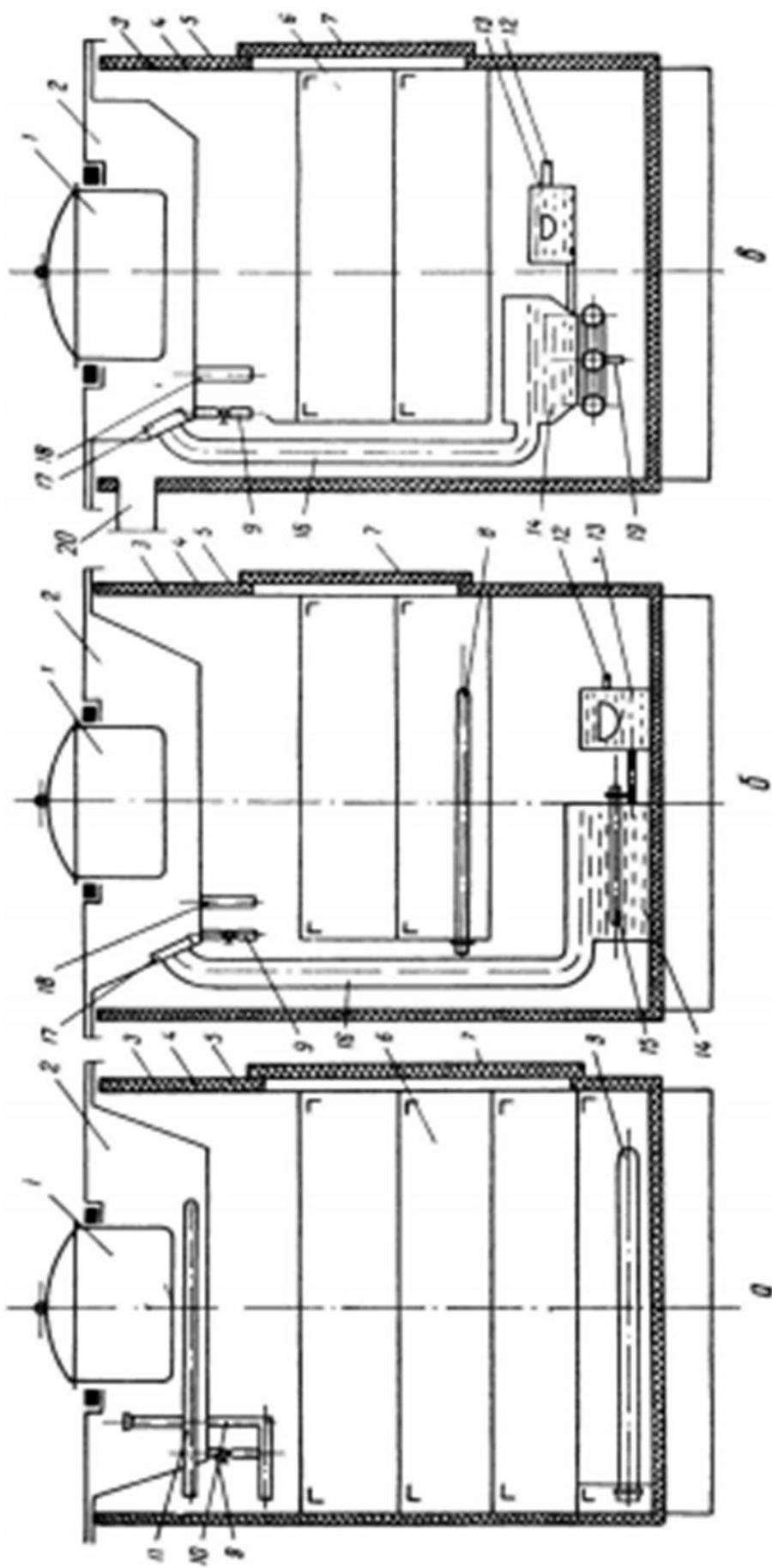


Рис. 8.1 . Схема мармитов для вторых блюд:

а - электрического с водяной ванной; б - электрического с парогенератором; в -газового с парогенератором: 1 - мармитница; 2 - ванна; 3 - каркас; 4 - теплоизоляция; 5 - облицовка; 6 - теплового шкафа; 7 - дверца теплового шкафа; 8 - тэн теплового шкафа; 9 - сливная труба; 10 - переливная труба; 11 - тэн водяной ванны; 12 - труба подвода холодной воды; 13 - питательная коробка; 14 - парогенератор; 15 - тэн парогенератора; 16 - паропровод; 17 - паровая форсунка; 18 - труба для отвода конденсата; 19 - газовая горелка; 20 - патрубков отвода продуктов сгорания

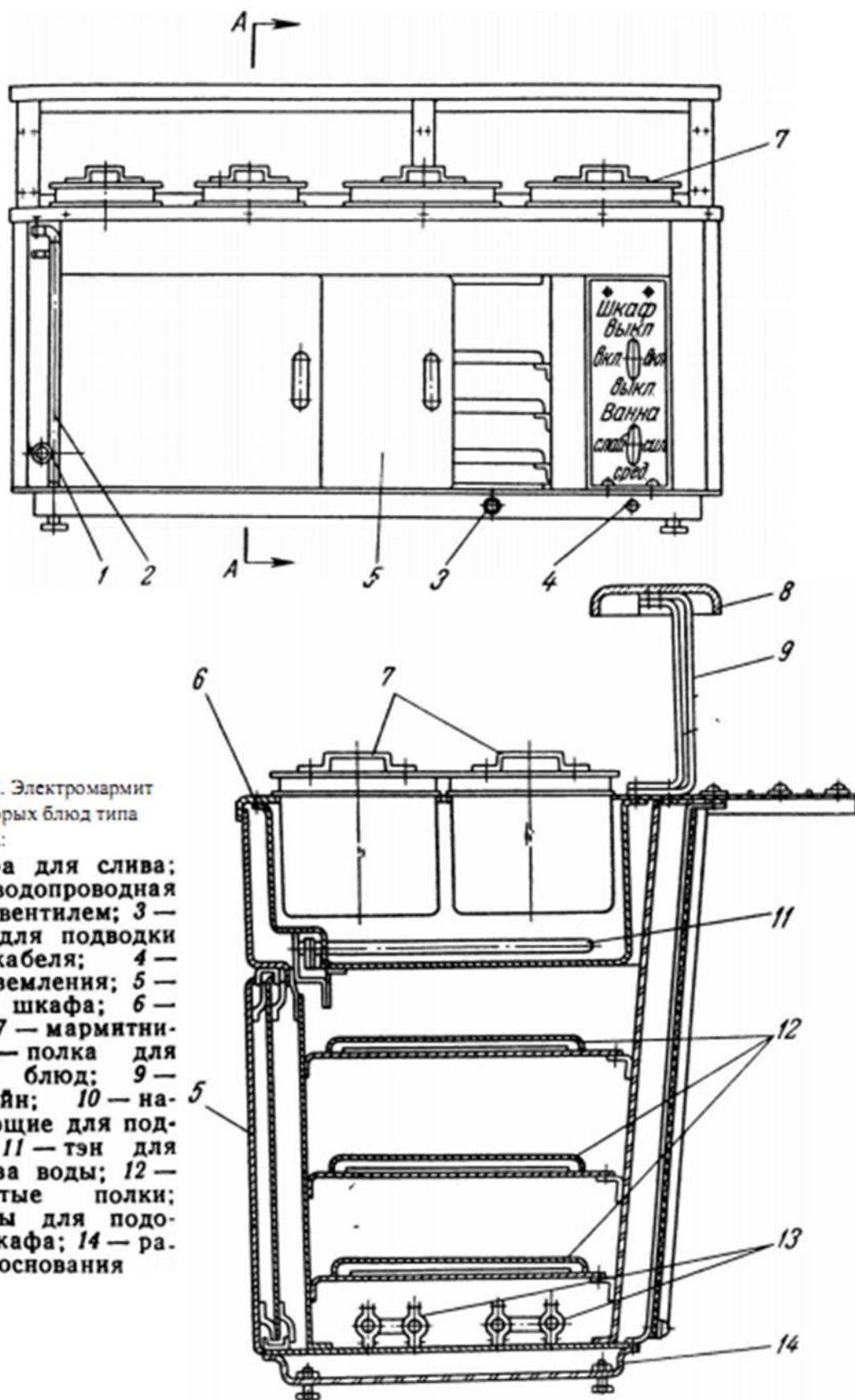


Рис. 8.2.

Комбинированный мармит ЭМК-1. Мармит составлен из двух мармитов (для первых и для вторых блюд), имеющих общую облицовку и полку для отпуска блюд. Конструкция мармита бескаркасная. Мармит для первых блюд представляет собой низкую плиту с двумя чугунными конфорками диаметром 310 мм и электронагревателями закрытого типа.

Конструкция мармита для вторых блюд аналогична конструкции мармита ЭМ-4А, но имеет меньшие размеры. Вода в ванне нагревается четырьмя ТЭНами, имеющими трехступенчатое регулирование мощности. На трубке слева смонтирован кран, ручка которого выведена наружу. На дне теплового шкафа смонтирован ТЭН.

Мармиты с паровым обогревом мармитниц. В этих мармитах мармитницы обогреваются паром, вырабатываемым парогенератором, установленным непосредственно в мармите. Мармит, схема которого изображена на рис. 8.3, б, в, состоит из парогенератора, питательной коробки, парового поддона, стола с отверстиями для мармитниц, теплового шкафа и нагревателя.

Питание парогенератора водой из водопровода осуществляется автоматически за счет подключения последнего к питательной коробке, снабженной поплавковым устройством. При подъеме поплавка выходное отверстие запорного клапана закрывается резиновой пробкой. При понижении уровня воды поплавки опускаются и открывают клапан подпитки парогенератора водой.

В мармитах этой конструкции благодаря применению в качестве промежуточного теплоносителя пара процесс передачи тепла к стенкам мармитниц при конденсации пара во много раз интенсивнее, чем при отдаче тепла горячей водой.

Электромармит типа МСЭ-110. Мармит (рис. 8.3, а) имеет сварное основание, к которому крепятся облицовочные панели. В верхней части мармита смонтирован паровой поддон, в средней - тепловой шкаф и в нижней -

парогенератор и питательная коробка. Сверху мармит накрыт столом из полированной нержавеющей стали с девятью вырезами-отверстиями для мармитниц.

Парогенератор мармита сварен из нержавеющей стали. Сверху он закрывается крышкой, герметичность прилегания которой достигается за счет прокладки, прижимаемой воротком. К торцу корпуса парогенератора гайками крепится электронагреватель.

Защита ТЭНов от «сухого хода» осуществляется с помощью реле давления РД-4, которое автоматически отключает ТЭН парогенератора при снижении давления воды до $0,05 \text{ Мн/м}^2$. При этом загорается сигнальная лампочка 2 ЛС «Нет воды».

Пар для обогрева мармитниц поступает из парогенератора по паропроводящим трубам через паровые форсунки. Конденсат из поддона стекает в канализацию по сливной трубе, закрываемой пробкой. Последняя имеет ряд отверстий, расположенных ниже уровня паровых головок, поэтому они не могут быть залиты конденсатом.

Тепловой шкаф и паровой поддон обогреваются циркулирующим теплым воздухом, нагреваемым тремя ТЭНами, смонтированными на специальном блоке.

Температура воздуха в шкафу поддерживается автоматически при помощи терморегулятора манометрического типа ТР 5 с пределом регулирования температур от 50 до 150°C. Чувствительный патрон терморегулятора помещен под верхний полкой теплового шкафа. Необходимая температура задается с помощью лимба. По достижении заданной температуры (60-70 °C) контакты терморегулятора размыкаются и ТЭНЫ отключаются. Принципиальная электрическая схема мармита представлена на рис. 8.3, б.

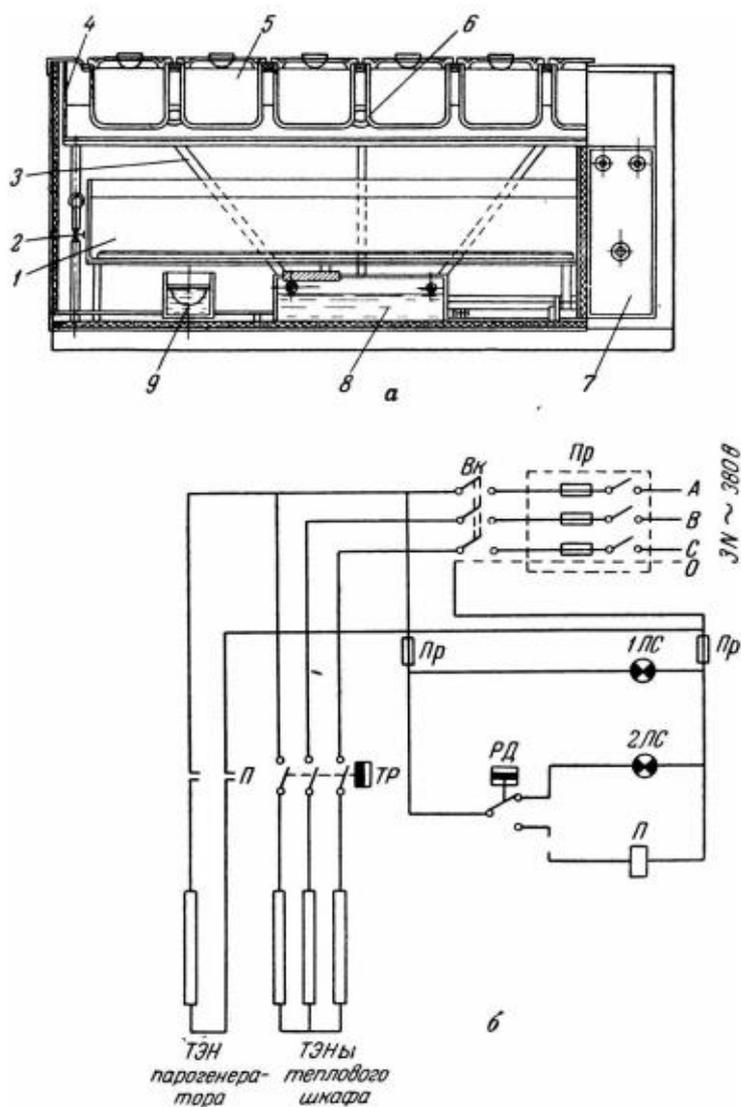


Рис. 8.3. Электромармит для вторых блюд типа МСЭ-110:

а - разрез; б - принципиальная электрическая схема: 1 - тепловой шкаф; 2 - кран слива воды; 3 - паропровод; 4 - ванна; 5 - мармитница; 6 - паровая головка; 7 - панель управления; 8 - парогенератор; 9 - питательная коробка

Со стороны раздатчицы шкаф закрыт двумя раздвижными съемными дверцами.

Мармит МСЭ-110 максимально унифицирован с прилавком-мармитом ЛПС-3 (с тепловой рампой и витриной), входящим в линию прилавков самообслуживания ЛПС.

Аналогичную конструкцию имеют стационарные электрические мармиты МСЭ-80 и МСЭ-55.

Тепловые стойки

Стойки предназначены для подогрева тарелок и готовых блюд (разделенных на порции) на раздаче. Конструктивно они выполняются в виде стола с гладкой полированной крышкой из нержавеющей стали. Каркас стойки сделан сварным из углеродистой стали. Под верхней поверхностью стойки находится тепловой шкаф, стенки которого имеют двойную обшивку с воздушной прослойкой между листами, служащей теплоизоляцией.

В шкафу стойки имеются съемные решетчатые полки для установки тарелок. Со стороны обслуживания шкаф закрывается двумя раздвижными дверцами на роликах.

Тепловые стойки выпускаются на электрическом и паровом обогреве. Электротепловая стойка типа ЭСТ-1. Стойка (рис. 8.4) обогревается ТЭНами, смонтированными под крышкой стола и на дне шкафа под съемной полкой - решеткой.

Управление нагревом осуществляется при помощи пакетного переключателя с соотношением 3:1. Подвод энергии от сети производится через клеммовую панель, расположенную с правой стороны в нижней части электростойки за съемным щитком. Там же находится и болт заземления.

Паровая тепловая стойка типа ПСТ-1. Стойка обогревается паровыми змеевиками, расположенными в три яруса: под крышкой стойки, в средней его части и на дне шкафа. Общая поверхность нагрева змеевика равна 3 м^2 .

Из паропровода пар поступает в верхний ярус змеевика, затем по вертикальным стоякам - в средний, нижний и далее в конденсатопровод. Регулирование процесса нагрева производится при помощи парозапорного вентиля, установленного на паропроводе перед стойкой, за счет изменения количества пара, поступающего в змеевик.

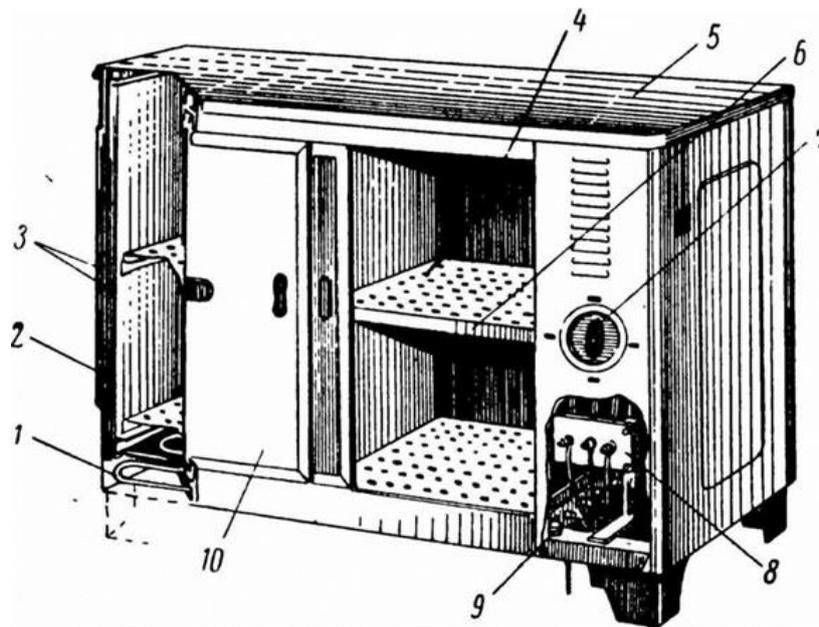


Рис. 8.4. Электротепловая стойка типа ЭСТ-1:

1 - ТЭНы; 2 - воздушная прослойка; 3 - двойная обшивка; 4 - шкаф; 5 - крышка; 6 - металлические решетчатые полки; 7 - переключатель; 8 - клеммовая панель; 9 - болт заземления

Теплотехнические и эксплуатационные показатели работы мармитов

К основным теплотехническим показателям работы мармитов относятся: количество тепла, затрачиваемое на разогрев мармита и отнесенное к 1 м^3 емкости мармитниц $Q_{\text{раз}}$, К.П.Д. для периода разогрева $\eta_{\text{раз}}$; к эксплуатационным - время разогрева до рабочего состояния $\tau_{\text{раз}}$ и степень автоматизации.

За время разогрева мармита $\tau_{\text{раз}}$ принимается время, за которое пустые мармитницы нагреваются до 80°C .

Количество тепла, затрачиваемое на разогрев мармита и отнесенное к 1 м^3 суммарной емкости мармитниц, определяется по выражению

$$Q_{\text{раз}} = \frac{Q_{\text{зат}}}{\Sigma V_{\text{м}}}, \text{ Дж/м}^3, \quad (8.1)$$

где $\Sigma V_{\text{м}}$ - суммарная емкость мармитниц, м^3 .

К.П.Д. мармитов определяется только для периода разогрева:

$$\eta_{\text{раз}} = \frac{Q_1}{Q_{\text{зат}}} \cdot 100, \% \quad (8.2)$$

где Q_1 - полезно затраченное тепло.

Q_1 для мармитов с водяной ванной определяется по формуле

$$Q_1 = W_B c_B (t_K - t_H), \quad (8.3)$$

Q_1 для мармитов с парогенератором определяется по выражению

$$Q_1 = W_B c_B (t_K - t_H) + \Delta W \cdot r, \quad (8.4)$$

где W_B - масса воды в водяной ванне или в парогенераторе, кг;

c_B - теплоемкость воды, кДж/кг·град;

t_H и t_K - соответственно начальная и конечная температура воды в ванне или парогенераторе, °С;

ΔW - количество воды, испарившееся из парогенератора за период разогрева мармита, кг;

r - теплота парообразования, Дж/кг.

Работа мармитов для первых блюд и тепловых стоек характеризуется теми же показателями, что и работа плиты, а работа тепловых шкафов — теми же показателями, что и работа жарочных шкафов.

Термостаты. Термостаты предназначены для подогрева и поддержания в горячем состоянии кофе, какао, молока и других напитков в процессе их отпуска. Устанавливаются они на прилавках буфетов, кафетерийных стойках и в линиях самообслуживания.

Термостат ЭТ-20. Термостат состоит из котла полезной емкостью 20 л, заключенного в кожух и установленного на постаменте. В нижней части котла размещен трубчатый электронагреватель мощностью 0,3 кВт. Сверху термостат

закрывается крышкой. Для отпуска напитков имеется кран. Термостат подключается к сети однофазного переменного тока напряжением 220 В.

В котел термостата заливается приготовленный горячий напиток. Разогрев остывшего напитка и поддержание его в горячем состоянии производятся путем включения электронагревателя.

По окончании работы и перед новым заполнением термостата котел следует промыть и высушить. При необходимости внутреннюю поверхность котла и ТЭНы очищают от накипи и пригоревших частиц напитка. Для этого демонтируют крепежные гайки, шайбы, отсоединяют подводящий провод и вынимают ТЭН из котла.

Габаритные размеры термостата (в мм): длина - 492, ширина - 458, высота - 644; масса - 19 кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическое определение теплофизических характеристик пищевых жидкостей / М.И. Ботов, Е.И. Королева, А.М. Давыдов, Д.М. Зиборов // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 1 (79). С. 13-17.
2. Королева Е.И., Малахов И.В. Влияние параметров теплового процесса на его продолжительность // Траектории развития: материалы 1-й междунар. науч. конф. 2018. С. 390-398.
3. Лабораторный практикум по дисциплине «Оборудование предприятий общественного питания». Разд. Тепловое оборудование / сост. Н.А. Заремская. М.: Изд-во РЭА им. Г. В. Плеханова, 2010. 33 с.
4. Ботов М.И., Елхина В.Д. Лабораторные работы по технологическому оборудованию предприятий общественного питания (механическое и тепловое оборудование): учеб. пособие. 4-е изд, испр. СПб.: Лань, 2015. 158 с.
5. Ботов М.И., Зиборов Д.М. Перспективы использования инновационных промежуточных теплоносителей на предприятиях общественного питания // Инновации: перспективы, проблемы, достижения: материалы 5-й междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 259-264.
6. Кирпичников В.П., Ботов М.И. Тепловое оборудование предприятий общественного питания: справочник: учеб. пособие для нач. проф. образования. М.: Academia, 2005. 352 с.
7. Давыдов Д.М., Ботов М.И., Кирпичников В.П. Электротепловое оборудование предприятий индустрии питания: учеб. пособие / Рос. экон. ун-т им. Г.В. Плеханова. М.: Изд-во РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2012. 143 с.

Учебное издание

Исаев Хафиз Мубари-оглы
Купреенко Алексей Иванович
Михайличенко Станислав Михайлович
Исаев Самир Хафизович

**Специализированное оборудование предприятий
общественного питания**

**Раздел
Тепловое оборудование**

Учебно-методическое пособие
для студентов, обучающихся по направлению 19.03.04 Технология продукции и
организация общественного питания,
профиль Технология продуктов общественного питания, очной и заочной
формы обучения

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 19.11.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,05. Тираж 25 экз. Изд. № 7154.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ