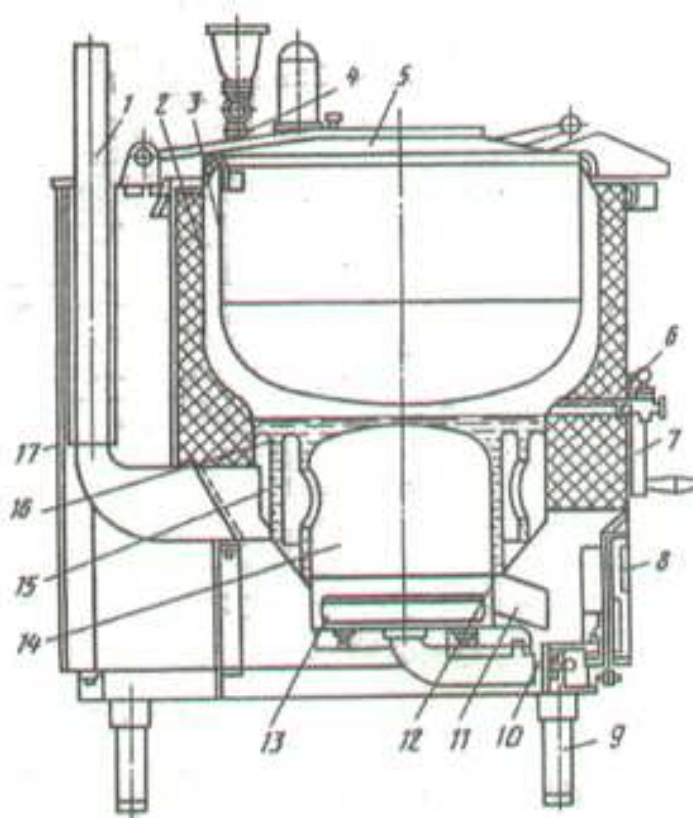


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет»(ННГАСУ)

Факультет инженерно-экологических систем и сооружений
Кафедра теплогазоснабжения

Теплогенераторы автономных (децентрализованных) систем приготовления пищи



Нижний Новгород

ННГАСУ

2015

УДК 621.182: 658.328.3

Теплогенераторы автономных (децентрализованных) систем приготовления пищи. [Текст]: методическая разработка для студентов очной и заочной форм обучения специальностей 140105.65 – Промышленная теплоэнергетика, 270109.65 – Теплогазоснабжение и вентиляция./ Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет: сост. Г.М. Климов. – Ниж.Новгород: ННГАСУ, 2015. – 48 с.: ил.

Приведены основные сведения о способах тепловой обработки продуктов при приготовлении пищи. С учётом этих способов рассмотрены теплоносители, конструкции применяемых теплогенераторов систем (децентрализованных) приготовления пищи. Основное внимание уделено теплогенераторам, работающим на органическом топливе. Даны необходимые справочные данные по теплогенераторам (аппаратам), показателям их работы и некоторые указания по расчёту тепловых балансов теплогенераторов. Приведён список использованных источников.

Методическая разработка предназначена студентам, изучающим предмет «Источники теплоты автономных систем теплоснабжения» вышеуказанных специальностей.

Рис. 16, табл. 12, библиограф. назв. 5

Составитель: Г.М. Климов

Рецензент – доцент каф. ТГС Е.Н. Цой

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ И ТЕПЛОВЫХ АППАРАТАХ	4
1.1 ПОВЕРХНОСТНЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ.....	4
1.2 ОБЪЁМНЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ.....	6
1.3 КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ	7
2 ТЕПЛОНОСИТЕЛИ.....	8
2.1 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	12
3 КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	14
4 ПИЩЕВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	17
4.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВАРОЧНЫМ АППАРАТАМ.....	17
5 КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ.....	19
5.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ	19
5.2 УСТРОЙСТВО ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ	21
5.3 АВТОКЛАВЫ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ).....	24
5.4 АРМАТУРА ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ.....	25
5.5 ТВЁРДОТОПЛИВНЫЕ ПИЩЕВАРОЧНЫЕ КОТЛЫ.....	27
5.5.1 ПОХОДНЫЕ КУХНИ.....	29
5.5.2 ПОХОДНЫЕ ДВУХКОТЕЛЬНЫЕ КУХНИ КП-2-48 и КП-2-49.....	30
5.5.3 УНИФИЦИРОВАННАЯ ПОХОДНАЯ КУХНЯ КП-125	30
5.5.4 ОЧАЖНЫЕ ОДНОКОТЕЛЬНЫЕ КУХНИ ОПК-43, ОПК-75.....	30
5.5.5. КОТЁЛ ПИЩЕВАРОЧНЫЙ ТВЁРДОТОПЛИВНЫЙ.....	31
5.6 АВТОКЛАВЫ.....	33
5.6.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АВТОКЛАВ АЭ-1	34
5.6.2 АВТОКЛАВ ГАЗОВЫЙ АГ-60	35
6 ПАРОВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ	36
7 ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ ЖИВОТНЫМ	37
8 ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ. ОСОБЕННОСТИ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА КОТЛОВ	44
8.1 ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	44
8.2 УРАВНЕНИЕ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА	46
9 ИСТОЧНИКИ	47

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ И ТЕПЛОВЫХ АППАРАТАХ

Основную долю продукции предприятий общественного питания составляют изделия, прошедшие тепловую обработку на оборудовании, используемом в общественном питании.

Тепловой обработкой называется технологический процесс, который основывается на изменении теплового состояния продуктов и сред, участвующих в этом процессе.

По механизму передачи теплоты обрабатываемому продукту способы тепловой обработки, подразделяются на поверхностные (кондуктивные), объёмные и комбинированные.

1.1 ПОВЕРХНОСТНЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ

ТАБЛИЦА 1.1 Классификация поверхностных способов тепловой обработки продуктов

Способы	Характерные температурные режимы, °С				Аппараты, реализующие способ
	рабочей поверхности аппарата	рабочего объема аппарата	поверхности и глубинных слоев продукта в момент окончания процесса	технологической среды	
Основные:					
варка:	102... 103	100	95, 80	Жидкость (вода, бульон) 1— 100	Котлы пищеварочные, наплитные сосуды
	140...150	135...137	120, 100	Жидкость (пар) — 135... 140	Автоклавы
	110...115	105... 107	98, 85	Пар — 105...107	Пароварочные аппараты
	130...140	60...80	40, 60	Греющий пар — 140...150	Вакуум-аппараты
жарка:					
в небольшом количестве жира	200... 350	—	135, 80	Жир — 180...190	Сковороды
во фритюре	200... 240	160...190	135, 80	Жир — 160...190	Фритюрницы, жарочные машины, автоматы
в горячем воздухе	200...350	150...300	135, 80	Воздух — 150...300	Жарочные и пекарные шкафы
воздействие смеси горячего воздуха и перегретого пара	200...350	150...300	135, 80	150...300	Пекарные шкафы с увлажнением объемов пекарных камер
Вспомогательные:					
пассерование (овощей)	200...350	150...300	105, 60	Жир — 150...170	Сковороды
пассерование (муки)	200...350	150...300	100...110	Жир — 150...300	Сковороды
опаливание	—	—	150 —	800...900	Опалочные горны
термостатирование	80...90	70...80	60...70	Воздух, вода — 70...80	Мармиты, тепловые шкафы
бланширование, ошпаривание	102...103	100	60 —	100	Наплитная посуда

В традиционных способах обработки обычно выделяют основные способы, целью которых является доведение продукта до кулинарной готовности, и вспомогательные, осуществляемые в различных целях: получение полуфабрикатов, создание или устранение определенных специфических свойств пищевого сырья; интенсификация последующих основных процессов тепловой обработки и др.

Физическая сущность поверхностных способов тепловой обработки представляется сложным комплексом взаимосвязанных физико-химических, тепломассообменных, биохимических и других процессов, протекающих в массе продукта при подводе к нему теплоты, в основном с поверхности, конвекцией и теплопроводностью. Характерной особенностью этих способов является встречная направленность градиентов температуры и влаги в продукте, вследствие которой поток влаги из продукта препятствует проникновению теплоты в продукт (рис. 1.1, а).

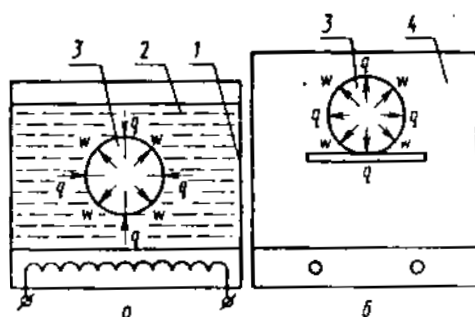


Рис. 1.1 Направление потоков теплоты и влаги:

а — при поверхностных способах тепловой обработки продуктов; *б* — при объемных способах тепловой обработки продуктов:

1 — емкость; *2* — технологическая среда (вода, бульон, молоко); *3* — продукт; *4* — СВЧ-аппарат.

Продукт (например, мясо), подвергаемый варке в воде, претерпевает ряд сложных структурно-физических и химических изменений. Если продукт с начальной температурой 20 °С погружают в воду с температурой 100 °С, то поверхностные слои прогреваются сравнительно быстро, а температура глубинных слоев повышается постепенно; поток теплоты на протяжении всего процесса варки направлен от поверхности вглубь продукта (соответственно градиент температуры имеет противоположное направление). Последовательный прогрев слоев продукта сопровождается фазовыми превращениями (испарение свободной влаги) и биохимическими реакциями (денатурация белков, разрушение коллагена в соединительной ткани и т. д.), приводящими к существенному изменению структуры и теплофизических свойств продукта. Это, в свою очередь, влияет на динамику тепломассопереноса в процессе варки, поскольку приповерхностные слои являются «термическим сопротивлением» для проникновения теплоты в глубинные слои. Уменьшение влагосодержания приводит к снижению коэффициента теплопроводности слоев

продукта, что также препятствует его дальнейшему нагреванию. Все эти факторы обуславливают большую продолжительность традиционных (поверхностных) способов тепловой обработки продуктов, ухудшают органолептические показатели и пищевую ценность готового изделия.

Таким образом, кондуктивные (поверхностные) способы имеют следующие недостатки: большая длительность процессов, существенные затраты топливно-энергетических ресурсов, высокая трудоемкость.

Отмеченное явление существенно снижает влияние теплопроводности продуктов, что вызывает их медленный темп нагрева при поверхностных способах тепловой обработки (рис. 1.1, а).

1.2 ОБЪЁМНЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ

Объёмные способы нагрева продуктов основываются на взаимодействии продукта (и прежде всего содержащейся в его структуре свободной воды) с электромагнитным полем. Электромагнитные волны от генератора излучения проникают в продукт на значительную глубину и частично или полностью поглощаются в нём. При этом электромагнитная энергия превращается в теплоту, что вызывает нагрев продукта. Затем теплота и влага выделяются из продукта, т. е. поток теплоты и поток влаги совпадают по направлению.

Физическая природа электромагнитных волн любой частоты и длины волны одна и та же. Однако волны, сильно отличающиеся по длине, обладают специфическими особенностями в отношении механизма излучения и поглощения, техники их генерирования и практического использования. Отмеченное явление иллюстрируется шкалой электромагнитных волн (рис. 1.2), в которой отдельным диапазонам длины волны (частотам)

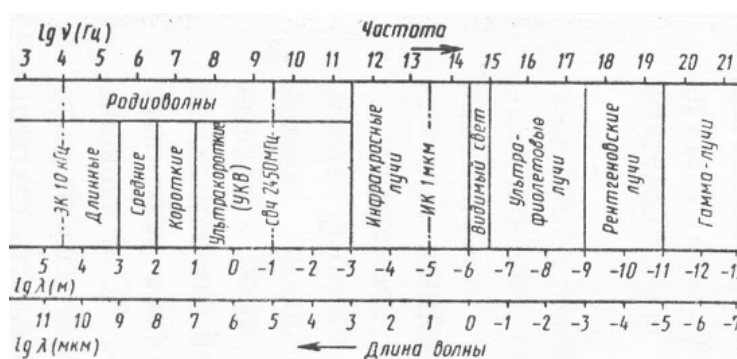


Рис. 1.2 Шкала электромагнитных волн. Пунктиром отмечены частоты, используемые при ЭК, СВЧ и ИК-нагреве продуктов.

присвоены традиционные наименования. Естественно, границы между этими диапазонами в значительной мере условны ввиду отмеченной выше единой физической

природы всех электромагнитных волн. Индукционный способ нагрева пока еще не получил широкого распространения на предприятиях общественного питания, хотя он, несомненно, обладает значительными экономическими возможностями для успешного практического применения в будущем.

ТАБЛИЦА 1.2 Классификация объёмных способов тепловой обработки продуктов

Способы	Характерные температурные режимы, °С			Аппараты, реализующие способ
	рабочей поверхности аппарата	поверхности и глубинных слоев продукта в момент окончания процесса	технологической среды	
СВЧ-нагрев	40	60, 80	Воздух 30...35 Вода (бульон, соус) 100	СВЧ-шкафы периодического и непрерывного действия
ИК-нагрев	150...350	135, 80	Воздух 170...250	ИК-аппараты
Электроконтактный (ЭК) нагрев	—	80, 80	—	Аппараты ЭК-нагрева
Индукционный нагрев	100...200	80, 80	—	Установки индукционного нагрева

Таким образом, поверхностные и объёмные способы тепловой обработки, имея различные преимущества, обладают рядом недостатков, устранить которые можно, используя комбинированные способы тепловой обработки.

1.3 КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ

Возможности интенсификации традиционных (поверхностных) способов тепловой обработки продуктов в основном исчерпаны, поэтому дальнейшая интенсификация может быть достигнута только внедрением комбинированных процессов на базе традиционных и объёмных способов.

Комбинированные способы тепловой обработки, созданные на базе поверхностных (традиционных) и объёмных способов, можно условно подразделить на:

комбинирование различных режимов (температура нагрева, продолжительность обработки, температура и время термостатирования, давление или вакуум и т. д.) в одном традиционном способе обработки;

комбинирование различных традиционных способов: варка с последующей жаркой; сочетание жарки и варки (тушение); жарка, варка и последующее запекание продуктов; жарка в различных средах — жир + воздух, душирование горячим жиром, термостатирование и т. д.;

комбинирование традиционных и нетрадиционных способов обработки (например, обжаривание в жире с последующей обработкой в СВЧ-поле);

комбинирование различных нетрадиционных (новых) способов обработки (например, СВЧ- и ИК-нагрев) с определенной последовательностью воздействий на продукт;

комбинирование различных способов теплоподвода к продукту с его перемещением в процессе обработки (в частности, вибротранспортирование продукта).

2 ТЕПЛОНОСИТЕЛИ

Создать равномерное температурное поле на жарочных поверхностях и в рабочих объемах аппаратов можно различными методами. Наиболее прост в практической реализации метод косвенного обогрева, для которого необходимы промежуточные теплоносители, т. е. среда, передающая теплоту и обеспечивающая «мягкий» обогрев пищевых продуктов в аппаратах. Классификация теплоносителей, которые получили применение или могут использоваться в тепловых аппаратах общественного питания, приведена в табл. 2.1.

С точки зрения технической и экономической целесообразности применения промежуточные теплоносители должны иметь: большую теплоту парообразования, малую вязкость; высокие температуры при малых давлениях и возможность их регулирования; необходимую термостойкость; низкую стоимость; коррозиестойкость. Любой теплоноситель может быть в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Однако работать в качестве теплоносителя он может либо в однофазном состоянии (жидкость), либо в двухфазном (пар — жидкость). К однофазным теплоносителям относятся минеральные масла, которые в рабочем состоянии находятся при температурах ниже температур их кипения. Двухфазные теплоносители (водяной пар, дитоллилметан, дикумилметан) в процессе работы находятся одновременно в состоянии пар — жидкость.

ТАБЛИЦА 2.1 Классификация теплоносителей

Теплоноситель	Рекомендуемые режимы		Аппараты
	температура	давление	
Вода	До 90	Атмосферное	Мармиты, термостаты
Водяной пар	До 200	Выше атмосферного	Автоклавы, котлы, пароварочные шкафы
Органические жидкости: глицерин	До 180	Атмосферное	Сковороды, шкафы, мармиты, котлы, автоклавы
этиленгликоль	До 200		
Диарилметаны: дикумилметан ДКМ	До 300	Атмосферное	Линии варочных и жарочных аппаратов

Теплоноситель	Рекомендуемые режимы		Аппараты
	темпе- ратура	давление	
Дитоллилметан ДТМ	До 300	Атмосферное	
Кремнийорганиче- ские жидкости:			
ПФМС-4 ПФМС-5 ФМ-6			Сковороды, шкафы, мармиты, котлы, автоклавы
Топочные газы	До 1000	Атмосферное	
Влажный воздух	До 300	Атмосферное	Пекарные шкафы

Вода. Вода используется в тепловых процессах как теплоноситель (греющая среда) для непосредственного нагрева пищевых продуктов (варка), как промежуточный теплоноситель в греющих рубашках аппаратов, работающих в одно- и двухфазном состоянии.

Горячая вода как теплоноситель применяется преимущественно в аппаратах для поддержания готовой продукции в горячем состоянии. По сравнению с влажным насыщенным паром горячая вода имеет ряд недостатков: более низкий коэффициент теплоотдачи, неравномерное температурное поле вдоль поверхности теплообмена, высокая тепловая инерционность аппарата, что затрудняет регулирование теплового режима нагреваемой среды.

Водяной пар. Пар — один из наиболее широко применяемых теплоносителей. К его основным достоинствам относятся: высокий коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке теплообменника; постоянство температуры конденсации (при данном давлении); возможность достаточно точно поддерживать температуру нагрева, а также в случае необходимости регулировать ее, изменяя давление пара.

Основным недостатком водяного пара является значительное возрастание давления с повышением температуры. Поэтому насыщенный водяной пар применяется для процессов нагрева только до умеренных температур (150 °С).

Насыщенный пар от перегретого отличается тем, что незначительное изобарное охлаждение последнего не переводит некоторую его долю в конденсат, а только понижает температуру перегрева. В этом отношении перегретый пар напоминает газы. Чем выше при данном давлении температура перегрева пара, тем больше он приближается по своим свойствам к идеальным газам. Перегретый пар обладает большой потенциальной энергией, но имеет незначительный коэффициент теплоотдачи, поэтому широкое распространение он нашел в паровых машинах и турбинах. Его состояние определяется давлением P и температурой перегрева $t_{п}$. Сухой насыщенный пар неустойчив: при охлаждении ($P = \text{const}$) он переходит во влажный, а при нагреве — в перегретый пар. Состояние сухого

насыщенного пара определяется только давлением, по которому устанавливают все параметры пара.

Состояние влажного насыщенного пара определяется его давлением P или температурой t'' и степенью сухости x .

Энтальпия влажного насыщенного пара h_x — это теплота, затраченная при постоянном давлении на подогрев 1 кг воды от $0\text{ }^\circ\text{C}$ до температуры кипения и на процесс неполного парообразования, при котором испаряется не 1 кг жидкости, а x кг, Дж/кг:

$$h_x = h_i' + x \cdot r. \quad (2.38)$$

При температуре питательной воды не $0\text{ }^\circ\text{C}$, а t' расход теплоты на получение влажного насыщенного пара определяется из уравнения

$$q = h_i' + x \cdot r - c \cdot t, \quad (2.39)$$

где c — теплоёмкость воды, кДж/(кг·К).

В тепловых аппаратах предприятий общественного питания используется влажный насыщенный пар.

Однако использование водяного пара в сравнительно небольших тепловых аппаратах, предназначенных для предприятий общественного питания, приводит к значительному увеличению их металлоемкости (из-за повышенного давления пара). Кроме того, требуется организация котельного хозяйства, включающего в себя паровые котлы, разнообразное вспомогательное оборудование (насосная установка, аппараты тягодутьевой группы, деаэраторы, приборы химводоочистки и др.). Если при сравнительно больших объемах потребления пара на предприятиях пищевой промышленности подобное хозяйство оправдано, то для малых тепловых аппаратов общественного питания при объемах потребления пара до 0,5 т/ч организация его нецелесообразна.

Органические жидкости. Органические высокотемпературные теплоносители диарилметаны (дитолилметан — ДТМ и дикумилметан — ДКМ), а также дифенильная смесь (даутерм — А) эффективно и устойчиво работают в двухфазном состоянии, так как представляют собой изоляторы с практически постоянным значением физических констант. **Они имеют высокие температуры кипения: ДТМ — $296\text{ }^\circ\text{C}$; ДКМ — $336\text{ }^\circ\text{C}$ и сравнительно низкие температуры затвердевания ДТМ — $32\text{ }^\circ\text{C}$; ДКМ — $24\text{ }^\circ\text{C}$.** Теплоносители термостойки в пределах температур до $350\text{ }^\circ\text{C}$ и не оказывают коррозионного воздействия на металлы. При обогреве поверхностей нагрева двухфазным теплоносителем при атмосферном давлении отпадает необходимость регулировать его объём, так как при кипении температура сохраняется постоянной по всему объёму, занятому обеими фазами. **Применение теплоносителей в двухфазном состоянии значительно уменьшает количество жидкости, заливаемой в греющие камеры, что позволяет**

экономить топливо, газ, электроэнергию и сокращает время разогрева. При применении высокотемпературных органических теплоносителей греющие камеры необходимо герметизировать для защиты окружающей среды.

В качестве промежуточного теплоносителя применяются минеральные масла. В жарочных аппаратах используют вапор-Т. Это вязкая жидкость, без запаха, темно-коричневого цвета. Применяется вапор-Т при температурах до 280 °С. Необходимо отметить, что при высоких температурах вязкость минеральных масел возрастает, наблюдается термическое разложение, которое сопровождается образованием на поверхности пленки и ухудшает теплообмен. Кроме того, пары масел интенсивно горят и взрываются, что обуславливает их использование только в однофазном (жидком) состоянии. При конструировании тепловых аппаратов, применяющих в качестве теплоносителей минеральное масло, необходимо учитывать, что для обеспечения высоких температур рабочих объемов аппаратов греющие камеры необходимо заполнять по всему объему, чтобы обеспечить почти полное покрытие всей поверхности рабочих элементов. К недостаткам минеральных масел нужно отнести небольшую теплопроводность, что при большой вязкости масла приводит к продолжительному разогреву. Ввиду высокой инерционности масел при их использовании в качестве промежуточного теплоносителя регулирование технологического процесса вызывает определенные затруднения.

Жидкие кремнийорганические вещества занимают промежуточное положение между органическими и неорганическими соединениями. В качестве теплоносителей применяются только в жидкой фазе, так как пары их нестойки.

Кремнийорганические жидкости отличаются низкой температурой застывания (от -60 до -140 °С), высокой теплопроводностью, стойкостью к окислению, хорошими диэлектрическими свойствами, малой вязкостью, взрывобезопасностью, отсутствием запаха и коррозионной активностью.

Наибольший интерес среди теплоносителей, удовлетворяющих требованиям обогрева рабочих камер тепловых аппаратов, представляют ПФМС-4, сополимер-5 и ФМ-6.

Топочные газы. В качестве теплоносителя применяют продукты сгорания топлива, которые с помощью тяговых устройств проходят по газоходам аппаратов, охлаждаются и выводятся в атмосферу. При выходе из топки они имеют высокую температуру от 300 до 800 °С и обогревают поверхности нагрева аппарата. При сжигании 1 кг или 1 м³ топлива выделяется теплота, равная теплоте сгорания топлива, зависящая от его состава и отнесенная к рабочей, сухой или горючей массе топлива.

Продукты сгорания после обогрева рабочих элементов тепловых аппаратов используются как вторичные энергоресурсы при обогреве различных теплогенерирующих

устройств. К недостаткам топочных газов следует отнести неравномерность нагрева, трудность регулирования температуры, низкий коэффициент теплоотдачи от газа к стенке (не более 35...60 Вт/м²К), отложение на теплопередающих поверхностях сажи и увеличение ее термического сопротивления. **Основные характеристики теплоносителей приведены в таблице 2.2.**

ТАБЛИЦА 2.2 Теплофизические характеристики кремнийорганических жидкостей

Характеристика при P=0,1 МПа	Температура, К	Теплоноситель		
		ПФМС-4	Сополимер-5	ФМ-6
Плотность ρ , кг/м ³	293,7	1105,1	1028,1	978,4
	317,3	1091,8	1000,8	956,3
	390,4	1028,7	942,9	889,3
	455	982,9	887,1	833,1
	474	967,6	869,3	81,4
	493	952,4	—	—
Динамический коэффициент вязкости $\eta \cdot 10^3$, Па·с	296	730,69	71,72	43,62
	317,2	239,4	43,55	29,61
	368,2	37,01	16,54	13,95
	455,2	12,58	5,271	5,03
	474	10,6	4,342	4,123
Изобарная теплоемкость C_p , кДж/(кг·К)	493	8,92	—	—
	296,8	1,228	2,613	2,563
	323,2	1,312	2,706	2,658
	374,1	1,498	2,880	2,820
	452,3	1,769	3,140	3,015
Теплопроводность $\lambda \cdot 10^4$ Вт/(м·К)	474,7	1,837	3,207	3,098
	493	1,406	—	—
	296,7	—	1277	1201
	324,4	—	1224	1117
	353,3	—	1168	1124
Температура, К:	442,9	—	988	1006
	473,3	—	923	962
	кипения	563	573	633
	вспышки	608	588	603

2.1 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На предприятиях общественного питания используется оборудование, работающее на твёрдом, жидком и газообразном топливе. Одним из недостатков этих видов топлива является потеря теплоты с уходящими продуктами сгорания (топочными газами), температура которых колеблется в пределах от 300 до 800 °С. Это влечет за собой перерасход топлива и предопределяет относительно низкий КПД аппаратов.

Более полное использование теплоты уходящих газов может быть достигнуто двумя путями: увеличением поверхности нагрева и изменением гидродинамики тракта продуктов сгорания, идущих по конвективному газоходу. Повышение эффективности

конвективного теплообмена достигается путем применения специальных устройств — турбулизаторов, устанавливаемых в каналах различного сечения, которые позволяют повысить коэффициент теплоотдачи путем турбулизации газового потока, а также достигнуть более равномерного распределения температуры на конвективных поверхностях нагрева тепловых аппаратов. Некоторые турбулизаторы выполняют роль сажеочистителей. Применение турбулизаторов позволяет повысить лучистый коэффициент теплоотдачи на 20...30 %, утилизировать теплоту уходящих газов и снизить их температуру до 200...250°С. Например, для повышения кпд и утилизации теплоты уходящих газов плиты оборудуются встроенными водонагревателями или выносными тепловыми шкафами.

Большое значение для экономии топлива имеет снижение потерь теплоты от химической неполноты сгорания топлива. Процесс горения должен протекать таким образом, чтобы в топке не было большого избытка или недостатка воздуха. Нарушение правильного режима горения вызывает образование сажи, которая оседает на поверхности нагрева аппаратов, что резко ухудшает условия теплопередачи. В плитах, работающих на жидком топливе, необходимо следить за давлением топлива, подаваемого насосом, количество подаваемого вентилятором воздуха регулировать заслонками, регулировать расход топлива заменой жиклера горелки. В газовых плитах следует следить за состоянием газогорелочных устройств и повсеместно применять автоматическое регулирование теплового режима.

- **На расход топлива оказывают большое влияние коэффициенты загрузки жарочной поверхности плит и жарочных шкафов.** Неполное использование жарочной поверхности или объема шкафа снижает кпд аппаратов и увеличивает расход топлива.
- **Немаловажным фактором для экономии топлива является использование наплитной посуды с ровным дном,** так как в случае неплотного контакта наплитной посуды с рабочей поверхностью плиты между ними образуется воздушная прослойка, резко ухудшаются условия теплопередачи. Также необходимо отметить, что конструкции твердотопливных плит и котлов имеют теплопроизводительность, в 8...12 раз превышающую необходимую, что ведет к большому перерасходу топлива. **С целью снижения расхода топлива следует регулировать температуру с помощью шиберных заслонок и дверей зольника в соответствии с требованиями технологического процесса.** Кроме того, для экономии топлива при эксплуатации твердотопливных плит имеет значение правильная их установка, обмуровка и изоляция стенок.
- Снижению расхода топлива способствует модернизация оборудования. Основные её

направления заключаются в следующем: в пищеварочных котлах — уменьшение объёма парогенератора, герметизация и вакуумирование греющей рубашки, развитие конвективного тракта, интенсификация теплообмена, секционирование зольника; в плитах — уменьшение объёма топок, сокращение продолжительности разогрева жарочной поверхности, снижение металлоемкости, точное регулирование теплового режима; в кипятильниках — экранирование топки; развитие конвективного тракта, интенсификация теплообмена.

В тепловых аппаратах предприятий общественного питания, обслуживающих заводы и фабрики с крупным паровым хозяйством, в качестве теплоносителя необходимо использовать пар, так как он является самым дешевым видом топлива. Применение пара позволяет значительно снизить расходы условного топлива при эксплуатации.

В последние годы предприятия общественного питания оснащаются в основном оборудованием, работающим на электроэнергии. Наиболее энергоёмкими являются электрические плиты. При их эксплуатации важное значение имеет время разогрева конфорок до рабочего состояния в минимально короткий срок. Значительным недостатком при эксплуатации плит является неполное использование жарочной поверхности. Специальные замеры показали, что среднее значение коэффициента использования жарочной поверхности составляет 0,24. Это приводит к нерациональным затратам электроэнергии.

3 КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Многообразие способов тепловой обработки продуктов предопределяет широкую номенклатуру тепловых аппаратов. Их можно классифицировать по нескольким различным признакам.

По своему функциональному назначению тепловое оборудование классифицируется на универсальное и специализированное. К универсальным тепловым аппаратам относятся плиты кухонные, с помощью которых можно осуществлять различные приемы тепловой обработки. Специализированные тепловые аппараты предназначены для реализации отдельных способов тепловой обработки.

По технологическому назначению специализированное тепловое оборудование классифицируется на варочное, жарочное, жарочно-пекарное, водогрейное и вспомогательное.

Варочное оборудование включает пищеварочные котлы, автоклавы, пароварочные аппараты, сосисковарки.

В группу жарочного оборудования входят сковороды, фритюрницы, грили,

шашлычные печи.

К жарочно-пекарному оборудованию относятся жарочные и пекарные шкафы, парожарочные аппараты.

Водогрейное оборудование представлено кипятильниками и водонагревателями.

Вспомогательное оборудование включает мармиты, тепловые шкафы и стойки, термостаты, оборудование для транспортировки пищи.

В зависимости от источника теплоты оборудование классифицируется на электрические, паровые, огневые, газовые (твердо- или жидкотопливные) тепловые аппараты.

По структуре рабочего цикла тепловое оборудование подразделяется на аппараты периодического и непрерывного действия.

По способу обогрева различают контактные тепловые аппараты и аппараты с непосредственным и косвенным обогревом пищевых продуктов.

В контактных тепловых аппаратах продукт нагревается при непосредственном контакте с теплоносителем (например, с паром в пароварочных аппаратах).

В аппаратах с непосредственным обогревом теплота к продуктам передается через разделительную стенку (например, котлы и сковороды), в аппаратах с косвенным обогревом- через промежуточный теплоноситель. В качестве промежуточного теплоносителя используют воду, пар, минеральные масла, органические и кремнийорганические жидкости.

По конструктивному решению тепловые аппараты классифицируются на несекционные и секционные, немодулированные и модулированные.

Несекционные тепловые аппараты имеют различные габариты, конструктивное исполнение; их детали и узлы не унифицированы и они устанавливаются индивидуально, без учета блокировки с другими аппаратами. Несекционное оборудование требует для своей установки значительных площадей, так как его монтаж и обслуживание осуществляются со всех сторон.

Секционное оборудование выполняется в виде отдельных секций, в которых основные узлы и детали унифицированы. Фронт обслуживания таких аппаратов — с одной стороны, благодаря чему возможно соединение отдельных секций и получение блока аппаратов требуемой мощности и производительности.

В основу конструкции модульных аппаратов положен единый размер — модуль. При этом ширина (глубина) и высота до рабочей поверхности всех аппаратов одинаковы, а длина кратна модулю. Основные детали и узлы этих аппаратов максимально унифицированы.

Отечественная промышленность выпускает секционное модулированное оборудование с модулем 200 ± 10 мм. Ширина оборудования равна 840 мм, а высота до рабочей поверхности — 850 ± 10 мм, что соответствует основным средним антропометрическим данным человека.

Дальнейшее совершенствование теплового оборудования основывалось на производстве секционных аппаратов под функциональные ёмкости, что наиболее полно удовлетворяет задаче индустриализации процессов приготовления пищи.

Для упорядочения проектирования и производства аппаратов новых конструкций, обеспечения максимальной унификации узлов и деталей, снижения эксплуатационных затрат разработаны ГОСТы на все тепловые аппараты.

За исходные параметры в типоразмерном ряду тепловых аппаратов приняты; для плит и сковород — площадь жарочной поверхности, м^2 ; для кипяtilьников — часовая производительность, $\text{дм}^3/\text{ч}$; для котлов — вместимость варочного сосуда, дм^3 , и т. д.

Аппараты, работающие на электроэнергии, газе, паре, твердом и жидком топливе, включаются в один параметрический ряд, который состоит из нескольких типов, работающих на одном виде энергоносителя. Аппараты одного типа могут быть представлены одним или несколькими типоразмерами.

В соответствии с классификационной схемой и ГОСТами была принята индексация теплового оборудования, которая дает сведения о назначении теплового аппарата, его энергоносителя, размере и особенностях конструкции.

В основу индексации положено буквенно-цифровое обозначение оборудования.

Первая буква соответствует наименованию группы, к которой относятся данные аппараты. Например; плиты — П, котлы — К, шкафы — Ш и т. д.

Вторая буква соответствует наименованию вида оборудования, например; секционные — С, пищеварочные — П, непрерывного действия — Н.

Третья буква соответствует наименованию энергоносителя, например; паровые — П, газовые — Г, электрические - Э, твердотопливные — Т.

Цифра, отделенная от буквенного обозначения дефисом, соответствует типоразмеру или основному параметру данного оборудования: площадь жарочной поверхности, число конфорок, число жарочных шкафов, производительность по кипятку, вместимость котла.

В индексацию секционного модульного оборудования вводится четвертая буква М — модульный.

Например: КПЭ-60 — котел пищеварочный электрический, вместимостью 60 дм^3 ; КНЭ-25 — кипяtilьник непрерывного действия производительностью 25 $\text{дм}^3/\text{ч}$; ПГС-2 —

плита секционная газовая двухконфорочная; ПЭСМ-4 — плита электрическая секционная модульная четырехконфорочная. Плиты электрические выпускаются с круглыми и прямоугольными конфорками, с жарочными шкафами и без них для непосредственной жарки на жарочной поверхности. Эти конструктивные особенности отражаются в индексации буквой после цифры, например; ПЭСМ-2К — плита электрическая секционная модульная с двумя круглыми конфорками; ПЭСМ-2 — плита электрическая секционная модульная с двумя конфорками для непосредственной жарки с жарочным шкафом.

4 ПИЩЕВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВАРОЧНЫМ АППАРАТАМ

Варка пищевых продуктов осуществляется в технологических жидкостях (бульон, молоко, вода), являющихся компонентами кулинарной продукции (в отдельных процессах технологическая жидкость сливается). За последние годы широкое распространение получает как наиболее прогрессивный процесс варка продуктов в атмосфере влажного насыщенного пара при его непосредственном воздействии на продукт (так называемый острый пар). По температурным режимам процесс варки может быть осуществлен при температурах ниже 100 °С, при 100 °С и выше 100 °С. Варьирование температурными режимами в процессе варки пищевых продуктов осуществляется изменением давления в рабочих камерах варочных аппаратов. Приведенные способы и режимы варки пищевых продуктов позволяют сделать общую классификацию, варочных аппаратов по ряду определяющих технологических признаков (табл. 4.1).

Каждая группа приведенных в табл. 4.1 аппаратов имеет свои конструктивные особенности, обусловленные видом топлива, теплоносителя, энергии.

ТАБЛИЦА 4.1 Классификация варочного оборудования

Среда, в которой осуществляется процесс	Режимные характеристики процесса варки	Аппараты
Технологическая жидкость	Температура жидкости ниже 100 °С (вакуумирование рабочих объемов)	Вакуум-аппараты
	Температура жидкости равна 100 °С (атмосферное давление)	Пищеварочные котлы, сосисковарки, кофеварки
	Температура жидкости выше 100 °С (давление в рабочей камере выше атмосферного)	Автоклавы, кофеварки
Влажный насыщенный пар	Температура среды выше 100 °С (давление в рабочей камере выше атмосферного)	Пароварочные шкафы, варочные аппараты непрерывного действия большой производительности

Конструкции варочных аппаратов должны соответствовать технологическим требованиям конкретного процесса варки пищевого продукта или кулинарного изделия в целом. Основные технологические требования, предъявляемые к конструкциям варочных аппаратов, сводятся к получению высококачественного готового продукта с максимальным

сохранением (от исходного в сырье) пищевых (белков, жиров, углеводов), минеральных, экстрактивных веществ, витаминов при минимальных затратах теплоты. Технологические цели в процессах варки различных продуктов определяют технологические требования к группам аппаратов и их конструкциям (табл. 4.2).

ТАБЛИЦА 4.2 Технологические цели варки и технологические требования к конструкциям аппаратов

Варочные аппараты	Основная технологическая цель	Основные технологические требования к конструкции аппарата
Вакуум-аппараты	Максимальное сохранение естественной структуры продукта, красящих веществ, витаминов, минеральных и пищевых веществ при увеличении концентрации исходного продукта	Нагрев продукта и осуществление процесса варки (выпарки) при температуре ниже 100 °С
Пищеварочные котлы	Получение готового продукта с высокими органолептическими качествами при максимальном сохранении веществ в исходном сырье и его биологической ценности	Нагрев продукта при температуре не выше 100 °С. с регулированием режима варки в пределах температуры кипения; отключение нагрева перед окончанием процесса
Сосисковарки	Получение вареных сосисок, сарделек с сохранением оболочки и равномерным распределением расплавленного жира в их объеме	Нагрев продукта до температуры кипения воды и выдержка его при этом режиме 2...3 мин
Кофеварки I типа	Максимальное извлечение ароматических, вкусовых веществ из порошка кофе, придание напитку свойственного ему запаха и вкуса	Нагрев напитка при температуре 100 °С с непрерывной циркуляцией воды через слой порошка кофе
Кофеварки II типа	Максимальное извлечение ароматических, вкусовых веществ из порошка кофе, придание напитку свойственного ему запаха и вкуса	Нагрев напитка при температуре жидкости выше 100 °С за счет увеличения давления воды (и ее температуры) и воздействия влажного насыщенного пара при снижении длительности процесса варки (в сравнении с варкой при температуре 100 °С)
Автоклавы	Максимальное извлечение пищевых веществ (белков, жира, минеральных, экстрактивных) при варке костных бульонов, без глубоких химических превращений	Нагрев продукта при температурах не выше 130—135 °С в течение 1,5...2,5 ч без доступа кислорода воздуха. Предпочтительное удаление жира в процессе варки бульонов
Пищеварочные шкафы. Варочные аппараты непрерывного действия	Максимальное сохранение пищевых и биологических веществ в продукте за минимально возможным срок	Воздействие влажного насыщенного пара при температуре 105...107 °С без доступа кислорода воздуха

Как правило, варку в жидкости при атмосферном давлении проводят в двух режимах. При первом режиме жидкость доводят до кипения, далее температуру жидкостей несколько снижают (на 2...3 °С) и продолжают варку при слабом (тихом) кипении. Второй режим заключается в том, что жидкость с продуктом доводят до кипения, выдерживают некоторое время при этой температуре, а затем прекращают подвод теплоты. Кулинарная готовность продукта достигается за счет теплоты, аккумулированной аппаратом, жидкостью и продуктом.

Наиболее характерный график изменения температуры жидкости в рабочей ёмкости варочного аппарата приведен на рис. 4.1. На этом графике участок 1—2 соответствует

нагреву жидкости до кипения; 2—3 — сильное кипение; 3—4 — закладка продукта; 4—5 — нагрев до кипения; 5—6 — сильное кипение; 6—7 — снижение температуры; 7—8 — слабое кипение; 8—9 — отключение аппарата (аккумуляция теплоты).

Продолжительность нагрева жидкости до кипения зависит от множества факторов; начальной температуры жидкости, величины коэффициента теплопередачи, поверхности нагрева, температурного напора.

В свою очередь величина коэффициента теплопередачи зависит от свойств жидкости, режима её движения, наличия термических сопротивлений и др. Продолжительность нагрева жидкости до кипения без учета тепловых потерь может быть определена из выражения

$$\tau = Gc(t_k - t_n) / kS\Delta t_{cp}, \quad (4.1)$$

где G — количество жидкости, кг; c — удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К); t_k , t_n — соответственно температура кипения и начальная температура жидкости; k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); S — рабочая поверхность варочного аппарата, м²; Δt_{cp} — температурный напор, К.

Нагрев продуктов осуществляется от кипящей жидкости. Внутри продукта теплота переносится от поверхности к центру за счёт теплопроводности. Большинство пищевых продуктов имеют относительно низкий коэффициент теплопроводности, чем объясняется длительный период их варки. Продолжительность прогрева продуктов существенно зависит от степени их измельчения.

5 КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ

5.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ

На предприятиях общественного питания эксплуатируются котлы различных типов, отличающиеся способом обогрева, вместимостью и формой варочных сосудов, видом энергоносителей. Все эти различия определяют номенклатурный ряд пищеварочных котлов и их классификацию (рис. 5.1).

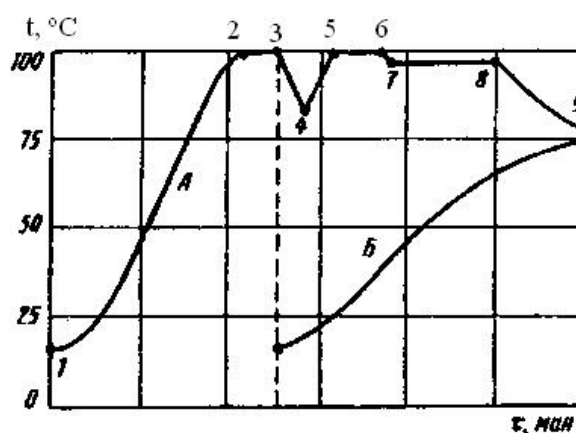


Рис. 4.1 Изменение температуры жидкости в варочном сосуде – кривая А и температуры продукта – кривая Б

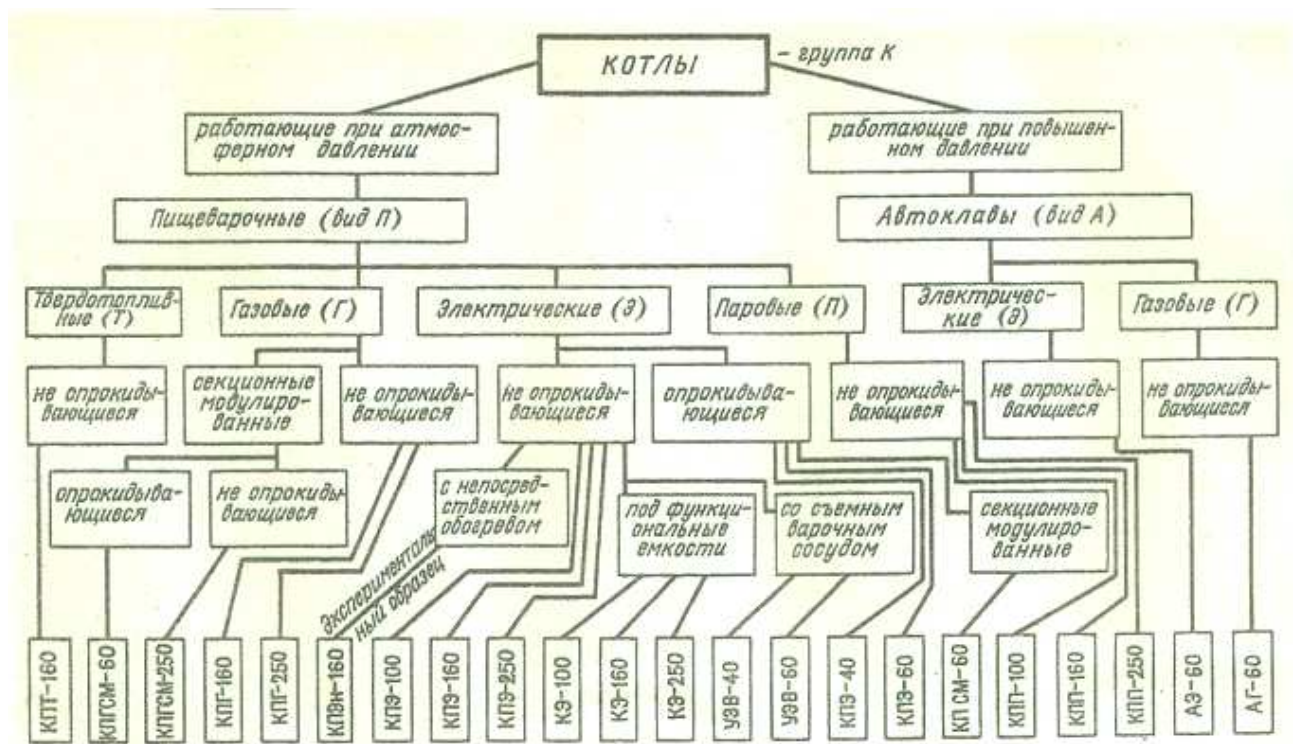


Рис. 5.1 Схема классификации пищеварочных котлов

▪ В зависимости от давления в варочном сосуде все котлы классифицируются на пищеварочные котлы, работающие на атмосферном или незначительном избыточном давлении, и автоклавы, работающие при повышенном давлении (250 кПа).

▪ В зависимости от источника теплоты котлы подразделяются на твердотопливные, газовые, электрические и паровые.

▪ По способу установки котлы классифицируются на опрокидываемые, опрокидываемые и со съёмным варочным сосудом. Как правило, опрокидываемые котлы выпускаются вместимостью варочного сосуда более 100 дм³, а опрокидываемые — вместимостью менее 100 дм³. Котлы со съёмным варочным сосудом имеют вместимость менее 60 дм³.

▪ В зависимости от способа обогрева различают котлы с непосредственным и косвенным обогревом.

Котлы с непосредственным обогревом могут работать на твёрдом топливе, газе и электрическом обогреве. По конструкции и эксплуатации они более просты, чем котлы с косвенным обогревом, однако им присущи недостатки: низкий КПД, сложность регулирования теплового режима, возможность пригорания продуктов.

Котлы с косвенным обогревом работают при повышенном давлении в греющей рубашке (до 150 кПа). В качестве промежуточного теплоносителя используется вода.

▪ По соотношению основных геометрических размеров котлы классифицируются на немодулированные, секционные модулированные и котлы под функциональные

ёмкости.

▪ **Смодулированные пищеварочные котлы** имеют цилиндрическую форму варочного сосуда. **Секционные модулированные котлы и котлы под функциональные ёмкости имеют варочный сосуд в виде прямоугольного параллелепипеда.** Наружные размеры этих котлов унифицированы, они имеют одинаковую высоту и ширину (глубину), длина их кратна модулю (у секционных модульных котлов — 210 мм, у котлов под функциональные емкости — 100 мм). Варочный сосуд котлов под функциональные емкости имеет размеры, соответствующие размерам функциональных емкостей.

Согласно схеме классификации пищеварочных котлов (см. рис. 5.1) осуществляется их буквенно-цифровая индексация.

▪ **У немодулированных котлов буквы обозначают группу, вид котла и вид энергоносителя. Цифры показывают вместимость варочного сосуда в дм^3 .** Например, индекс котла КПЭ-160 расшифровывается следующим образом: К — котел; П — пищеварочный; Э — электрический; 160 — вместимость (в дм^3).

▪ **У секционных модулированных котлов к буквенному индексу добавляются буквы СМ, что обозначает — секционный модулированный.** Например, индекс котла КПЭСМ-60 расшифровывается так: котел пищеварочный электрический секционный модулированный вместимостью 60 дм^3 .

У котлов под функциональные емкости индекс включает буквы: К — котел Э — электрический и число, показывающее вместимость варочного сосуда в дм^3 . Например, котел КЭ-100.

Буквенно-цифровой индекс устройств со съемным варочным сосудом (например, УЭВ-60) расшифровывается — устройство электрическое вместимостью 60 дм^3 .

Котлы, работающие при повышенном давлении в варочном сосуде, имеют индекс, в котором первая буква А обозначает, что это автоклав, вторая буква показывает вид энергоносителя (Э — электрический, Г — газовый), а цифра показывает вместимость варочного сосуда в дм^3 (например, АЭ-60).

5.2 УСТРОЙСТВО ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ

Пищеварочные котлы представляют собой варочный сосуд с крышкой, который помещен в наружный котёл. Снаружи котёл покрыт слоем тепловой изоляции, уложенной между облицовкой и наружным котлом. В нижней части котла смонтирован парогенератор, объединенный с паровой рубашкой. Конструкция котла устанавливается на постамент. Пар, генерируемый в парогенераторе, заполняет паровую рубашку, соприкасаясь с варочным сосудом, конденсируется, отдает теплоту парообразования стенке, по которой конденсат вновь

стекает в парогенератор.

Принципиальные конструктивные схемы пищеварочных котлов с косвенным обогревом приведены на рис. 5.2, а, б, в, г.

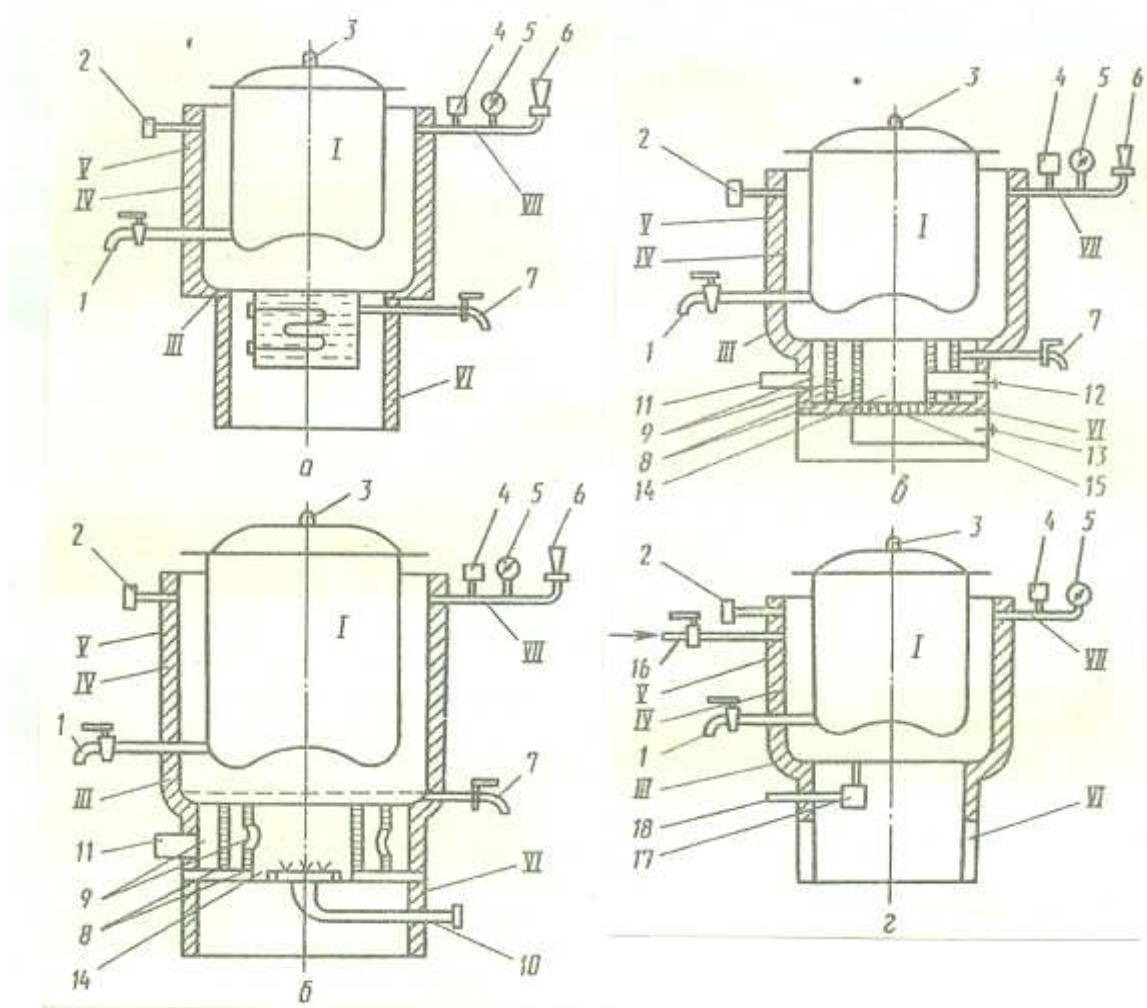


Рис. 5.2 Принципиальные конструктивные схемы пищеварочных котлов с косвенным обогревом:

а — электрических; б — газовых; в — твердотопливных; г — паровых:

I — варочный сосуд; II — парогенератор; III — корпус котла; IV — тепловая изоляция; V — кожух; VI — основание аппарата; VII — арматура и контрольно-измерительные приборы: 1 — сливной пробковый кран; 2 — воздушный клапан; 3 — клапан-турбина; 4 — двойной предохранительный клапан; 5 — манометр; 6 — наполнительная воронка; 7 — кран уровня; 8 — концентрично расположенные кольцевые карманы; 9 — кольцевой газоход; 10 — газогорелочное устройство; 11 — патрубок для отвода продуктов сгорания; 12 — дверца топki; 13 — дверца зольниковой камеры; 14 — камера сгорания; 15 — колосниковая решетка; 16 — паропровод; 17 — конденсатоотводчик; 18 — конденсатопровод

Пищеварочный котел представляет собой двухстенный варочный сосуд I, расположенный в корпусе III, который покрыт кожухом V, изготовленным из листов эмалированной стали. Пространство между наружным корпусом и кожухом заполнено тепловой изоляцией IV. В нижней части наружного котла смонтирован парогенератор II. Вся конструкция котла крепится на основании VI. Пространство между внутренними и наружными котлами представляет собой герметичную паровую рубашку. На трубопроводах, соединенных с паровой рубашкой, установлены воздушный клапан и контрольно-

измерительная и предохранительная арматура — двойной предохранительный клапан, электроконтактный манометр (для твердотопливных и паровых котлов — манометр), наполнительная воронка. На крышке котла расположен клапан-турбинка (если крышка закрывается герметично). Для слива содержимого из варочного сосуда предусмотрен сливной кран. Уровень воды в парогенераторе контролируется с помощью крана уровня.

Принципиальное отличие котлов различных типов заключается в конструкции парогенератора. Парогенератор неподвижных электрических котлов представляет собой металлический короб, в котором смонтированы электронагреватели (тэны). У опрокидываемых электрических котлов парогенератор совмещен с пароводяной рубашкой, а тэны смонтированы в нижней ее части.

У газовых и твердотопливных котлов обогрев парогенератора осуществляется непосредственно пламенем и продуктами сгорания топлива. В связи с этим возникают дополнительные потери теплоты с уходящими продуктами сгорания (составляющая Q_2 теплового баланса). С целью уменьшения этих потерь у газовых и твердотопливных котлов парогенератор совмещен с топкой. **Для увеличения поверхности теплообмена, турбулизации потока и удлинения пути движения топочных газов (с целью снижения их температуры на выходе в дымоход) парогенератор газовых и твердотопливных котлов выполнен в виде двух концентричных карманов, вставленных друг в друга.** Пространство между карманами представляет собой два кольцевых газохода.

Пространство, образующееся в центре парогенератора, является камерой сгорания, в которой у газовых котлов смонтировано газогорелочное устройство. Продукты сгорания после движения по кольцевым газоходам через патрубок для отвода продуктов сгорания попадают в дымоход и выбрасываются в атмосферу. Такой сложный путь движения уходящих продуктов сгорания позволяет снизить их температуру в 5—6 раз, что способствует значительному увеличению КПД газовых и твердотопливных котлов. У твердотопливных котлов в нижней части камеры сгорания расположена колосниковая решетка для размещения твердого топлива (уголь, дрова, торф и др.). Под колосниковой решеткой имеется золотниковая камера с дверцей. Камера сгорания также имеет дверцу.

Паровые пищеварочные котлы не имеют индивидуального парогенератора. Пар в рубашку котлов подается по паропроводу путём открывания запорного вентиля на паропроводе непосредственно у ввода в котёл. В днище рубашки вмонтированы штуцер с конденсатоотводчиком для отвода конденсата в конденсатопровод.

Опрокидываемые пищеварочные котлы устанавливаются на станине. Опрокидывается котел с помощью цапф, прикрепленных винтами к кожуху и опирающихся на подшипники скольжения вилкообразной станины, или тумб. На правой цапфе с помощью

шпонки закрепляется червячное колесо, находящееся в зацеплении с червяком. На оси червяка установлен маховик, при вращении которого происходит опрокидывание котла. Опрокидывающиеся котлы закрываются легко снимающейся крышкой без клапана-турбинки; у них отсутствует сливной кран, поэтому слив содержимого осуществляется при его опрокидывании.

Пищеварочные котлы с непосредственным обогревом отличаются от котлов с косвенным обогревом отсутствием рубашки и соответствующей арматуры (крана уровня, двойного предохранительного клапана, наполнительной воронки и др.). Стенки котла покрываются теплоизоляцией, защищенной облицовкой.

В последние годы проведены экспериментальные работы по созданию котлов с непосредственным обогревом. Например, непосредственный нагрев используется в газовых пищеварочных котлах. В таких котлах значительно труднее обеспечить равномерность нагрева содержимого, поэтому в них предусмотрена неравномерная толщина варочного сосуда, что повышает металлоёмкость и создает сравнительно низкую плотность теплового потока теплопередающей поверхности, увеличивающую продолжительность разогрева.

5.3 АВТОКЛАВЫ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ)

На предприятиях общественного питания для варки бульонов, а также быстрой варки овощей и бобовых могут быть использованы автоклавы.

Автоклав представляет собой пищеварочный котёл, в котором двухстенная крышка с помощью откидных болтов герметично закрывается. Благодаря этому давление в варочном сосуде достигает 300 кПа (2 атм), а температура варки — 130—135 °С. Конструктивно автоклав практически не отличается от котлов с косвенным обогревом и представляет собой двухстенный сосуд с герметичной крышкой. В нижней части наружного сосуда смонтирован парогенератор. Снаружи варочный сосуд покрыт тепловой изоляцией и облицован эмалированными стальными листами.

Варка пищевых продуктов в автоклаве значительно интенсифицируется за счёт обработки при высокой температуре. Это способствует быстрому прогреву продуктов и значительному ускорению процесса экстракции.

Однако автоклавы обладают и значительными недостатками: повышенная металлоёмкость конструкции; снижение качества готовых изделий. При повышении давления и температуры интенсивно протекает реакция гидролиза, происходят эмульгирование жиров, разрушение витаминов и другие нежелательные процессы; необходимость периодических испытаний, так как сосуд работает под давлением.

Все перечисленные недостатки ограничивают применение автоклавов, и они практически не используются. Отечественная промышленность выпускает автоклав электрический АЭ-60 и автоклав газовый АГ-60.

В настоящее время разработан комплект теплового оборудования, в том числе и пищеварочных котлов, под функциональные емкости, являющиеся основными и необходимыми элементами для рационального использования котлов.

На предприятиях общественного питания технологические операции по приемке продуктов, их хранению, предварительной обработке, приготовлению и раздаче недостаточно взаимосвязаны между собой. Это обусловлено тем, что товары поступают на предприятия питания в различной по материалу, конструкции и размерам таре. Степень готовности продуктов также различна. Их приходится часто переливать и перекладывать, что требует затрат труда, а это не позволяет повысить уровень механизации производственных процессов.

Продукты от доставки до раздачи перекладываются в среднем 8 раз. Применение функциональных емкостей, соответствующих рабочим объемам технологического оборудования, в корне меняет процессы подготовки сырья, приготовления и реализации пищи.

5.4 АРМАТУРА ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ

Пищеварочные котлы с косвенным обогревом снабжены контрольно-измерительной и предохранительной арматурой. На котлах устанавливают: манометр, кран уровня, наполнительную воронку, продувочный кран (на пароварочных котлах), двойной предохранительный клапан и клапан-турбинку.

Манометр предназначен для измерения в процессе работы давления в паровой рубашке котла. На электрических (некоторых газовых) котлах устанавливается электроконтактный манометр, с помощью которого автоматически поддерживается уровень давления в рубашке котла и осуществляется управление тепловым режимом.

В электроконтактном манометре имеются три стрелки: одна подвижная, показывающая давление, и две неподвижные, перемещаемые вручную с помощью специального ключа. Неподвижными стрелками перед началом работы котла устанавливают верхний и нижний уровни давления в рубашке. Стрелки электроконтактного манометра включены в электрическую цепь управления котла.

При включении котла давление пара в его рубашке начинает возрастать. При достижении верхнего заданного уровня давления подвижная стрелка совпадает с неподвижной, с помощью которой задан верхний предел давления, при этом замыкаются их

контакты и котел автоматически переключается на 1/6 или 1/9 мощности (режим тихого кипения). Давление в паровой рубашке начинает падать. При совпадении подвижной стрелки с нижней неподвижной стрелкой замыкаются их контакты и котёл вновь переключается на максимальную мощность. Таким образом давление в рубашке котла автоматически поддерживается между верхним и нижним пределами давления. При этом тепловой режим котла также автоматически регулируется.

Двойной предохранительный клапан состоит из двух клапанов — парового и вакуумного, расположенных в общем корпусе (рис. 5.3 а, б). Паровой клапан помещается

в верхней части корпуса и прижимается к седлу грузом. При повышении давления в греющей рубашке сверх допустимой величины (150 кПа) пар, преодолевая массу груза, приподнимает клапан над седлом и начинает выходить в атмосферу. Вакуумный клапан помещается в нижней части корпуса в гнезде. Он открывается под давлением наружного воздуха, когда в рубашке образуется вакуум (давление становится ниже атмосферного). Воздух, проникая через открытый клапан в рубашку, выравнивает давление. Вакуум в рубашке образуется при охлаждении котла в результате конденсации пара, поскольку удельный объем последнего больше удельного объема воды (конденсата). В процессе эксплуатации паровой клапан может прикипеть к седлу и в нужный момент не сработать. Во избежание этого в новых конструкциях двойных

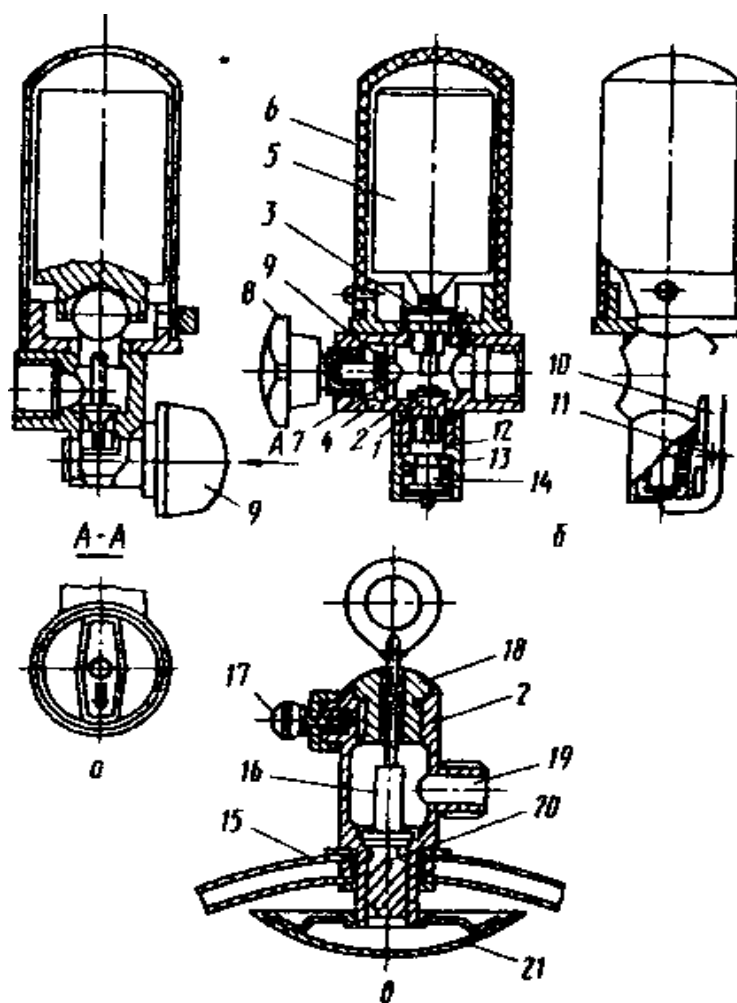


Рис. 5.3 Клапаны:

а — грузовой двойной предохранительный; б — грузовой двойной предохранительный, совмещенный с клапаном для выпуска воздуха; в — клапан-турбинка: 1 — вакуумный клапан; 2 - корпус клапана; 3 — паровой клапан (клапан давления); 4 — отверстия для выхода пара (воздуха) в атмосферу; 5 — груз; 6—кожух; 7— прокладка; 8 — рукоятка-барашек; 9 — воздушный клапан; 10 — рычаг подрыва; 11 — ось вращения; 12 — втулка; 13 — пружина; 14 — толкатель; 15 — крышка котла; 16 — шпindel с кольцом; 17 — фиксатор; 18 — ограничительное кольцо; 19 — штуцер для присоединения к паропроводу; 20—клапан с винтовыми канавками (турбинка); 21 — отражатель

конструкциях двойных

предохранительных клапанов предусмотрен рычаг подрыва, с помощью которого клапан следует периодически поднимать над седлом. В этой конструкции имеется также воздушный клапан, который служит для выпуска воздуха из пароводяной рубашки котла в период его разогрева. Этот клапан закрывается и открывается вручную поворотом рукоятки-барашка.

Наполнительная воронка предназначена для заполнения парогенератора водой и выпуска воздуха из пароводяной рубашки в начальный период работы котла (если предохранительный клапан не имеет воздушного клапана). Наполнительная воронка снабжена запорным краном, фильтрующей сеткой и крышкой.

Кран уровня размещается в пароводяной рубашке котла на линии предельно допустимого уровня воды и служит для контроля количества воды в парогенераторе.

Клапан-турбинка (рис. 5.3, в) устанавливается на крышке неопрокидывающихся котлов и предохраняет варочный сосуд от повышения давления сверх 2,5 кПа. При повышении давления сверх допустимого пар, поступающий в корпус клапана-турбинки, ударяет в винтовые канавки шпинделя-турбинки, приподнимает его от седла и приводит во вращательное движение. С внутренней стороны крышки укреплен отражатель, который предотвращает попадание в турбинку мелких частиц пищи при интенсивном кипении содержимого варочного сосуда.

В котлах смонтированы специальные трубопроводы для подачи холодной и горячей воды, которые соединяются в одну поворотную трубу, заканчивающуюся патрубком с краном.

Пароварочные котлы дополнительно оборудуют парозапорным вентиляем, конденсатоотводчиком и продувочным краном. Парозапорный вентиль регулирует поступление пара в паровую рубашку котла. Конденсатоотводчик служит для непрерывного отвода конденсата из паровой рубашки котла.

Продувочный кран, устанавливаемый совместно с конденсатоотводчиком, используется для выпуска воздуха из паровой рубашки, спуска конденсата перед началом работы котла, а также для проверки исправности конденсатоотводчика.

5.5 ТВЁРДОТОПЛИВНЫЕ ПИЩЕВАРОЧНЫЕ КОТЛЫ

В удаленных районах страны, а также для организации питания в полевых условиях наиболее рационально использовать пищеварочные котлы, работающие на угле, торфе, дровах.

Недостатком этих аппаратов является низкий КПД, обусловленный большими потерями теплоты с уходящими газами. При эксплуатации аппаратов происходит загрязнение

помещений топливом, золой. Для хранения запасов топлива необходимо строительство топливохранилищ.

По способу обогрева твёрдотопливные котлы могут быть с непосредственным и косвенным обогревом.

Пищеварочные котлы с непосредственным обогревом могут быть двух типов: стационарные в кирпичной обмуровке (вмазные) и переложные в металлическом корпусе (полевые кухни).

Вмазной пищеварочный котёл (рис. 5.4) устанавливается над топочным устройством в кирпичной кладке. Для удобства чистки сама варочная ёмкость является съёмной — она опирается бортиком на кольцо из уголковой стали в верхней части кирпичной кладки. Чтобы предохранить верхнюю часть кирпичной кладки от разрушения при пролипании на нее содержимого котла, кладку бетонируют, покрывают стальными листами или облицовывают изразцами. **Вмазные котлы устанавливаются с самостоятельной топкой или топкой на два котла.** Самостоятельная топка (может быть боковой или нижней (под днищем котла) с максимально открытой поверхностью днища котла для лучшего тепловосприятия. В одной общей обмуровке иногда устанавливается батарея котлов (два, три и более).

При установке двух котлов; одной топкой, расположенной между ними, газоходы снабжаются задвижками, позволяющими отключать или включать отдельно каждый котел. Горячие газы из топки отводятся в кольцевой газоход обмуровки котла и далее по соединительному газоходу (обводному борову), на котором для регулирования процесса горения в аппаратах с огневым обогревом должна быть установлена задвижка, направляются в дымовую трубу.

Для отопления антрацитом топка котла переоборудуется, но сечение кольцевых газоходов остается без

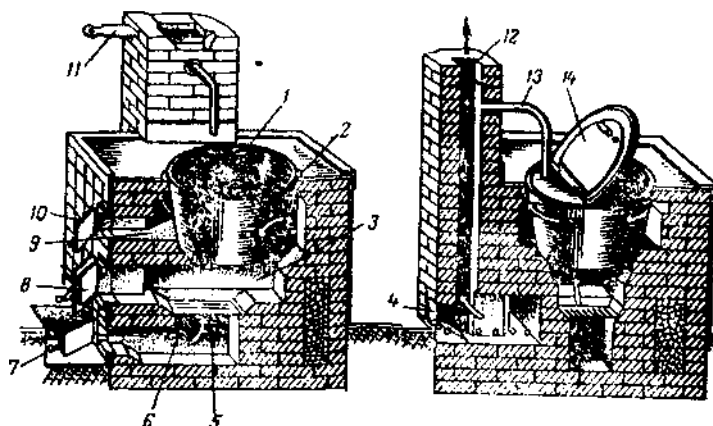


Рис. 5.4. Вмазной пищеварочный котел., с самостоятельной топкой:

1 - котел; 2 - кольцо из уголковой стали; 3 - топка. 4 - отверстие для чистки газохода; 5 — зольник; 6 - колосниковая решетка- 7 — зольниковая дверца; 8 - топочная дверца; 9 - кольцевой газоход; 10 - дверца для чистки газохода; 11 - задвижка; 12 - дымовая труба; 13 - паротвод; 14 - крышка котла. Стрелками указано направление движения уходящих газов

изменения. Переоборудование топки заключается в том, что стенки её выкладываются из огнеупорного кирпича на ребро, которые, начиная с высоты около 20 см от уровня

колосниковой решетки, плавными откосами расширяются, чтобы иметь максимальную поверхность нагрева котла над слоем горящего угля; глухой под заменяется брусчатыми колосниками различной длины (400 мм и больше) в зависимости от вместимости котла. Вместо топочной дверцы устанавливается чугунная дверца с плотным затвором и отражателем.

Значения КПД котлов при изготовлении различных блюд без регулирования процесса горения топлива колеблются от 18 до 28 % для первой варки и от 18 до 30 % при повторной варке. Многократное использование котла (несколько варок подряд) по сравнению с одновременным снижает удельные расходы топлива на 20...30 %, сокращает продолжительность процесса доведения его содержимого до закипания на 30...50 % и повышает КПД установки на 30...40 % за счёт прогрева кладки.

Котёл также можно устанавливать в металлическом корпусе, состоящем из двух обечаек (внутренней и наружной) с хорошей тепловой изоляцией. К нижней части корпуса крепится днище с топкой, колосниковой решёткой и зольником. **К котлам в металлическом корпусе относятся также походные кухни.**

5.5.1 ПОХОДНЫЕ КУХНИ

В тех случаях, когда потребители находятся в местах, удалённых на большое расстояние от предприятий общественного питания, для приготовления и доставки пищи используются различные средства (походные кухни, перевозные котлы, термосы). Техническая характеристика походных кухонь представлена в табл. 5.1.

Походные кухни могут работать как на твёрдом, так и на жидком топливе (керосин, солярное масло, дизельное топливо). Для этого они снабжаются баллоном для жидкого топлива, соединительным шлангом, форсункой (горелкой) с комплектом инструментов и укладочным ящиком.

ТАБЛИЦА 5.1 Техническая характеристика походных кухонь

Показатели	Единицы измерения	Наименование кухонь				
		КП-2-48	КП-2-49	КП-125	ОПК-43	ОПК-75
Общая вместимость котлов	л	200	230	325	150	75
Количество котлов	шт.	2	2	4	1	1
Масса кухни (без принадлежностей)	кг	850	960	1320	176	134
Продолжительность закипания воды при температуре воздуха 15 °С	мин	70	70	55-75	60-70	60-70
Тип прицепа		1 -Ап-1,5	1-АП-1,5	ИАПЗ-739	—	—

С технологической, эксплуатационной и санитарно-гигиенической точки зрения котлы с непосредственным обогревом обладают рядом недостатков: низким КПД,

возможностью пригорания пищи, трудностью регулирования теплового режима. Однако простота конструкции, незначительная металлоёмкость и более экономичное приготовление блюд дают им преимущество перед огневыми котлами с косвенным обогревом.

5.5.2 ПОХОДНЫЕ ДВУХКОТЕЛЬНЫЕ КУХНИ КП-2-48 и КП-2-49

Конструктивное исполнение кухонь (рис. 5.5, а) одинаковое. Различаются они лишь технической характеристикой. Состоят кухни из следующих частей: двух очагов с дымовой трубой, двух котлов, ходовой части (одноосный автоприцеп грузоподъемностью 1500 кг) и ящика для перевозки комплекта принадлежностей.

Очаги имеют общую бескаркасную облицовку, состоящую из обечайки овальной формы, верхнего листа и двух армированных вырезов для топок. Котлы изготавливают из чугуна (отдельные конструкции из нержавеющей стали). Одна кухня может обеспечить горячим питанием одновременно 150.. 200 человек.

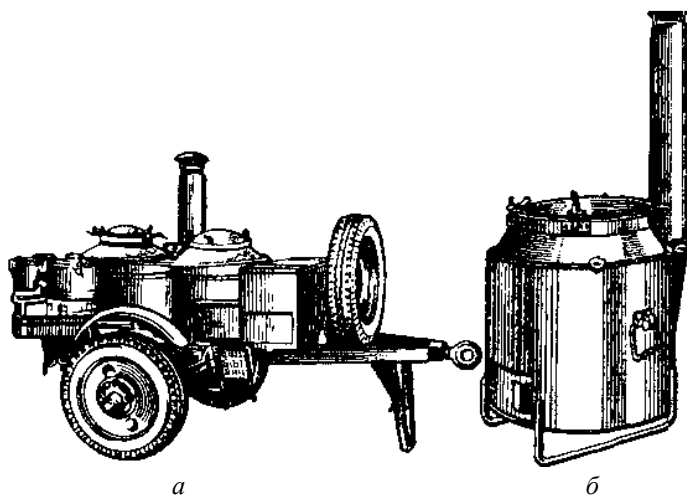


Рис. 5.5 Походные кухни:
а – походная двухкотельная кухня КП-2-48;
б – очажная однокотельная кухня ОПК-75

5.5.3 УНИФИЦИРОВАННАЯ ПОХОДНАЯ КУХНЯ КП-125

Кухня оборудована очагом закрытого типа и четырьмя жарочными шкафами с дверцами. Котлы на роликах устанавливаются в трех жарочных шкафах, четвертый шкаф используется для тепловой обработки мясных и рыбных полуфабрикатов. Для приготовления кипятка смонтирован котел (емкостью 160 дм³). Готовая пища в зимнее время может сохраняться в горячем состоянии без подогрева в течение 7...8 ч. Емкость каждого котла 55 дм³.

5.5.4 ОЧАЖНЫЕ ОДНОКОТЕЛЬНЫЕ КУХНИ ОПК-43, ОПК-75

Кухни (рис. 5.5, б) состоят из варочного сосуда, с расположенным внизу одностенным металлическим очагом цилиндрической формы, покрытым снаружи тепловой изоляцией. Кухни отличаются одна от другой только емкостями котла, размерами и массой. Очажные кухни перевозят на грузовых автомобилях.

5.5.5. КОТЁЛ ПИЩЕВАРОЧНЫЙ ТВЁРДОТОПЛИВНЫЙ

Котёл (рис. 5.6) состоит из трех основных частей: варочного сосуда, парогенератора с рубашкой и наружного корпуса. Парогенератор котла представляет собой два концентрично расположенных кольцевых кармана, сообщающихся через отверстия в верхней части с рубашкой котла, и служит для получения насыщенного пара с давлением 140...150 кПа.

Кипяченая или дистиллированная вода в парогенератор заливается через специальную воронку до уровня, определенного контрольным краном уровня.

Внутренняя стенка внутреннего кармана парогенератора образует топочную камеру, сводом которой служит сферическое дно варочного сосуда. В нижней части топочной камеры размещена колосниковая решетка. Под топочной камерой размещена зольниковая

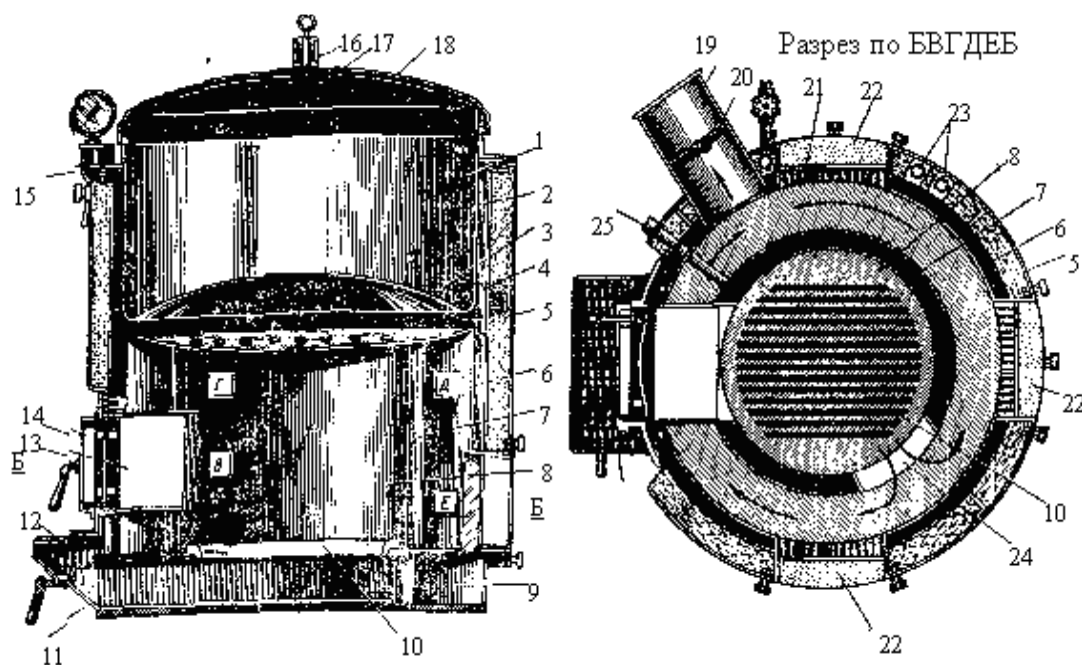


Рис. 5.6 Котел пищеварочный твердотопливный КПТ-160:

1 - варочный сосуд; 2 — пароводяная рубашка; 3 — сферическое дно корпуса; 4 - корпус с парогенератором; 5 - тепловая изоляция; 6, 7 – кольцевые карманы; 8 - топочная камера; 9 - зольниковая коробка; 10 - колосниковая решетка; 11 - ящик для сбора золы; 12 - дверца с жалюзи; 13 - горловина топки; 14 - топочная дверца; 15 - наполнительная воронка; 16 - клапан-турбинка; 17 - розетка-отражатель; 18 - двухстенная крышка; 19 - дымоотводный патрубок; 20 — поворотная заслонка; 21 - кольцевой газоход; 22 — лючки для очистки газоходов; 23 – трубопроводы горячего и холодного водоснабжения; 24 - соединительный патрубок; 25 – сливная трубка

камера, в которой установлен выдвижной ящик для сбора золы. Для регулирования подачи воздуха под колосниковой решеткой рядом с зольником смонтирована дверца с жалюзи.

Горловина загрузочного окна топки закрывается топочной дверцей. Через стенки первого (внутреннего) кольцевого кармана проходит патрубок, концы которого сварены в стенки цилиндра. Кольцевое пространство между внутренними и наружными карманами является газоходом. Патрубок во внутреннем кармане служит для соединения топочной камеры с этим кольцевым газоходом. Последний через дымоотводный патрубок,

снабженный поворотной заслонкой, с помощью которой регулируют тягу в процессе горения топлива, сообщается с дымовой трубой.

Такая конструкция топочной камеры и парогенератора снижает температуру уходящих продуктов сгорания и уменьшает потери теплоты, что приводит к увеличению КПД котла. Кольцевой газоход образует сложный конвективный тракт, по которому перемещаются продукты сгорания. При этом поток продуктов сгорания турбулизируется, что приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи. За счёт наличия кольцевого газохода существенно удлиняется путь движения топочных газов, а конструкция парогенератора в виде двух карманов увеличивает его теплопередающую поверхность. Все это в совокупности способствует более полному использованию теплоты уходящих продуктов сгорания. При горении топлива в топочной камере пламя и горячие продукты сгорания обогревают внутреннюю стенку внутреннего кармана парогенератора. Далее продукты сгорания через патрубок во внутреннем кармане устремляются в кольцевой газоход и, двигаясь по нему, обогревают наружную стенку внутреннего кармана и внутреннюю стенку наружного кармана (направление движения топочных газов показано на рис. 5.6 стрелками). Пройдя по кольцевому газоходу, остывшие продукты сгорания удаляются из котла через дымоход в окружающую среду.

В целях очистки кольцевого газохода от золы и сажи в боковой стенке второго кольцевого цилиндра имеются три лючка с крышками. Для наполнения котла водой служит поворотный кран, соединенный с трубопроводами горячего и холодного водоснабжения, которые скрыты под облицовкой каркаса. Между облицовкой и стенками наружного корпуса размещен слой тепловой изоляции.

На крышке котла смонтирован клапан-турбинка, а на арматурной стойке установлены заливочная воронка, двойной предохранительный клапан и манометр.

Полезная вместимость 160 л, продолжительность нагрева его содержимого до температуры кипения — 75...80 мин при расходе 11 кг полусухих дров или 6 кг антрацита, КПД котла в процессе нагрева до кипения равен 30 %, в процессе «тихого» кипения — 49...55 %. Повторное использование котла сокращает время нагрева его содержимого до кипения на 15...20 мин, уменьшает расход топлива и повышает КПД до 47 %.

Габариты котла, мм: длина — 1210, ширина — 1190, высота—1110. Объем парогенератора 63 дм³, площадь греющей поверхности котла — 2,6 м². Техническая характеристика серийно выпускаемых пищеварочных котлов приведена в табл. 5.2.

Котёл КПТ-100 имеет аналогичную конструкцию.

ТАБЛИЦА 5.2 Техническая характеристика пищеварочных котлов

Показатели	Вместимость котла	Время закипания содержимого варочного котла, не более	Мощность электронагревателей:		Габариты:			Масса, не более
			В период разогрева	В период варки («тихого»)	длина	ширина	высота	
Марки котлов								
Единицы измерения	дм ³	ч	кВт	кВт	мм	мм	мм	кг
КПТ-160	160	1,0	—	—	1180	1080	1275	509
КПТ-40М	40	0,85	—	—	935	1025	1020	130
КПГ-60М	60	0,95	—	—	935	1025	1140	140
КПГ-160	160	1,0	—	—	1130	1125	1267	380
КПГ-250	250	1,0	—	—	1130	1100	1442	490
КПП-100	100	0,30	—	—	1000	1100	1100	200
КПП-160	160	0,50	—	—	1200	1150	1100	290
КПП-250	250	0,50	—	—	1200	1150	1100	170
КПЭСМ-60	60	0,75	9,45	1,05	1050	840	860	103
КПЭ-40	40	1,0	6,0	1,0	945	640	1110	103
КПЭ-60	60	1,05	8,0	1,33	945	640	1110	210
КПЭ-100Г КПЭ-100	100	1,0	15,0	2,5	990	920	1130	210
КПЭ-160Г КПЭ-160	160	1,0	21,0	3,5	1120	1110	1130	290
КПЭ-250Г КПЭ-250	250	1,0	30,0	5,0	1120	1110	1130	330
КЭ-100	100	0,66	18,9	3,15	800	800	850	150
КЭ-160	160	0,83	24,0	4,15	1200	800	850	170
КЭ-250	250	0,92	30,0	5,0	1500	800	850	220
КЭ-40	40	0,7	9,45	1,05	600	800	850	160
УЭВ-60	60	0,5	9,45	1,05	600	800	850	160

5.6 АВТОКЛАВЫ

Автоклавы предназначены для варки блюд, требующих длительной тепловой обработки. Давление внутри варочного сосуда достигает 250 кПа, а температура 120...140 °С, что позволяет существенно в 1,5...2 раза интенсифицировать процесс варки.

Так, при четырехчасовой выварке костей в открытом котле выход жира составляет 3,1 % сухих веществ — 2,8 %, при варке такой же массы костей в автоклаве при давлении 250 кПа за это же время выход жира и сухих веществ составляет соответственно 7,2 и 8,8 %.

Серийно выпускаются автоклавы вместимостью 60 дм³ на электрическом (АЭ-1) и газовом (АГ-60) обогреве. Устройство этих автоклавов практически не отличается от устройства электрических и газовых пищеварочных котлов.

5.6.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АВТОКЛАВ АЭ-1

Аппарат (рис. 5.7) представляет собой варочный сосуд вместимостью 60 л, заключенный в стальной корпус, покрытый тепловой изоляцией и облицованный стальными листами.

В нижней части рубашки расположен парогенератор с тремя тэнами общей мощностью 10,8 кВт для нагрева воды до температуры кипения и превращения ее в пар с давлением до 370 кПа (2,7 атм).

Вода заливается в парогенератор через наполнительную воронку до определенного уровня, который контролируется специальным краном уровня.

Автоклав снабжен контрольно-измерительной и предохранительной арматурой, трубопроводами горячего и холодного водоснабжения, автоматикой регулирования

теплового режима и защиты тэнов от «сухого хода». Электрическая схема управления автоклава, защита от сухого хода и контрольно-измерительная арматура те же, что и у котлов типа КПЭ.

Внутри варочного сосуда вставляется сетка с ручками, в которую загружаются кости. Варочный сосуд закрывается откидной крышкой с резиновой прокладкой, которая плотно прижимается пятью откидными болтами с ручками. В процессе тепловой обработки пищевых продуктов в варочном сосуде создается давление до 320 кПа (2,2 атм). На крышке автоклава имеется кран для выпуска воздуха в начале варки и пара повышенного давления в конце ее.

Через 65 мин после включения автоклава на полную мощность (10,8 кВт) давление в варочном котле достигает 250 кПа, в пароводяной рубашке — 350 кПа. По достижении в рубашке верхнего предела давления ЭКМ автоматически переключает нагрев с полной мощ-

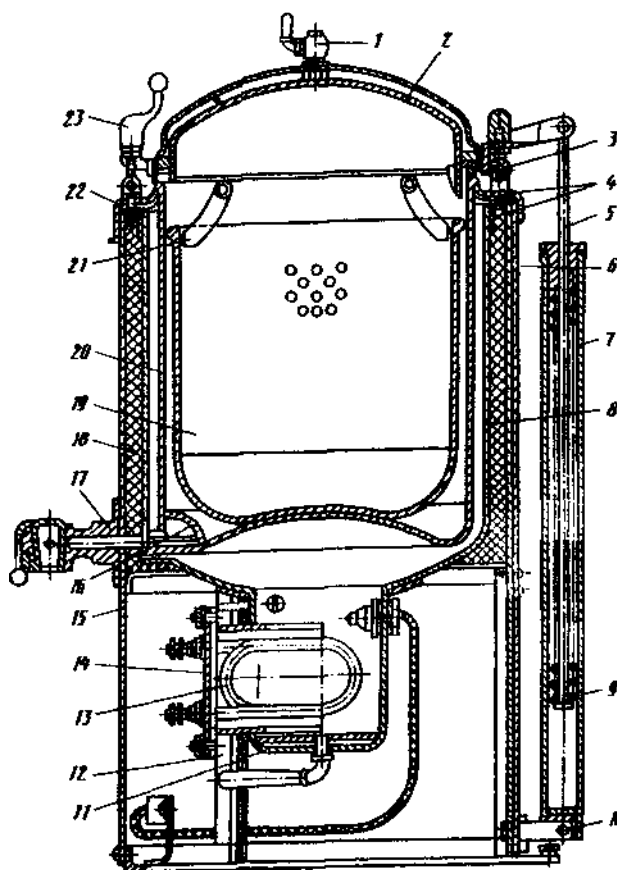


Рис. 5.7 Автоклав электрический АЭ-1:
1 — кран продувки; 2 — двухстенная крышка автоклава; 3 — шарнир; 4 — фланцы; 5 — шток; 6 — облицовка; 7 — противовес; 8 — наружный сварной корпус; 9 — пружина; 10 — кронштейн; 11 — парогенератор; 12 — фланец; 13 — тэны; 14 — крышка; 15 — постамент; 16 — сетка-фильтр; 17 — край сливной; 18 — теплоизоляция; 19 — загрузочная корзина; 20 — варочный сосуд; 21 — ручка корзины; 22 — резиновая прокладка; 23 — откидной болт

ности на 1/9, т. е. на 1,2 кВт. При этом давление пара в рубашке начинает снижаться до величины, установленной нижним пределом ЭКМ. Размеры автоклава АЭ-1, мм: длина — 820, ширина — 880, высота — 1245. Масса автоклава со станцией управления 235 кг.

5.6.2 АВТОКЛАВ ГАЗОВЫЙ АГ-60

Аппарат (рис. 5.8) имеет косвенный обогрев влажным насыщенным паром с давлением до 370 кПа. Пар образуется в парогенераторе, расположенном под днищем варочного сосуда. Парогенератор представляет собой два кольцевых концентрических кармана, заполненных кипяченой водой (аналогично газовым котлам). Кольцевые щели между каналами образуют конвективные газоходы. Камера сгорания, в которой установлена газовая горелка, сообщается с кольцевыми газоходами. Продукты сгорания газа, проходя по газоходам парогенератора, нагревают воду до кипения и повышают давление пара в рубашке до 370 кПа.

Наружная емкость автоклава покрыта изоляцией и облицована эмалированными листами, образуя кожух. Под кожухом скрыты трубопроводы холодного и горячего водоснабжения и трубопровод для удаления пара из варочного сосуда после окончания работы. Для быстрого сброса пара в канализацию этот трубопровод может быть присоединен к пароводяному смесителю. При отсутствии пароводяного смесителя сброс пара из варочного сосуда после окончания варки проводится через установленный на крышке автоклава спускной кран непосредственно в окружающую среду.

Плотное прилегание крышки к борту автоклава достигается с помощью резиновой прокладки, закрепленной в ее пазах, и откидных болтов. Автоклав снабжен автоматикой

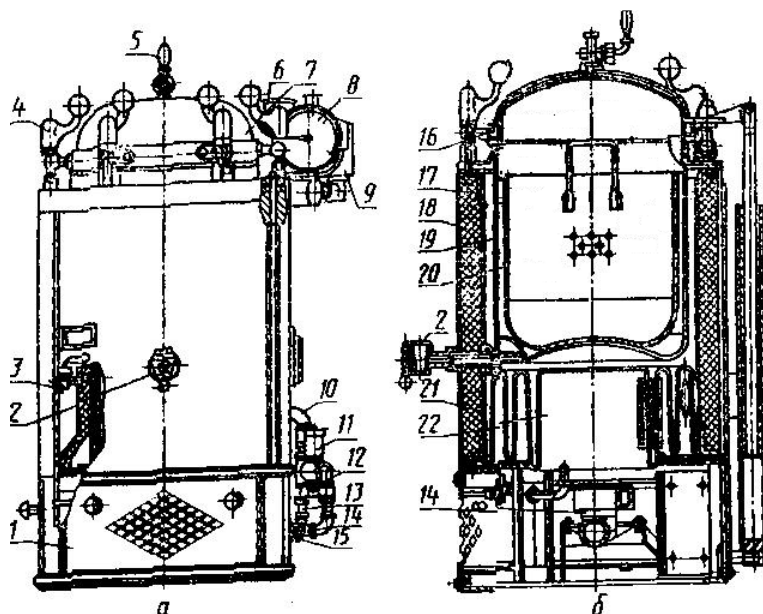


Рис. 5.8 Автоклав газовый АГ-60:

- а — общий вид, б — разрез;
 1 — съемный щиток для прочистки горелок; 2 — кран для слива бульона и промывных вод из автоклава; 3 - кран уровня; 4 - откидной болт; 5 — кран для выпуска воздуха и пара из варочного сосуда; 6 — наполнительная воронка; 7 — крышка варочного сосуда автоклава; в — электроконтактный манометр; 9 — предохранительный клапан; 10 — общий газопровод; 11 — соленоидный клапан; 12 — газопровод, подводящий газ к основной горелке; 13 — газопровод, подводящий газ к вспомогательной горелке; 14 — основная горелка; 15 — регулятор воздуха основной горелки; 16— резиновая прокладка; 17 — корпус; 18 — теплоизоляция; 19 — варочный сосуд; 20 — сетка; 21 - парогенератор; 22 — топочная камера; 23 — противовес

безопасности и регулирования; приборы, схема и принцип действия автоматики регулирования и безопасности такие же, как и в котлах КПП-40.

Так как автоклавы работают под избыточным давлением более 70 кПа, они согласно существующим правилам подлежат техническому надзору органов охраны труда и подвергаются периодическим испытаниям инспекцией Госгортехнадзора, а также осмотрам через каждые 60 варок, но не реже 1 раза в четыре месяца.

6 ПАРОВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

Пароварочные шкафы применяют для варки продуктов на пару. Обогрев продуктов в них осуществляется «острым» паром. При непосредственном соприкосновении с продуктами насыщенный пар, конденсируясь, отдает им теплоту парообразования. При этом способе термической обработки, по сравнению с варкой в воде, значительно снижается выщелачивание минеральных веществ из продуктов, что способствует сохранению их пищевой ценности. Поэтому варку на пару широко применяют для приготовления продуктов лечебного и детского питания.

В настоящее время серийно выпускаются только электрические пароварочные аппараты с собственным парогенератором АПЭСМ-1 и АПЭСМ-2, работающие при атмосферном давлении. Аппараты имеют аналогичное устройство и отличаются только количеством секций: у АПЭСМ-1 — одна секция, у АПЭСМ-2 — две секции. Разработаны и внедряются новые конструкции пароварочных шкафов АПЭ-0.23А и АПЭ-0.23А-01, рассчитанные для варки на пару в функциональных емкостях.

Техническая характеристика пароварочных шкафов представлена в табл. 6.1.

ТАБЛИЦА 6.1 Техническая характеристика пароварочных шкафов

Показатели	Единица измерения	Тип шкафа	
		АПЭ- 0,23 А-01	АПЭСМ-2
Полезный объем рабочей камеры	м ³	0,23	0,2
Количество секций рабочей камеры	шт.	4	4
Продолжительность разогрева аппарата до рабочего состояния	ч	0,3	0,3
Номинальная мощность	кВт	7,5	10,0
Габариты:			
длина	мм	900	840
ширина	мм	800	800
высота	мм	1500	1650
Масса	кг	180	240

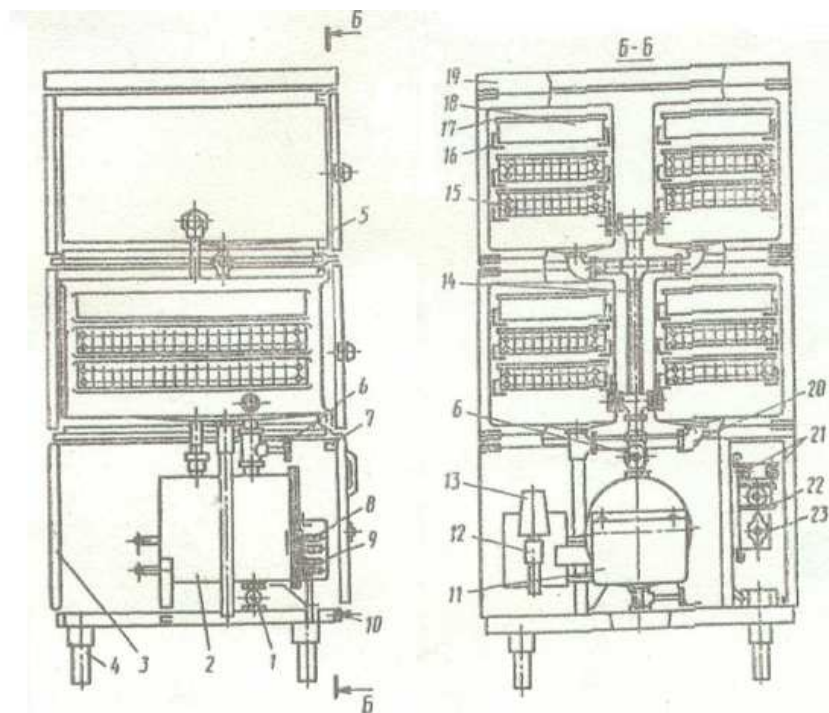


Рис. 6.1 Пароварочный аппарат АПЭСМ-2:

1 — вентиль на сливном трубопроводе; 2 — тэны; 3 — парогенератор; 4 — ножки; 5 — дверца камеры; 6 — вентиль на парогенераторе; 7 — замок; 8 — основание; 9 — пульт управления; 10 — болт заземления; 11 — кожух клеммника тэиов, 12—питательный бачок; 13 — датчик системы автоматики защиты от сухого хода; 14 — паропровод; 15—сотейник перфорированный; 16—съемный угольник для установки посуды; 17—варочная камера; 18 — сотейник неперфорированный; 19 — колпак (верхняя крышка); 20— трубопровод для отвода конденсата в канализацию; 21 — лампы сигнальные; 22— выключатель; 23— переключатель

7 ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ ЖИВОТНЫМ

Теплогенераторы изготовляют в трех исполнениях: на консольной раме; на двухопорной раме; на трехопорной раме.

Основные типы рекуперативных аппаратов периодического действия показаны на рисунке 7.1.

К ним относятся водонагреватели и различные (реакционные) аппараты периодического действия: автоклавы, варочные котлы и т. п.

Для систем горячего водоснабжения с естественной циркуляцией воды или систем, в которых потребление воды носит ярко выраженный пиковый характер, возможно использование ёмких водонагревателей.

Паровой котел КВ-300МГ предназначен для получения пара и горячей воды для запаривания кормов, отопления и других целей на животноводческих фермах. Котел вырабатывает перегретый пар температурой 403 К. Перегрев пара осуществляется в вертикальном пароперегревателе, размещенном за котлом.

Котел КВ-300МГ представляет собой одножаротрубную горизонтальную конструкцию и состоит из двух цилиндров разного диаметра, вставленных один в другой и

{ соединенных между собой фланцами (рис. 7.2)

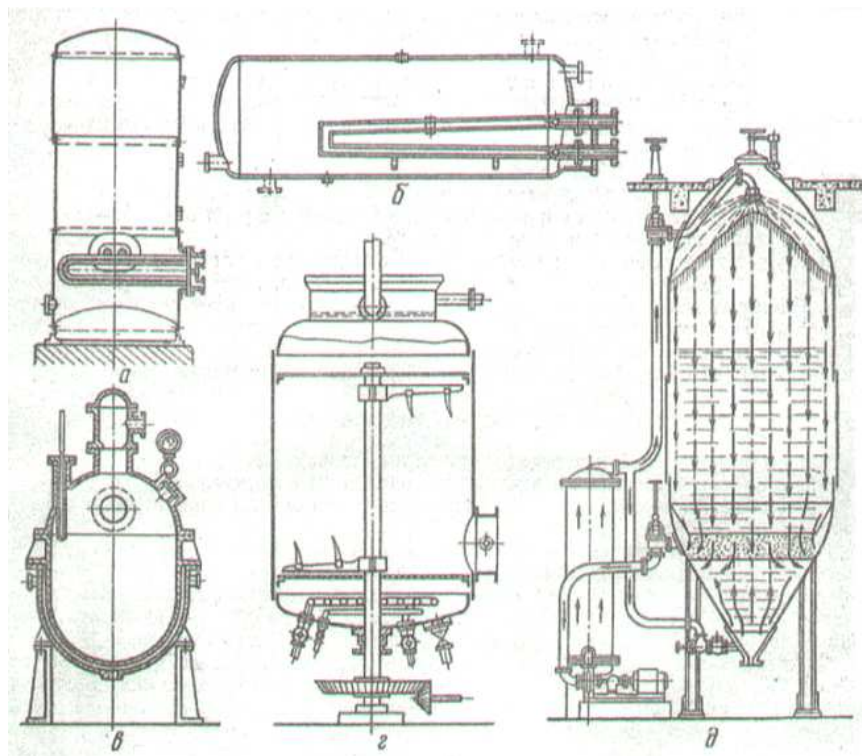


Рис. 7.1 Типы регенеративных аппаратов периодического действия:
a, б – водонагреватели-аккумуляторы; *в* – автоклав с паровой рубашкой; *г* – варочный котел с мешалками; *д* – варочный котел с выносным обогревателем.

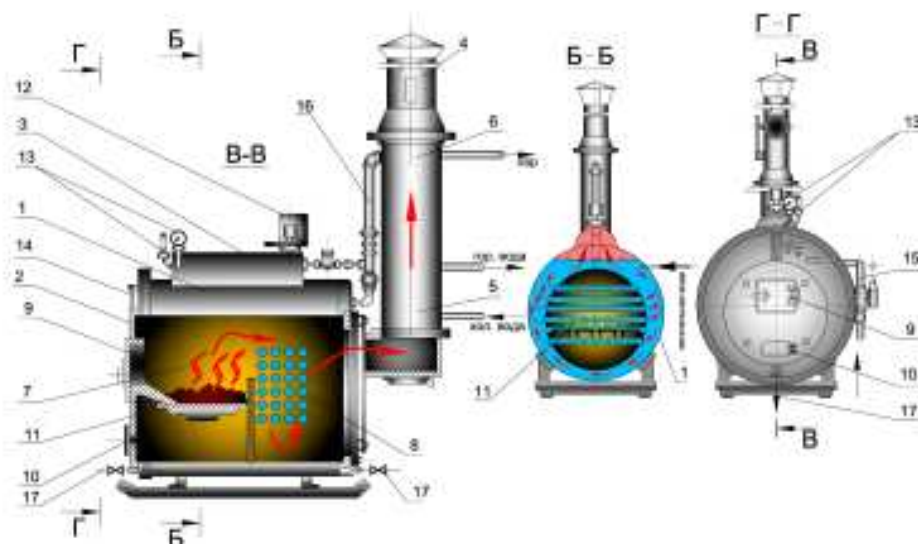


Рис. 7.2 Паровой жаротрубный котел КВ-300МТ
 1 – корпус; 2 – жаровая труба; 3 – паросборник; 4 – дымовая труба; 6 – пароперегреватель; 7 – топка; 8 – конвективный пучок труб; 9 – топливная дверка; 11 – колосниковая решетка; 12 – предохранительные клапаны (пружинные) – 2 шт.; 13 – манометр показывающий и электронный манометр; 14 – указатель уровня воды с датчиком уровней; 15 – водопробные краны; 16 – питательный трубопровод; 17 – паропровод и пароперегреватель

В передней части жаровой трубы размещена топка, а в задней — конвективный лучок.

Шамотный экран служит для улучшения процесса горения топлива.

Паросборник представляет полуцилиндр, приваренный к барабану; сообщается с паровым пространством через ряд отверстий в верхней части барабана по всей его длине.

Котел оборудован автоматической горелкой типа Г-2. Основные части горелки: дутьевой вентилятор, горелка, поплавковое устройство, электросвечи зажигания и фотоэлемент.

Вентилятор подает воздух для распыливания топлива (керосин или дизельное топливо) и горения.

Поплавковое устройство поддерживает постоянный уровень топлива перед горелкой.

Техническая характеристика котла КВ-300М

Паропроизводительность, кг/ч.....	400
Давление пара, МПа (кгс/см ²).....	0,069(0,7)
Температура пара, К °С.....	403(130)
Поверхность нагрева, м ²	14
Вместимость котла (по средней отметке водоуказательного стекла), м ³	1,1
Время, потребное ка запуск котла (до рабочего состояния), мин.....	25
Расход топлива, кг/ч	10...31
КПД, %	80
Количество нагреваемой воды (до 338 К), кг.....	1500
Габариты, мм:	
длина без горелки.....	2545
длина с горелкой	3180
диаметр.....	1260
высота (без дымовой трубы).....	2020
Масса котла с горелкой в комплекте, кг.....	1490

Котел работает на тракторном керосине или дизельном топливе. Топливный бак должен быть установлен выше оси топливной трубки горелки не менее чем на 1 м. Топливо из бака к горелке поступает по трубе диаметром 12,5 мм. Трубы топливоподачи соединяются только при помощи сварки, а также посредством специальных топливопроводных соединений. Применение газопроводных соединений не допускается.

Парообразователь Д-721 А предназначен для получения 900 кг/ч пара давлением до

0,05 МПа, используемого при запаривании кормов, отоплении помещений, для нагрева воды и удовлетворения других тепловых нужд на животноводческих фермах. Парообразователь применяется во всех климатических зонах страны.

Котел горизонтальный, трехходовой по газу, жаротрубнодымогарного типа.

Жаровая труба служит топкой, в которой установлена форсунка для сжигания печного бытового топлива (ТУ 38.00.150—71). Воздух, необходимый для горения, подается дутьевым вентилятором, который смонтирован в одном блоке с механической форсункой. Привод вентилятора осуществляется от электродвигателя АОЛ2- 22-2 ВМС мощностью 2,2, кВт, 2800 об/мин.

Питается котёл водой, подаваемой центробежным вертикальным насосом типа БЦНМ-3/17, с приводом от электродвигателя ОАДК мощностью 0,4 кВт, 2800 об/мин, либо от водопровода.

В качестве топлива используют смесь дизельного топлива с тракторным керосином в соотношении 1:3, тракторный керосин или бытовое топливо.

Топливо к форсунке подаётся шестеренным насосом типа НШ-10; подача насоса 10 л/мин при давлении 1,18 МПа (12 кгс/см²); привод от электродвигателя типа АОЛ2-11-6 мощностью 0,4 кВт, 915 об/мин. Топливная система снабжена пластинчатыми фильтрами, электромагнитным вентилем, манометром и другой арматурой.

Парообразователь оборудован системой автоматического регулирования и безопасности работы агрегата. Автоматика размещена в специальном электрошкафу, расположенном рядом с котельным агрегатом.

Агрегаты для приготовления кормов. Агрегаты для приготовления витаминной травяной муки. Сушка является основной операцией по переработке зеленой массы в травяную муку. Относительную влажность массы при сушке снижают до 8... 12%.

На рисунке 7.3 показана технологическая схема работы агрегата для приготовления травяной муки АВМ-1.5А. Теплогенератор состоит из топки, аппаратуры воспламенения и контроля факела, горелки, подогревателя топлива, дутьевого вентилятора и топливного электронасоса. Работает на жидком бытовом топливе.

Сушильным агентом для сушки травы в барабане служит смесь продуктов сгорания с воздухом. Процесс сушки осуществляется путем непосредственного контактирования зеленой массы с теплоносителем. Температура теплоносителя 673...1873 К.

Основные технико-экономические показатели работы агрегатов АВМ для приго-

товления травяной муки приведены в таблице 7.1 .

Значительному сохранению питательных веществ по сравнению с другими способами заготовки кормов (сено, высушенное в валках, в прокосах) способствует приготовление гранул из травяной муки.

В последние годы широко развивается производство кормовых добавок и кормового белка: кормовых дрожжей, костной муки, мелассы, сухого молока (заменителя цельного молока).

Кормовые добавки получают в процессе микробиологического синтеза с широким использованием на конечной стадии распылительной сушки и гранулирования.

Для гранулирования травяной муки используют агрегатную установку ОГМ-0,8А пресс ДП5.

Техническая характеристика установки ОГМЧ),8А приведена в таблице 7.2.

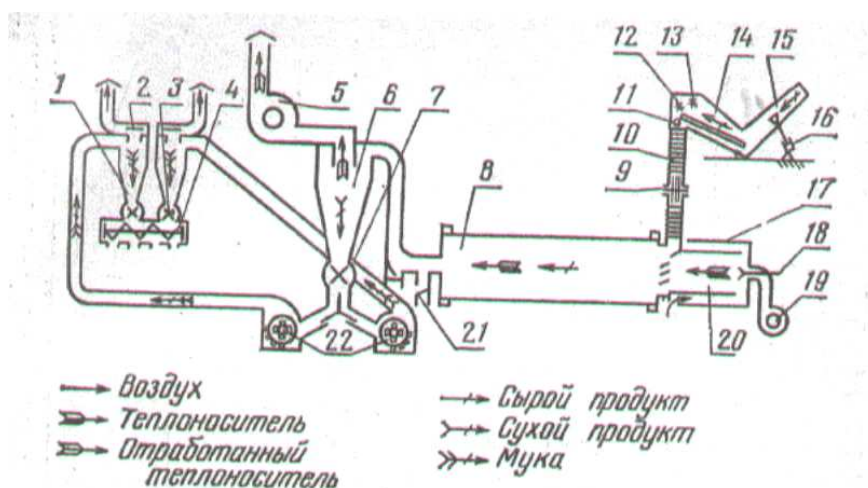


Рис. 7.3 Технологическая схема агрегата для приготовления травяной муки АВМ-1,5А
1 - циклон готовой муки; 2 — вентилятор; 3 — дозатор; 4 — шнек; 5-дымосос; 6 – большой циклон; 7 - Шлюзовой затвор; 8 -барабанная сушилка; 9,12 — битер; 10 - транспортер; 11 — винтовой транспортер; 13 — отбойный битер; 14 — конвейер; 15 — лоток; 16 - гидроцилиндр; 17 - теплогенератор; 18- форсунка; 19 - вентилятор; 20 - кольцевое пространство; 21 - отборник; 22 - малютковая дробилка.

ГОСТ 23168—78 и ГОСТ 23169—78 устанавливают типы и параметры оборудования, предназначенного для гранулирования травяной муки и мучнистых кормовых смесей.

ТАБЛИЦА 7.1 Техничко-экономические показатели агрегатов АВМ для приготовления травяной муки

	АВМ-1,5А	АВМ-0,65	СБ-1,5
Производительность при приготовлении травяной муки влажностью 10...12%, кг/ч, при влажности исходного материала:			
70%	1800	845	—
75%	1600	650	1500
80%	1260	480	—
85%	840	340	—
Испарительная способность при сушке трав исходной влажности 75% (воды), кг/ч	4200	1690	4000
Расход топлива при влажности исходного материала 75...90%, кг/ч	450	160	290
Рабочее давление топлива перед форсункой, МПа	0,5...1,6	0,5...1,4	0,2...0,25
Рекомендуемая температура теплоносителя в теплогенераторе, °С, при влажности сырой массы, %:			
70...75%	500...800	—	500...700
80...85%	900	900	950
в дождливую погоду	1100	—	—
Температура сушильного агента при выходе из барабана, °С	110...150	110...120	110...150
Суммарная установленная мощность электрооборудования, кВт	232,1	101,5	199
В том числе мощность электроподогревателя	12	—	—
Частота вращения сушильного барабана, об/мин	3...9	3,5...10	2...10
Вместимость топливного бака для агрегата, м ³	50	—	—
Число дробилок на агрегат	2	1	2
Габариты, м:			
длина	25,54	20,94	21
ширина	13,56	8,22	7
высота по большому циклону	7,81	5,52	7,3
общая выота	11,02	8,96	—
Масса, кг	38170	15240	—

Примечание: Данные о производительности агрегата и расходе топлива представлены с учетом, что масса сена – свежескошенная и тщательно измельченная.

Отечественное машиностроение освоило выпуск установок для гранулирования комбикормов, в комплект которых входят пресс, смеситель, охладительная колонка, измельчитель гранул (если необходимо, получить крупку) и просеиватель. Основные технические характеристики прессы гранулятора этих установок (ГОСТ 19224—79). В соответствии с ГОСТ 19224—79 агрегаты могут быть использованы для сушки и дробления полного биологического урожая зерновых культур, ботвы, жома, сахарной свеклы, древесной зелени, виноградных и других выжимок, соломы, корнеплодов и другого сельскохозяйственного сырья.

Установки для приготовления сена включают установки для вентилирования, досушивания и сушки сена.

Установка УВС-10 предназначена для досушивания активным вентилярованием провяленной травы в скирдах. Сено в скирдах сушат при относительной влажности продуваемого воздуха не выше 75..80%.

ТАБЛИЦА 7.2 Технические характеристики установки ОГМ-0,8А

Производительность (т/ч) при диаметре гранул, мм	
10.....	0,9...1,1
14	1,0...1,2
Мощность электродвигателя, кВт.....	75
Допускаемое количество негранулированной муки (не более), %	3
Допускаемые потери каротина (не более), %	5
Разность температур окружающей среды и охлажденных гранул (не более), °С.....	8
Число раскрошенных гранул (не более), %.....	5
Влажность охлажденных гранул (не более), %	13
Габариты (без пневмотранспортера гранул), мм:	
длина	4570
длина с горелкой	3180
диаметр.....	3120
высота (без дымовой трубы).....	5500
Масса, кг.....	3860

ТАБЛИЦА 7.3 Установки для приготовления сена

Показатели	УВС-10	УДС-300
Вентилятор	Ц4-70 №10	
Подача, тыс. м3/ч	40...50	20
Напор, кгс/м2 (Па)	80...100	
Частота вращения, об/мин	965	
Электродвигатель	А02-71-6	
Мощность, кВт	17	4,5
Габариты, м:		
длина	10,17	
ширина по основанию	1,5	
ширина по вершине	1,0	—
высота	2,0	
Пределы нагрева воздуха (сверх температуры окружающей среды), °С	—	2,5
Масса, кг	970	695

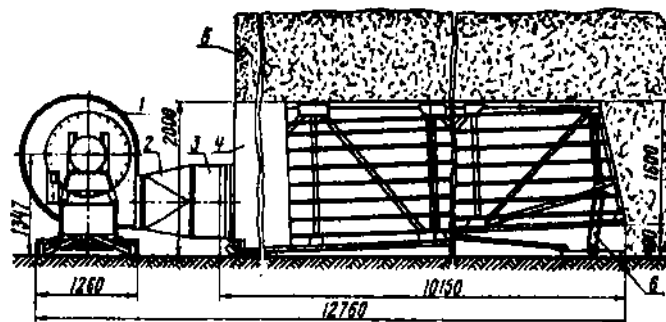


Рис. 7.4. Принципиальная схема установки для досушивания сена УДС-300:

1 — вентилятор; 2 — переходной патрубком; 3 — объемный брезентовый рукав; 4 — подстожной канал; 5 — скирда; 6 — подстожная металлическая рама.

Высушенными пригодным для длительного хранения считается сено при влажности 16... 18% (рис. 7.4).

Установки УДС-300 предназначена для досушивания провяленной травы принудительным продуванием через него холодного или подогретого воздуха.

Электрический подогреватель состоит из трубчатых элементов, смонтированных в цилиндрическом кожухе. При прохождении воздуха через электроподогреватель его температура повышается на 2,5 °С.

Чтобы увеличить вместимость хранилищ, рекомендуется сушить сено послойно, продувая подогретым атмосферным воздухом, каждый следующий слой укладывать после высыхания предыдущего. При сушке сена влажностью 55...66% рекомендуют повысить подогрев воздуха на 13... 14 °С .

Технические характеристики установок УВС-10 и УДС-300 приведены в таблице 7.3.

Для сушки сена используют барабанную сушилку РЗ-4СС, где агентом сушки служит смесь топочных газов и воздуха.

Размеры сушилки (мм): длина — 10 000, ширина — 9000, высота 4260, 5000. Масса сушилки 6 т. Расход условного топлива 20 кг/ч.

8 ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПИЩЕВАРОЧНЫХ КОТЛОВ. ОСОБЕННОСТИ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА КОТЛОВ

8.1 ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Работа пищеварочных котлов характеризуется следующими технико-эксплуатационными показателями: коэффициентом полезного действия, удельным расходом теплоты, удельной мощностью, удельной металлоёмкостью, временем разогрева.

- Коэффициент полезного действия рассчитывается по формуле

$$\eta = (Q_{\text{пол}} / Q_{\text{затр}}) \cdot 100, \quad (8.1)$$

где $Q_{\text{пол}}$ — полезно используемая теплота, Дж; $Q_{\text{затр}}$ — количество затраченной теплоты за период одной варки, Дж.

На величину коэффициента полезного действия варочного аппарата оказывают влияние ряд факторов. Кпд варочных аппаратов резко уменьшается с уменьшением коэффициента заполнения котла, при заливке в парогенератор излишней воды, при наличии воздуха в паровой рубашке, при работе котла с открытой крышкой. Существенное влияние на кпд оказывает также начальное тепловое состояние аппарата (нагрев от горячего или холодного состояния). В процессе длительной эксплуатации кпд может снижаться по причине отложения накипи на тэнах или стенках парогенератора (у газовых и твердотопливных котлов). Поэтому в парогенераторы варочных аппаратов рекомендуется заливать только кипяченую воду (или дистиллированную).

• **Удельный расход теплоты для технологических процессов определяют по уравнению**

$$q = Q_{\text{затр}} / G_{\text{пр}}, \quad (8.2)$$

где $G_{\text{пр}}$ - масса готового блюда, приготовленного в аппарате за период одной варки, кг.

• **Удельная мощность электрического варочного аппарата находится из выражения**

$$P_{\text{уд}} = P / V, \quad (8.3)$$

где P - мощность котла, Вт; V — объем котла, дм^3 .

• **Удельная металлоёмкость варочного аппарата рассчитывается по формуле**

$$m_{\text{уд}} = M / V, \quad (8.4)$$

где M — масса аппарата, кг.

• **Время разогрева $\tau_{\text{раз}}$ характеризует продолжительность выхода аппарата на стационарный режим** (закипание жидкости в варочном котле либо парогенераторе).

• **Газовые и твердотопливные пищеварочные котлы характеризуются дополнительно следующими показателями:**

• **тепловым напряжением поверхности нагрева**

$$T_{\text{п}} = Q_{\text{затр}} / F = BQ_{\text{н}}^{\text{п}} / F, \quad (8.5)$$

где $Q_{\text{затр}} = BQ_{\text{н}}^{\text{п}}$ - часовой расход теплоты аппаратами, Дж; F — площадь поверхности нагрева парогенератора, м^2 ;

• **тепловым напряжением объёма топочной камеры**

$$T_{\text{об}} = Q_{\text{затр}} / V_{\text{об}} = BQ_{\text{н}}^{\text{п}} / V_{\text{об}}, \quad (8.6)$$

где $V_{об}$ — объём топочной камеры, m^3 .

Приведенные технико-эксплуатационные показатели варочных аппаратов позволяют произвести их сравнение независимо от мощности и вместимости аппаратов и выявить преимущества и недостатки.

8.2 УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

Уравнение теплового баланса для пищеварочных котлов имеет вид:

• для твердотопливных:

$$\text{режим разогрева } Q_{затр} = BQ_H^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6; \quad (8.7)$$

$$\text{режим варки } Q'_{затр} = B'Q_H'^p = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5; \quad (8.8)$$

• для газовых:

$$\text{режим разогрева } Q_{затр} = BQ_H^p = Q_1 + Q_2 + Q_5 + Q_6; \quad (8.9)$$

$$\text{режим варки } Q'_{затр} = B'Q_H'^p = Q'_1 + Q'_2 + Q'_5; \quad (8.10)$$

• для паровых:

$$\text{режим разогрева } Q_{затр} = D(i_x - i_k) = Q_1 + Q_5 + Q_6; \quad (8.11)$$

$$\text{режим варки } Q'_{затр} = D'(i_x - i_k) = Q'_1 + Q'_5;$$

• для электрических:

$$\text{режим разогрева } Q_{затр} = P\tau = Q_1 + Q_5 + Q_6; \quad (8.12)$$

$$\text{режим варки } Q'_{затр} = P'\tau' = Q'_1 + Q'_5,$$

где B, B' — соответственно расход топлива в режиме разогрева и варки, $kg/ч$ ($m^3/ч$); Q_H^p — низшая теплота сгорания топлива, $Dж/kg$ ($Dж/m^3$); D, D' — соответственно расход пара в режиме разогрева и варки, kg ; i_x, i_k — соответственно теплосодержание (энтальпия) пара и конденсата, $Dж/kg$; Q_1, Q'_1 — соответственно полезно используемая теплота в режиме разогрева и варки, $Dж$; Q_2, Q'_2 — соответственно потери теплоты с уходящими продуктами сгорания в режиме разогрева и варки, $Dж$; Q_3, Q'_3 — соответственно потери теплоты от химического недожога топлива в режиме разогрева и варки, $Dж$; Q_4, Q'_4 — соответственно потери теплоты от механического недожога топлива в режиме разогрева и варки, $Dж$; Q_5, Q'_5 — соответственно потери теплоты в окружающую среду наружными ограждениями в режиме разогрева и варки, $Dж$; Q_6 — потери теплоты на нагрев конструкции, $Dж$.

Методика расчёта отдельных составляющих элементов теплового баланса приведена в [1, табл. 8.5].

9 ИСТОЧНИКИ

1. М.И. Беляев Оборудование предприятий общественного питания: в 3-х т. Том 3: Беляев М.И. Тепловое оборудование: Учебн. для технол. фак. торговых вузов. – М.: Экономика, 1990. – 559 с.: ил.
2. Литвина Л.С. Газовое оборудование предприятий общественного питания. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1981. – 192 с.: ил.
3. Белобородов В.В., Гордон Л.И. Тепловое оборудование предприятий общественного питания. – М.: Экономика. 1983.
4. Гордон Л.И., Королёва Е.И. Газовое, паровое, огневое оборудование проектируемых предприятий общественного питания. Методич. указания по дипломному проектированию. – М.: МИНХ, 1983.
5. Справочник по теплоснабжению сельскохозяйственных предприятий/ В.В Жабо, Д.П. Лебедев, В.П. Мороз и др.; Под общ. ред. В.В. Уварова. – М.: Колос, 1983. – 320 с.: ил.

Климов Геннадий Матвеевич

Теплогенераторы автономных (децентрализованных) систем приготовления
пищи

Методические указания

для студентов очной и заочной форм обучения специальностей

140104.65 «Промышленная теплоэнергетика» и

270109.65 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Подписано в печать _____ Формат 60x90 1/8. Бумага газетная. Печать трафаретная.

Уч. изд. л Усл. печ. л Тираж 300 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
603950, Н.Новгород, Ильинская, 65

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65