

# ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

В трех частях

Часть 2

В. П. КИРПИЧНИКОВ, М. И. БОТОВ

**ТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

**УЧЕБНИК**

*Рекомендовано*

*Учебно-методическим объединением по образованию  
в области технологии продуктов питания и пищевой инженерии  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности «Технология продуктов общественного питания»  
направления подготовки «Технология продовольственных продуктов  
специального назначения и общественного питания»*

2-е издание, стереотипное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2012

УДК 64.024.3/.4:662.6(075.8)

ББК 36.99-5я73

О-136

Рецензент —

доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии общественного питания Московского государственного университета пищевых производств *А.Д. Ефимов*

**Оборудование** предприятий общественного питания : В 3 ч.  
О-136 Ч. 2. Тепловое оборудование : учебник для студ. учреждений  
вышш. проф. образования / В. П. Кирпичников, М. И. Ботов. —  
2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия»,  
2012. — 496 с.

ISBN 978-5-7695-9129-7

Приведены сведения о тепловых аппаратах, используемых на предприятиях общественного питания, их классификация и основные технико-экономические показатели. Рассмотрены устройство, принцип действия, виды систем управления и правила эксплуатации теплового оборудования с электрическим и газовым обогревом. Даны примеры расчетов способов тепловой обработки изделий, позволяющие обеспечивать высокое качество готовой продукции при минимальном расходе сырья и энергии.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования. Может быть полезен работникам торговли и общественного питания.

УДК 64.024.3/.4:662.6(075.8)

ББК 36.99-5я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-7695-9129-7 (ч. 2)  
ISBN 978-5-7695-9052-8

- © Кирпичников В.П., Ботов М.И., 2010
- © Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
- © Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Тепловые кулинарные процессы завершают цепочку технологических процессов по переработке пищевого сырья при производстве кулинарной продукции. Это наиболее ответственные процессы, при неправильном осуществлении которых могут сойти на нет все усилия, предпринятые на предыдущих этапах переработки пищевого сырья.

Если учесть, что тепловые кулинарные процессы являются самыми энергоемкими, а их проведение требует точной реализации режима и соответственно значительных трудозатрат, то доля тепловой обработки в себестоимости кулинарной продукции — преобладающая.

Умение специалистов правильно подобрать комплект теплового оборудования с учетом особенностей реализуемых технологических процессов, свойств пищевого сырья, условий организации производственного процесса при учете потребностей клиентов, возможностей использования альтернативных источников энергии позволяет построить прибыльное производство кулинарной продукции на предприятиях общественного питания. Использование ресурсо- и энергосберегающих технологий позволяет значительно увеличить прибыль предприятия.

Знание инженером-технологом особенностей конструкций и систем управления аппаратов позволяет точно вписать тепловые аппараты в технологические линии, правильно подобрать и обучить персонал, организовать производство и обеспечить работоспособность оборудования за счет грамотного и своевременного его обслуживания.

Современное оборудование эффективно эксплуатируется только в совокупности с инженерными системами предприятия: системой электро- и газоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, вентиляции, дренирования. Каждый из тепловых кулинарных аппаратов требует специальных способов подключения к указанным системам.

Вышеперечисленные требования выполнимы только при условии серьезной систематизации и классификации всего парка теплового торгово-технологического оборудования, предлагаемого как отечественными, так и зарубежными производителями. Этот парк, представляющий собой тысячи единиц разнообразных марок обо-

рудования, постоянно пополняется и изменяется. Однако основные конструктивные решения в большинстве случаев одинаковы для групп аппаратов одного технологического назначения. Именно это положено в систему классификации и в структуру данного учебника. Особенности конструкций изучаются по наиболее известным отечественным аппаратам, и на основе этих знаний дается оценка наиболее используемым зарубежным аналогам.

Перспективы развития торгово-технологического оборудования связаны с повышением его надежности и эффективности, для чего при его изготовлении используются самые качественные и дорогие материалы (хромоникелевая нержавеющая сталь, термостойкие пластмассы, эмалевые, никелевые и хромированные покрытия), а самое главное — высокоэффективные системы автоматического управления.

На предприятиях общественного питания преобладает традиционная технология, базирующаяся на использовании аппаратов периодического действия. Такие аппараты позволяют: перерабатывать пищевые продукты с нелимитированными исходными свойствами; перерабатывать широкий спектр сырья; выпускать значительный ассортимент кулинарных изделий. Тепловые аппараты в этом случае сравнительно небольшие и легко перенастраиваются на необходимый режим как в автоматическом, так и в ручном режиме работы.

Машинные технологии, использующие аппараты непрерывного действия, на предприятиях общественного питания используются крайне редко, но в перспективе они могут быть востребованы. Данное направление позволяет не только использовать индустриальные технологии, но и в значительной степени упростить технологический процесс и снизить затраты на производство продукции на доготовочных предприятиях общественного питания.

Предлагаемый учебник дает возможность студентам не только приобрести знания по устройству, принципу действия и правилам эксплуатации оборудования, но и понять принципы построения конструкции на основе теоретических и практических предпосылок технологии приготовления кулинарной продукции, а также усвоить основные правила расчета и проектирования функциональных элементов оборудования. В учебнике приводятся примеры расчетов основных видов оборудования. Важнейшими положениями изучаемого курса являются методы технико-экономической оценки эффективности используемого оборудования.

Учебник может быть полезен также инженерам и практическим работникам предприятий общественного питания.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОМ ОБОРУДОВАНИИ

### 1.1. Классификация и индексация теплового оборудования

**Классификация теплового оборудования.** Тепловое оборудование предприятий общественного питания классифицируют следующим образом:

- по организационно-техническому признаку;
- функциональному или технологическому назначению;
- степени специализации;
- конструктивным особенностям;
- способу теплообмена;
- видам источников теплоты и теплоносителей;
- способу обогрева стенки рабочей камеры.

По *организационно-техническому признаку* различают тепловые аппараты непрерывного либо периодического действия и комбинированные.

В аппаратах непрерывного действия приготовление пищи осуществляется в непрерывном цикле, т. е. загрузка сырья, приготовление кулинарного изделия и его выгрузка происходят одновременно.

В аппаратах периодического действия загрузка сырья, приготовление пищи и выгрузка готового кулинарного изделия происходят в разное время. Их обслуживание требует значительных затрат труда. Как правило, наиболее продолжительным является процесс приготовления пищи.

К аппаратам комбинированного действия относятся те из них, у которых часть процессов осуществляется периодически, а часть — непрерывно.

По *функциональному или технологическому назначению* тепловые аппараты подразделяют на аппараты для варки (в кипящей жидкости или на пару), жарки или выпечки (на нагретой поверхности, в среде горячего воздуха, в большом количестве пищевого жира, в поле инфракрасного излучения и т. д.), а также на аппараты для реализации комбинированных тепловых кулинарных процессов — тушения, запекания, припускания, бланширования и т. д.

Кроме того, по технологическому назначению выделяют следующие аппараты: для нагрева и кипячения воды (водонагреватели, кипятильники) и приготовления горячих напитков (кофеварки); для размораживания и разогрева (подогрева) пищи, а также для поддержания постоянной температуры готовых кулинарных изделий — термостатирующее оборудование; для выполнения специфических (узкоспециализированных) тепловых процессов — термической очистки корне- и клубнеплодов и опаливания птицы.

По *степени специализации* аппараты подразделяют на одноцелевые — специализированные (например, жарочные или варочные, на которых можно проводить только один из этих процессов, но на широком ассортименте сырья), узкоспециализированные (один из кулинарных процессов на одном виде сырья) и многоцелевые — многофункциональные или даже универсальные. Универсальные аппараты предназначены для осуществления любых процессов тепловой кулинарной обработки пищевых продуктов.

По *конструктивным особенностям* (признакам) аппараты подразделяют на секционные, несекционные и модульные.

Секционные аппараты выполняются 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.

Несекционные тепловые аппараты имеют разные габаритные размеры и конструктивное исполнение, а их детали и узлы не унифицированы. Соответственно устанавливаются они индивидуально и требуют для своей установки значительных площадей, так как их монтаж и обслуживание осуществляются со всех сторон.

В основу конструкции модульного оборудования (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 оборудование с модулем ( $200 \pm 10$ ) мм. Ширина оборудования равна 840 мм, а высота до рабочей поверхности ( $850 \pm 10$ ) мм.

Кроме того, производятся секционные модульные аппараты под функциональные емкости (гастроёмкости), что наиболее полно удовлетворяет задаче индустриализации процессов приготовления пищи. Это оборудование отвечает европейским стандартам по модулю, функциональным емкостям и контейнерам. Длина и ширина этого оборудования кратны модулю 100 мм, высота до рабочей поверхности составляет 850 мм.

Ширина (глубина), мм, модульного аппарата называется серией. Наиболее распространены серии 600, 700, 800 и 900.

Специальное модульное оборудование позволяет сократить при его установке на 12...20 % производственную площадь. Это оборудование проще эксплуатировать и обслуживать. Обычно в зоне модульной линии размещается система местной приточно-вытяжной вентиляции и создаются благоприятные микроклиматические условия для работы персонала.

Для компоновки технологической линии, состоящей из модульных аппаратов, используют следующие способы установки (рис. 1.1): стандартный, при котором все аппараты свободно размещаются на полу производственного помещения на опорных ножках, регулируемых по высоте;

цокольный, когда вся модульная линия монтируется на общей подставке — цоколе, выполненном из строительных материалов или из стали;

консольный, позволяющий повесить все аппараты на вертикальную жесткую конструкцию — монтажную консоль или каркасную ферму, жестко соединенную с полом помещения.

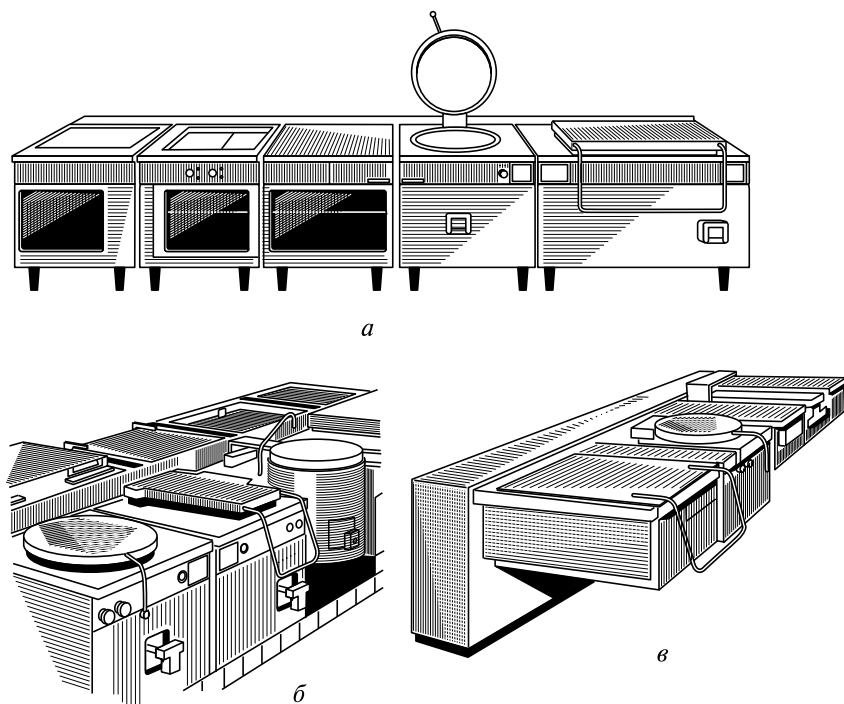


Рис. 1.1. Способы компоновки модульных технологических линий:

*a* — стандартный; *б* — цокольный; *в* — консольный

Из перечисленных способов наиболее распространен стандартный, который прост и удобен для ремонтного обслуживания. Однако зона под аппаратами недоступна для санитарной обработки и не защищена от загрязнения. Цокольный способ защищает эту зону от загрязнений, но затрудняет ремонт аппаратов. Консольное размещение наиболее удобно, так как пространство под аппаратами свободно для санитарной обработки; удобен доступ к узлам и деталям аппаратов при ремонте и обслуживании. Но при этом приходится отказаться от использования в модульной линии инвентарных и тепловых шкафов и других дополнительных элементов.

По способу теплообмена выделяют три основные группы аппаратов: конвективные, кондуктивные и теплового излучения. Фактически эти способы используют во всех тепловых аппаратах, но в разной степени.

В рамках каждой группы в зависимости от конструкции аппараты подразделяют следующим образом: поверхностные, непосредственного воздействия источника теплоты на нагреваемый объект и смесительные, в которых осуществляется перемешивание нагреваемой среды с источником теплоты.

Подавляющее большинство тепловых аппаратов, применяемых в общественном питании, относится к поверхностным. В качестве примера аппаратов, в которых происходит непосредственное воздействие источника теплоты на нагреваемый объект, можно привести пароварочные аппараты. Примером смесительных аппаратов могут служить водонагреватели, в которых греющий пар вводится непосредственно в нагреваемую им воду.

По виду источников теплоты (*энергоносителей*) аппараты подразделяют на электрические, паровые и огневые (газовые, твердо- и жидкотопливные).

По способу обогрева стенки рабочей камеры тепловые аппараты подразделяют на аппараты с непосредственным и косвенным обогревом.

При внешнем подводе теплоты стенку рабочей камеры можно нагреть в результате прямого контакта нагревателя или продуктов сгорания топлива (непосредственный обогрев) или через промежуточный теплоноситель (косвенный обогрев).

Косвенный обогрев стенки рабочей камеры аппарата позволяет обеспечить на ней более равномерное температурное поле с ограниченной на допустимом уровне температурой и создать условия, адекватные условиям нагрева пищевого продукта, и тем самым обеспечить возможность автоматизации технологического процесса.

Общие признаки того или иного теплового оборудования позволяют объединить их в отдельные группы, виды и типы. Например, в группы тепловое оборудование объединяют следующим



образом: плиты, котлы, шкафы и т.д.; виды — секционные, пищеварочные, непрерывного действия и т.д.; типы — электрические, газовые, паровые, твердотопливные и т.д., т.е. в зависимости от энергоносителя.

**Индексация теплового оборудования.** В основу индексации теплового оборудования положено его буквенно-цифровое обозначение.

Первая буква соответствует наименованию группы, например плиты — П, котлы — К, шкафы — Ш и т.д.

Вторая буква соответствует наименованию вида: секционные — С, пищеварочные — П, непрерывного действия — Н.

Третья буква соответствует наименованию типа, т.е. энергоносителю: паровые — П, газовые — Г, электрические — Э, твердотопливные — Т.

Цифра, отделенная от буквенного обозначения дефисом, соответствует типоразмеру или основному параметру данного оборудования (площади жарочной поверхности, числу жарочных шкафов, вместимости котла и т.д.).

К индексу аппаратов модульного типа добавляется четвертая буква М или аббревиатура СМ, обозначающая секционно-модулированный аппарат.

В качестве примера можно привести индексы следующего наиболее типичного оборудования: КПЭ-60 — котел пищеварочный электрический вместимостью 60 дм<sup>3</sup>; КНЭ-25 — кипятильник непрерывного действия электрический производительностью 25 л/ч; ПЭСМ-2 — плита электрическая секционно-модулированная двухконфорочная.

К сожалению, в настоящее время данный принцип индексации теплового оборудования не является обязательным и часто нарушается как разработчиками, так и заводами-изготовителями. Поэтому в дальнейшем при обращении к каталогам и справочникам по тепловому оборудованию это обстоятельство необходимо учитывать.

## **1.2. Основные требования, предъявляемые к тепловому оборудованию предприятий общественного питания**

Основные требования, предъявляемые к тепловому оборудованию предприятий общественного питания, являются общими для большинства тепловых аппаратов. Это технологические, эксплуатационные, энергетические, конструктивные, экологические и экономические требования, а также требования к системам автоматизации теплового оборудования.

Все перечисленные выше требования взаимосвязаны. Кроме того, каждое из перечисленных требований является многоплановым, включает разные аспекты рассматриваемого вопроса и в результате формирует требования к системам автоматике.

**Технологические требования приготовления пищи.** Аппараты должны обеспечивать возможность приготовления продукта требуемого уровня качества, характеризуемого регламентируемой пищевой ценностью, и безопасного для потребления.

Непременным технологическим требованием является обеспечение такого режима тепловой кулинарной обработки, при котором потери сырья и самого продукта минимальны. При этом расход энергии на процесс и продолжительность тепловой обработки должны быть минимальными.

**Эксплуатационные требования.** Аппараты должны быть удобны и просты в обслуживании. В процессе приготовления пищи должны быть обеспечены контроль основных режимных параметров и возможность их регулирования.

Важное эксплуатационное требование — доступность всех узлов аппарата для их мойки и санитарной обработки, а также профилактического осмотра и текущего ремонта. Кроме того, должны быть обеспечены полная безопасность персонала, обслуживающего оборудование.

Конструкция аппарата должна исключать возможность опасного воздействия на человека при эксплуатации оборудования следующих факторов: электрического тока, высоких температур, высоких давлений и сверхнормативного облучения персонала разного рода излучениями.

Конструкция аппарата должна обеспечивать контроль возможных опасных и вредных факторов и по возможности предотвращать их действие на персонал. Для этого аппараты должны быть снабжены разными блокирующими, сигнализирующими и другими устройствами, которые автоматически срабатывают при возникновении опасных для людей ситуаций.

**Энергетические требования.** Аппараты должны работать в энергосберегающих режимах, для чего они должны иметь устройства или приспособления, регулирующие количество подводимой энергии в зависимости от требований технологических режимов на разных этапах приготовления пищи. Кроме того, они должны иметь возможность секционирования, что позволит включать необходимое количество секций в зависимости от потребностей в процессе приготовления.

В целях экономии потребляемой энергии аппараты должны иметь тепловую изоляцию, существенно сокращающую потери теплоты в окружающую среду и снижающую температуру наружных стенок аппарата до безопасного уровня, исключая ожоги.

**Конструктивные требования.** К конструированию машин и аппаратов предъявляются следующие требования:

снижение их материалоемкости и энергоемкости, а также обеспечение минимальной энергоемкости реализуемых процессов;

правильный выбор металлов и материалов для изготовления оборудования (материалы должны быть доступны, достаточно дешевы, при этом соответствовать требованиям безопасности и санитарно-гигиеническим нормам);

использование при изготовлении узлов и деталей аппаратов, непосредственно контактирующих с продуктами, металлов и материалов, не оказывающих какого-либо вредного воздействия на продукт, обслуживающий персонал и окружающую среду и обеспечивающих надежную длительную эксплуатацию;

обеспечение удобного транспортирования оборудования и его монтажа: аппараты, имеющие большие габаритные размеры, не соответствующие размерам транспортных средств, должны быть разборными; монтаж оборудования не должен быть затруднен;

конструкция тепловых аппаратов должна предусматривать использование в них унифицированных узлов и деталей, легко заменяемых и доступных для ремонта; в наибольшей степени этому требованию соответствуют аппараты, состоящие из унифицированных блоков или модулей;

обеспечение безотказности, долговечности и ремонтпригодности аппаратов, что обуславливает их надежность в эксплуатации; при этом под безотказностью понимают способность аппарата работать без нарушения его работоспособности как в целом, так и его частей, а под долговечностью — свойство аппарата сохранять высокую работоспособность до некоторого предельного состояния, при котором дальнейшее использование аппарата невозможно. Долговечность характеризуется характерной для данного вида оборудования наработкой (продолжительностью работы) и ресурсом (сроком эксплуатации), который должен обеспечивать многократную окупаемость оборудования.

Дополнительно к конструктивным требованиям относятся требования технической эстетики. Внешний вид аппарата должен быть привлекателен, функционален и эргономичен.

**Экологические требования.** В соответствии с экологическими требованиями во время работы тепловое технологическое оборудование не должно выбрасывать в атмосферу и канализацию вредные вещества, опасные для здоровья людей, жизни животных и растений. Источником таких загрязнителей являются продукты сгорания топлива, моющие растворы, пищевые остатки и отходы, продукты термического разрушения пищевых продуктов, тепловыделения и влага, выбрасываемые в атмосферу с вентилируемым воздухом.

**Экономические требования.** Конечная цель использования оборудования — получение дополнительной прибыли. Аппараты по-

зволюют при прочих равных условиях получить эту прибыль, если они будут отличаться высокой производительностью при минимальных габаритных размерах, минимальных удельных расходах энергии, минимальных затратах физического труда, при высокой надежности и долговечности и, как следствие, минимальных затратах на ремонт и обслуживание. Однако данные требования будут справедливыми в тех случаях, когда аппараты оптимальным образом вписываются в технологическую схему предприятия, не простаивают и обеспечивают необходимый уровень качества выпускаемой продукции.

### **Требования к системам автоматизации теплового оборудования.**

Автоматизация предполагает создание такой системы машин и аппаратов, в которых основные процессы осуществляются с минимальными затратами физического труда и энергии при высоком качестве производимой продукции и минимальных потерях ее массы. В настоящее время системы автоматизации подразделяют на следующие три основных вида: автоматический контроль, автоматическая защита и автоматическое управление.

*Автоматический контроль* заключается в непрерывном определении параметров работы аппаратов и технологических процессов без участия человека. Благодаря автоматическому контролю обслуживающий персонал получает достаточно полную информацию о режимных параметрах процесса, а в некоторых случаях — о характеристиках пищевых продуктов.

Основное назначение *автоматических систем защиты* — предотвращение опасных для персонала производственных ситуаций, вызванных нарушением установленных режимных параметров.

*Автоматическое управление технологическим процессом* предполагает такое непрерывное изменение режимных параметров греющей среды (температура, влажность, скорость движения) в рабочей камере во времени, которое обеспечивает оптимальные условия изменений физико-химических и биохимических превращений пищевых продуктов при нагреве и в результате формирования необходимых органолептических свойств готовых кулинарных изделий.

## **1.3. Показатели эффективности тепловых аппаратов**

К основным показателям эффективности тепловых аппаратов относятся: коэффициент полезного действия, производительность, коэффициент загрузки, коэффициент использования аппарата, удельная металлоемкость (материалоемкость), удельная мощность (энергоемкость) и удельный расход энергии на единицу производимой продукции.

**Определение коэффициента полезного действия аппарата.** Коэффициентом полезного действия (КПД) аппарата  $\eta$  называется отношение полезно используемой теплоты  $Q_{\text{пол}}$  ко всей затраченной на процесс  $Q_{\text{затр}}$ , % , теплоте:

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{затр}}} 100. \quad (1.1)$$

Этой величиной оценивают степень эффективности процесса или аппарата. Естественно, что по мере приближения этой величины к единице эффективность возрастает.

Из уравнения теплового баланса (см. уравнение 6.48) следует, что это возможно только за счет уменьшения разного рода тепловых потерь.

Так, например, потери теплоты с уходящими продуктами сгорания  $q_{\text{ух}}$  (или  $Q_{\text{ух}}$ ) можно уменьшить путем увеличения теплосъема в топке и газоходах за счет рационального их размещения, увеличения степени экранирования водой и обеспечения турбулизации газового потока.

Потери теплоты от химического недожога  $q_{\text{хим}}$  ( $Q_{\text{хим}}$ ) значительно уменьшаются при рациональном проведении процесса сжигания топлива, правильном регулировании режима работы газовых горелок и дизельных форсунок и оптимальном выборе количества и размеров кусочков твердого топлива, сжигаемых в топочных камерах.

Механический недожог  $q_{\text{мех}}$  ( $Q_{\text{мех}}$ ) твердого топлива можно уменьшить путем своевременного удаления очаговых остатков, позволяющего полностью использовать теплоту сгорания топлива в результате создания оптимальной тяги за аппаратом и т. д.

Потери теплоты в окружающую среду  $q_{\text{окр}}$  ( $Q_{\text{окр}}$ ) от стенок тепловых аппаратов уменьшают путем применения тепловой изоляции, а также использования в качестве материала стенок полированной нержавеющей стали или сталей, покрытых слоем эмали, обладающей низкой степенью черноты, что уменьшает лучистую составляющую коэффициента теплоотдачи.

Очевидно, что потери теплоты на разогрев конструкции могут быть уменьшены только за счет уменьшения ее материалоемкости, что не всегда возможно.

**Определение производительности тепловых аппаратов.** Производительность выражают количеством продуктов, получающихся в результате тепловой кулинарной обработки в единицу времени.

Количество обрабатываемых продуктов выражают массовыми, объемными и натуральными единицами измерения (килограммами, литрами, штуками, порциями натуральных или условных блюд). Условным называется блюдо, на приготовление которого затрачивается 418,7 кДж (0,116 кВт·ч).

При прочих равных условиях производительность тепловых аппаратов зависит от их размеров, мощности, вида продукта, подвергающегося тепловой обработке, коэффициента загрузки и скорости протекания в них технологического процесса. Так, номинальная часовая производительность теплового аппарата периодического действия определяется по общему максимально возможному количеству загруженных в аппарат продуктов и по продолжительности цикла:

$$N_{\text{н}} = \frac{3\,600m}{\tau_3 + \tau_{\text{обр}} + \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{м}}}, \quad (1.2)$$

где  $N_{\text{н}}$  — номинальная часовая производительность аппарата, кг/ч;  $m$  — номинальная масса одновременно загружаемых продуктов вместе с жидкостью, кг;  $\tau_3$ ,  $\tau_{\text{обр}}$ ,  $\tau_{\text{в}}$ ,  $\tau_{\text{м}}$  — продолжительность соответственно загрузки, тепловой обработки, выгрузки продукта и мойки аппарата, с.

Многие тепловые аппараты характеризуются площадью рабочей поверхности, например электрические плиты, сковороды, жарочные и пекарные шкафы. Для них номинальная масса  $m$  единовременной загрузки при тепловой обработке штучных изделий определяют по формуле

$$m = \frac{S_{\text{н}}k_3^{\text{п}}}{S_1} m_1, \quad (1.3)$$

где  $S_{\text{н}}$  — номинальная площадь рабочей поверхности аппарата, м<sup>2</sup>;  $k_3^{\text{п}}$  — коэффициент заполнения рабочей поверхности полуфабрикатами, равный отношению площади, занимаемой полуфабрикатами, к площади рабочей поверхности аппарата (обычно он составляет 0,8...0,9);  $S_1$  — площадь полуфабриката, прилегающая к рабочей поверхности, м<sup>2</sup>;  $m_1$  — масса полуфабриката, кг.

В случае неполной загрузки рабочего объема или жарочной поверхности аппарата реальную его производительность  $N_{\text{р}}$  определяют по формуле

$$N_{\text{р}} = N_{\text{н}}k_3, \quad (1.4)$$

где  $k_3$  — коэффициент загрузки аппарата.

**Определение коэффициента загрузки.** Коэффициент загрузки  $k_3$  характеризует степень заполнения рабочего объема или жарочной (рабочей) поверхности аппарата:

$$k_3 = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{н}}}; \quad k_3 = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{н}}}, \quad (1.5)$$

где  $V_{\text{п}}$ ,  $V_{\text{н}}$  — соответственно объем загружаемых продуктов вместе с жидкостью и общий (номинальный) полезный объем аппарата,

дм<sup>3</sup> (л);  $S_p$ ,  $S_n$  — соответственно площадь, занимаемая загружаемыми продуктами, и номинальная площадь рабочей поверхности аппарата, м<sup>2</sup>.

Тепловые аппараты периодического действия часто характеризуются не по производительности, а по их основному параметру — объему рабочей камеры или площади жарочной поверхности.

Номинальную часовую производительность  $N_n$  теплового аппарата непрерывного действия (м<sup>3</sup>/ч или кг/ч) рассчитывают по формуле

$$N_n = Fv = \frac{FL}{\tau} = \frac{V_p}{\tau}, \quad (1.6)$$

где  $F$  — поперечное сечение потока продуктов, м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость движения потока, м/ч;  $L$  — длина рабочей камеры, м;  $\tau$  — продолжительность технологического процесса тепловой обработки, ч;  $V_p$  — вместимость рабочей камеры, м<sup>3</sup>.

Производительность аппарата в зависимости от приготовляемого в нем блюда имеет разные значения, поскольку общая продолжительность процесса приготовления отдельных блюд колеблется от нескольких минут до 8 ч.

Для определения эффективности работы тепловых аппаратов периодического действия большое значение имеет количество оборотов (циклов) аппарата, совершаемых за смену.

За полный цикл работы теплового аппарата принимают такую продолжительность тепловой кулинарной обработки пищевых продуктов в данном аппарате, в течение которой выполняют следующие операции: загрузку, тепловую кулинарную обработку, выгрузку продукта и мойку аппарата. Графически эти операции изображаются циклограммой. В качестве примера на рис. 1.2 показан примерный график работы (циклограмма) пищеварочного котла КЭ-100.

**Определение коэффициента использования аппарата.** Коэффициент использования аппарата  $k_{исп}$  представляет собой отношение суммы продолжительности отдельных циклов работы теплового аппарата, проведенных за смену, к продолжительности работы смены (см. рис. 1.2):

$$k_{исп} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} n_i \tau_i}{\tau}, \quad (1.7)$$

где  $n$  — число  $i$ -х циклов теплового аппарата;  $n_i$  —  $i$ -тый цикл теплового аппарата;  $\tau_i$  — продолжительность  $i$ -го цикла, ч;  $\tau$  — продолжительность работы смены, ч.

**Определение удельной металлоемкости (материалоемкости).** Удельная металлоемкость (материалоемкость)  $m_{уд}$  (кг/м<sup>3</sup> или кг/м<sup>2</sup>) оп-

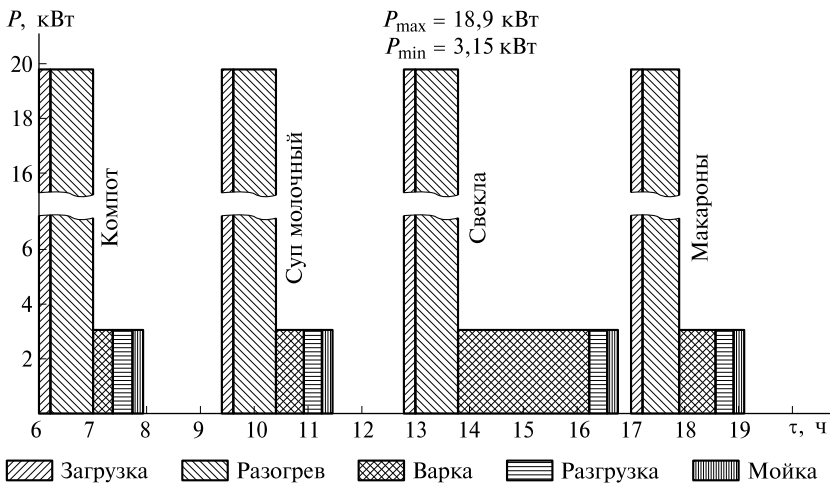


Рис. 1.2. Циклограмма работы пищеварочного котла КЭ-100

ределяет совершенство конструкции аппарата с точки зрения расхода материалов. Значение  $m_{уд}$  определяют как отношение массы аппарата к его основному параметру, характеризующему аппарат (объем рабочей камеры, площадь жарочной поверхности и т.д.):

$$m_{уд} = M/V; \quad m_{уд} = M/S_p, \quad (1.8)$$

где  $M$  — масса аппарата, кг;  $V$  — объем рабочей камеры, м<sup>3</sup>;  $S_p$  — площадь рабочей (жарочной) поверхности, м<sup>2</sup>.

**Определение удельной мощности (энергоёмкости).** Удельная мощность  $\omega_3$  представляет собой отношение номинальной мощности аппарата к основному параметру, характеризующему аппарат (объем рабочей камеры, площадь жарочной поверхности, масса аппарата):

$$\omega_3^V = P_n/V; \quad \omega_3^S = P_n/S_p; \quad \omega_3^M = P_n/M, \quad (1.9)$$

где  $\omega_3^V$  — удельная объемная мощность, кВт/м<sup>3</sup>;  $\omega_3^S$  — удельная поверхностная мощность, кВт/м<sup>2</sup>;  $\omega_3^M$  — удельная массовая мощность, кВт/кг;  $P_n$  — номинальная мощность, кВт;  $V$  — объем рабочей камеры, м<sup>3</sup>;  $S_p$  — площадь рабочей (жарочной) поверхности, м<sup>2</sup>;  $M$  — масса аппарата, кг.

Удельная объемная и поверхностная мощности характеризуют максимальную температуру, которая может быть достигнута в объеме рабочей камеры или на жарочной поверхности. Удельная массовая мощность характеризует продолжительность разогрева кон-



струкции аппарата; чем она больше, тем меньше продолжительность разогрева.

**Определение удельного расхода энергии на единицу производимой продукции.** Удельный расход энергии на тепловую кулинарную обработку является одним из показателей работы предприятия общественного питания при оценке его деятельности за год. Обычно эта величина измеряется в кВт·ч на 1 000 условных блюд. Для заготовочных предприятий, производящих полуфабрикаты, удельные расходы берутся в кВт·ч на 1 т производимой продукции.

Технологические и энергетические режимы в большинстве производственных процессов взаимосвязаны. При этом во многих случаях оптимальным энергетическим режимам соответствует максимальная производительность технологического оборудования с минимальными удельными расходами энергии при наивысшем качестве готовых изделий. Поэтому совершенствование производственных процессов и улучшение их организации почти всегда приводит к экономии энергии. В этом смысле удельные расходы электроэнергии являются обобщающим индексом технико-экономического уровня производства в целом.

Удельный расход энергии зависит от типа предприятия, его производственной программы, совершенства тепловых аппаратов, правильной их эксплуатации, коэффициента загрузки и использования аппаратов и уровня организации производства.

Соответственно одним из основных показателей совершенства теплового аппарата является удельный расход энергии на единицу производимой продукции в данном аппарате (кВт·ч/усл. блюдо или кВт·ч/кг). Для этого необходимо израсходованную на весь процесс приготовления энергию разделить на количество произведенной продукции (в условных блюдах или кг):

$$\omega_{\text{бл}} = W_{\text{общ}}/n, \quad (1.10)$$

где  $\omega_{\text{бл}}$  — удельный расход энергии на единицу произведенной продукции, кВт·ч/усл. блюдо или кВт·ч/кг;  $W_{\text{общ}} = W_{\text{раз}} + W_{\text{ст}}$  — общий расход энергии на процесс приготовления, кВт·ч, где  $W_{\text{раз}}$  — расход энергии на разогрев, кВт·ч;  $W_{\text{ст}}$  — расход энергии в стационарном режиме, кВт·ч;  $n$  — количество готовой продукции за процесс в соответствующих единицах.

Расход энергии на разогрев и стационарный режим определяется по формуле

$$W_{\text{раз}} = P_{\text{раз}}\tau_{\text{раз}}; \quad W_{\text{ст}} = P_{\text{ст}}\tau_{\text{ст}}, \quad (1.11)$$

где  $P_{\text{раз}}$ ,  $P_{\text{ст}}$  — мощность соответственно в период разогрева и стационарного режима, кВт;  $\tau_{\text{раз}}$ ,  $\tau_{\text{ст}}$  — продолжительность соответственно разогрева и стационарного режима, ч.

Число натуральных блюд, полученных в процессе приготовления, пересчитывается в условные единицы умножением числа

## Коэффициенты перевода натуральных блюд в условные

Блюдо	Коэффициент перевода				
	для столовых	для столовых при промышленном предприятии	для ресторанов	для кафе	для закусовых
Первое	0,84	0,85	0,89	0,54	0,72
Второе	0,5	0,5	0,56	0,55	0,51
Сладкое	0,23	0,21	0,26	0,18	0,25
Горячие напитки	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Кондитерские изделия	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

натуральных блюд на коэффициент перевода натуральных блюд в условные (табл. 1.1).

Удельный расход энергии на единицу производимой продукции в разных тепловых аппаратах за весь процесс приготовления в зависимости от типа предприятия примерно составляет 0,1... 0,2 кВт · ч/усл. блюдо. Однако в реальных производственных условиях этот удельный расход значительно больше за счет дополнительного расхода энергии на непроизводительные простои оборудования в дежурном режиме, несоблюдения технологического режима и неполной загрузки, а также потерь энергии в необоснованно длительный период загрузки и выгрузки продукции и других факторов.

Расход энергии на единицу производимой продукции существенно зависит от массы подвергающегося одновременной тепловой обработке продукта в аппарате. Так, например, если в электрическом тепловом аппарате осуществлять тепловую кулинарную обработку одних и тех же изделий при разной массе загрузки и постоянной мощности нагревателей и учитывать израсходован-

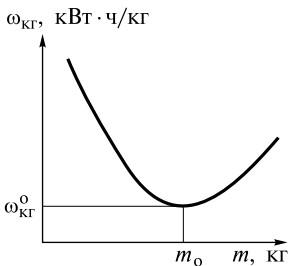


Рис. 1.3. Зависимость удельного расхода электроэнергии на процесс тепловой обработки от массы загружаемого в аппарат продукта

ную энергию на процесс приготовления, то график зависимости удельного расхода энергии на единицу производимой продукции имеет вид, как на рис. 1.3.

На графике видно, что при оптимальной загрузке  $m_0$  удельный расход электроэнергии  $\omega_{\text{кг}}^0$  будет минимальным. Обычно номинальная загрузка аппарата является оптимальной, и перегрузка его в большинстве случаев практически невозможна. Однако при неправильном подборе оборудования для предприятия (завышена производительность) аппараты часто работают в недогруженном режиме, что приводит к резкому увеличению удельного расхода электрической энергии на единицу производимой продукции.