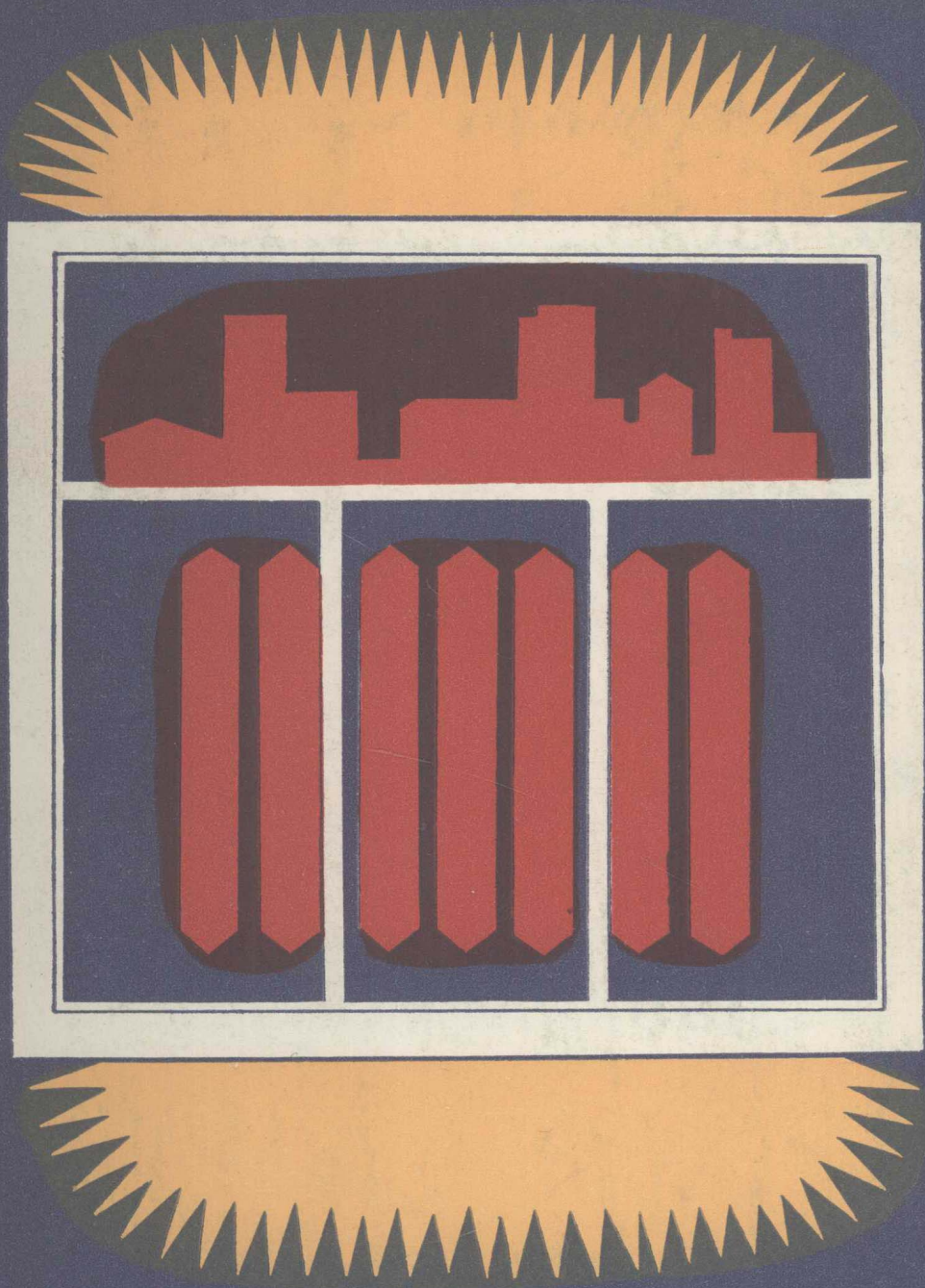




А. К. АНДРЕЕВСКИЙ

ОТОПЛЕНИЕ

Андреевский Алексей Константинович

ОТОПЛЕНИЕ

Редактор *М. Г. Москаленко*
Худож. редактор *А. Г. Звонарев*
Техн. редактор *Г. М. Романчук*
Корректор *Р. К. Емельянова*

ИБ № 1342

Сдано в набор 8.01.82. Подписано в печать 31.08.82. АТ 16191.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная.
Высокая печать. Усл. печ. л. 23. Усл. кр.-отт. 23,25. Уч.-изд. л.
25,72. Тираж 9400 экз. Зак. 2281. Цена 1 руб.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета
БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
220048, Минск, проспект Машерова, 11.

Минское производственное полиграфическое объединение
им. Я. Коласа. 220005. Минск, Красная, 23.

А. К. АНДРЕЕВСКИ

ОТОПЛЕНИЕ

Под редакцией канд. техн. наук
М. И. Курпана

Издание второе, переработанное
и дополненное

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования БССР в качестве учебного пособия для студентов вузов по специальности 1208 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1982

ББК 38.762.1я73
А65
УДК 697 (075.8)

Рецензенты: кафедра отопления и вентиляции МИСИ
им. В. В. Куйбышева; *С. И. Луговский*, зав. кафедрой санитар-
ной техники и охраны труда Новополюцкого политехнического
института, д-р техн. наук, проф.

А $\frac{3206000000-145}{1304(05)-82} 84-82$

© Издательство «Высшая школа», 1974.

© Издательство «Высшая школа», 1982, с изменениями.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Отопление» является одной из профилирующих дисциплин при подготовке специалистов по теплогазоснабжению и вентиляции. Этот курс, базирующийся на основных законах физики, гидравлики и теплотехники, призван сообщить обучающемуся, будущему инженеру, сведения по устройству, проектированию и особенностям эксплуатации отопительных установок, предназначенных для создания максимально благоприятных условий для труда и быта граждан нашей страны.

Предлагаемая читателю книга является систематизированным циклом лекций по курсу «Отопление», который читался автором в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте на протяжении многих лет, предназначается в качестве пособия для студентов дневного, вечернего и заочного обучения при изучении ими теоретического материала, а также при курсовом и дипломном проектировании.

В книге излагаются основные вопросы теории, конструирования и расчетов отопительных установок. В конце учебного пособия приведен перечень дополнительной литературы, в которой читатель может найти более широкую информацию по рассматриваемым в книге вопросам.

Предлагаемое пособие написано в соответствии с разделом «Отопление» действующей программы курса «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (для специальности 1208 «Теплогазоснабжение и вентиляция»), утвержденной Учебно-методическим управлением по высшему образованию Министерства высшего и среднего специального образования СССР 6 октября 1975 года.

Принятая последовательность изложения тем курса основана на необходимости одновременного выполнения обучающимися курсового проекта.

Для более полного усвоения материала, изложенного в предлагаемом пособии, попутно с чтением текста и дополнительной литературы следует всегда вести записи в рабочей тетради в виде конспекта, куда необходимо заносить не только теоретические положения и формулы, но и чертежи с соблюдением масштаба, развивая их добавлением недостающих боковых видов, планов и разрезов. Проработку материалов следует начинать с общего ознакомления с содержанием главы, переходя в дальнейшем к отдельным

деталям и заканчивая решением примеров. Цель вопросов для самопроверки, помещенных в конце каждой главы,—сосредоточить внимание только на главнейших положениях. Знание остального материала необходимо проверять по вопросам, поставленным самостоятельно. Многие из проработанного таким образом сохранятся в памяти на всю жизнь и составит тот багаж знаний, которым должен обладать инженер, хорошо знающий свое дело.

При подготовке второго издания предлагаемого курса лекций автором были учтены критические замечания и пожелания, появившиеся в печати, и высказанные лично автору по поводу первого издания книги, а также все новейшие нормативные материалы, регламентирующие как расчетную, так и конструктивную часть отопительных установок.

Автор

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТОПИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

1.1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Вследствие особенностей климата на большей части территории СССР и в условиях современного города до 80 % своей жизни человек проводит в закрытых помещениях. В этих помещениях для обеспечения нормальных условий для жизни и деятельности человека, для сохранения сооружений и материальных ценностей, находящихся в них, а в ряде случаев и для обеспечения технологического процесса, производительности труда и высокого качества продукции, помимо других факторов, формирующих микроклимат в помещении, необходимо поддерживать определенную температуру воздуха. Задача поддержания такой температуры воздуха в закрытых помещениях возлагается на отопительные установки, устройством и совершенствованием которых человечество занималось издавна.

Первой отопительной установкой, созданной руками человека, был костер, разжигавшийся на полу жилища. В дальнейшем отопительные установки совершенствовались. На смену костру пришла печь-каменка и курная печь, топившаяся по-черному — продукты сгорания выходили непосредственно в помещение, а затем отводились наружу через отверстие в кровле. Такие обогревательные устройства находили при археологических раскопках в жилищах IX в. Позже, в XV в., создавались печи с трубами, отводящими продукты сгорания наружу. До XVIII в. во всех странах земного шара для обогрева помещений применялись печи.

Промышленная революция XVIII в. совершила коренной перелом и в отопительной технике. Начинается использование отработанного в машинах пара для обогрева зданий. Возникают паровые системы отопления.

В 1777 г. французский инженер Боннеман применил для обогрева инкубаторов изобретенную им систему водяного отопления с естественной циркуляцией, основные элементы которой нашли применение и при обогреве жилищ.

Примерно в этот же период в России стала применяться система огневоздушного отопления, распространившаяся за границей и называвшаяся там «русской системой».

В 1795 г. была опубликована работа Н. А. Львова «Русская пиростатика», в которой подверглось критике модное увлечение заграничными фигурными печами, плохо обогревавшими помеще-

ния. Эта книга привела к возрождению русского печного искусства. Во второй части «Русской пиростатики», изданной в 1799 г., Н. А. Львовым были заложены основы техники огневоздушного отопления.

Современные системы центрального отопления начали развиваться лишь после того, как промышленность стала производить трубы, листовую сталь и необходимое оборудование — котлы, отопительные приборы, арматуру и т. п.

Первые системы водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя были выполнены в России в 1834 г. горным инженером профессором П. Г. Соболевским.

В 1875 г. в Петербурге впервые не только в России, но и в Западной Европе была осуществлена оригинальная система водяного отопления отдельной квартиры с применением плоских стальных отопительных приборов, оформленных в виде пилястр у наружных стен. Вода для этой системы подогревалась в специальном нагревателе, встроенном в кухонный очаг.

В 1884 г. военный инженер М. Фролов предложил оригинальный вариант отопления пороховых погребов, являвшийся своеобразным прототипом лучистого отопления. Стены пороховых камер обогревались снаружи нагретым воздухом.

Девятнадцатый век характерен развитием не только техники отопления, но и его теории. Опубликованы работа Н. А. Аммосова «Краткое понятие о пневматическом отоплении» (1841) и руководство профессора Мейснера «Об отоплении». Инженер И. И. Свизев в 1867 г. опубликовал капитальный труд по расчету печей, а инженер И. И. Флавицкий обосновал причины влияния состава и температуры воздуха на самочувствие человека (1884). В 1880 г. вышел первым изданием «Курс отопления и вентиляции» профессора С. Б. Лукашевича.

С момента выпуска промышленностью электродвигателей в начале XX в. получают распространение водяные системы отопления с насосным побуждением циркуляции.

В 1903 г. профессор В. М. Чаплин впервые применил оригинальную систему пароводяного отопления, побудителем движения воды в которой являлся пароструйный эжектор. В 1905 г. инженер В. А. Яхимович изобрел, а в 1906—1911 гг. многократно осуществил в зданиях клиник Казанского и Саратовского университетов и в ряде других больничных, школьных и общественных зданий систему отопления, называемую в настоящее время лучистой или панельной. В системах отопления В. А. Яхимовича отопительными приборами являлись панели, встроенные заподлицо с поверхностями стен. Панели устанавливались под окнами, во внутренних и наружных стенах, в колоннах, пилястрах, балясинах и перилах. Примерно в этот же период такие системы отопления зданий получили распространение в Западной Европе и Америке.

В 1909 г. инженер Н. П. Мельников впервые в России в здании петербургского Михайловского театра осуществил систему водяного отопления с насосной циркуляцией. Общая тепловая мощность

этой установки, включая и расход тепла на вентиляцию театра, составляла 1160 кВт.

Хотя отопление зданий в дореволюционной России производилось в основном печами, русскими инженерами создавались оригинальные устройства по отоплению как отдельных зданий, так и комплекса их. Известны такие установки районного пароводяного теплоснабжения, как обогрев из одного центра 13 корпусов Петербургской детской городской больницы (по проекту профессора А. К. Павловского, осуществленному в 1913 г.), учебных корпусов Политехнического института и др.

Несмотря на отдельные прогрессивные решения, предлагавшиеся русскими инженерами, отопительно-вентиляционная техника в дореволюционной России широкого развития не получила. Оборудование для отдельных установок ввозилось из-за границы.

Только после Великой Октябрьской социалистической революции эта отрасль науки и техники получила должное развитие. Даже в первые послереволюционные годы, когда в стране необходимо было восстанавливать народное хозяйство, разрушенное и парализованное войной и интервенцией, Коммунистическая партия проявляла неустанную заботу о здоровье трудящихся и обеспечении нормальных условий труда. Это нашло свое отражение в принятом Советским государством Кодексе законов о труде и в других законодательных актах.

Большую роль в создании нормальных условий для труда на восстанавливаемых предприятиях сыграла отопительно-вентиляционная техника, которая к этому периоду еще не имела производственной базы, квалифицированных кадров и необходимых знаний и опыта для решения поставленных задач. Началась широкая подготовка кадров, развивалась промышленность по производству отопительного оборудования. Первые шаги советской науки в области отопления и вентиляции связаны с именами профессоров В. М. Чаплина и Б. М. Аше, которые создали капитальные труды и учебники по отоплению и вентиляции.

Бурное развитие отопительной техники связано с интенсивной индустриализацией страны. В этот период появилась острая потребность в кадрах, оборудовании, индустриализации монтажа и в создании экономичных и эффективных установок. Для решения этих задач были созданы новые вузы, новые факультеты в вузах и техникумах, построены специализированные заводы, созданы специализированные монтажные, проектные, наладочные и научно-исследовательские организации. В настоящее время специалисты по теплогазоснабжению и вентиляции подготавливаются во многих вузах нашей страны.

Советские ученые решили ряд очень важных и трудных теоретических и практических задач, стоящих перед отопительно-вентиляционной техникой. Большие успехи достигнуты в индустриализации монтажных работ.

В плане развития народного хозяйства СССР решаются крупнейшие задачи по улучшению жилищных условий трудящихся, ко-

торые только по линии государственного строительства ежегодно получают миллионы квадратных метров жилой площади. Кроме того, ежегодно расширяется сеть санаториев, домов отдыха, больниц, детских, учебных, научных и культурно-просветительных учреждений; возводится большое количество производственных зданий.

Затраты на отопительно-вентиляционные устройства во вновь строящихся зданиях составляют около 5...6 % от общих капиталовложений в строительство. Это ставит перед специалистами, работающими в области отопления, задачи экономного и эффективного расходования выделяемых средств и важные задачи по оборудованию зданий установками, обеспечивающими поддержание внутри помещений температурных условий на заданном уровне при оптимальном расходе тепла.

1.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОТОПИТЕЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ

К отопительным установкам, как и к любым сооружениям, призванным создавать условия для плодотворной практической деятельности человека, предъявляется ряд требований, которые можно подразделить на санитарно-гигиенические, технико-экономические, строительные и эстетические.

Основными из этих требований являются *санитарно-гигиенические*, исходящие из необходимости создания таких условий для человека, при которых его организм не испытывал бы излишних перенапряжений, связанных с пребыванием в закрытых помещениях.

Известно, что в результате жизнедеятельности в организме человека происходит выработка тепла, количество которого зависит от характера работы. При спокойной, умственной работе вырабатывается одно количество тепла, при тяжелой физической — другое, значительно большее. Состояние баланса между теплом, вырабатываемым организмом, и теплом, отдаваемым им в окружающую среду, оказывает прямое влияние и на жизнедеятельность организма, и на самочувствие человека.

При спокойном состоянии около 10 % тепла, вырабатываемого организмом, отводится от тела человека вне зависимости от состояния окружающей среды. Остальное количество тепла (около 90 %) передается в нее при температуре воздуха, близкой к комфорту, путем излучения (40...50 %), конвекции (15...25 %) и испарением влаги с поверхности легких, дыхательных путей и кожи (20...25 %).

Соотношение между величинами теплопотерь испарением, излучением и конвекцией меняется в зависимости от окружающих условий и по-разному влияет на состояние организма и самочувствие человека. Приспособляемость организма к этим условиям заключается в основном в регулировании количества испаряемой с поверхности кожи влаги и в поддержании постоянной температуры тела путем увеличения или уменьшения выработки тепла (рис. 1.1). Однако аппарат терморегуляции человека может безболезненно компенсировать потери тепла или его избыток только в определен-

ных пределах. Неощутимыми для человека являются постепенные изменения температуры воздуха по сухому термометру в пределах до 2°C .

Факторами, влияющими на восприятие окружающей средой тепла от тела человека, являются определенные комбинации температуры, влажности и скорости движения воздуха и температура окружающих человеческое тело поверхностей. Гигиенистами уста-

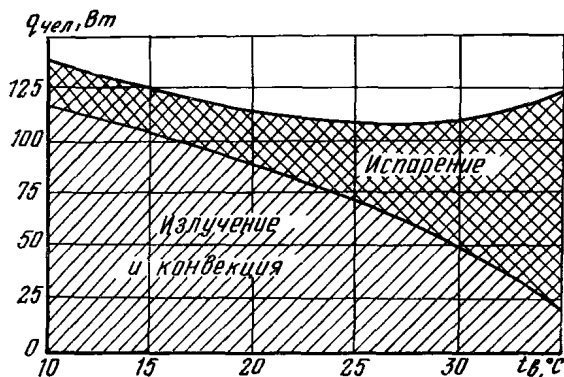


Рис. 1.1. Теплоотдача тела человека, находящегося в спокойном состоянии.

новлено также, что комфортные ощущения человеком окружающей среды связаны не только с комплексом тепловых параметров, но и с электрическим состоянием воздуха (ионизацией и озонированием) и его газовым составом. Все эти факторы находятся во взаимосвязи, и одновременная комбинация их, возможная в большом числе вариантов, обуславливает определенный охлаждающий эффект и комфортное ощущение окружающей человека среды.

При равновесии между выработкой и отдачей тепла человек чувствует себя хорошо, и такое состояние человека принято называть *комфортным*, а внешние условия, обеспечивающие требуемый отбор тепла от тела человека — *комфортными условиями*. Эти условия необходимо обеспечить в части объема помещения, которая расположена в пределах высоты 2 м от уровня пола и называется рабочей или обслуживаемой зоной помещения.

Температурные условия в помещениях жилых и общественных зданий, обуславливающие комфортные условия для холодного периода года, выражают уравнением

$$t_R = 1,57t_{\text{п}} - 0,57t_{\text{в}} \pm 1,5,$$

где t_R — радиационная температура, являющаяся средневзвешенной температурой всех поверхностей помещения, включая и греющую, которая определяется относительно человека, находящегося в середине помещения, $^{\circ}\text{C}$; приближенное значение

$$t_R \approx \frac{\sum F_i \tau_i}{\sum F_i};$$

F_i — элемент поверхности помещения, м²; τ_i — температура поверхности элемента, °С; $t_{\text{п}}$ — температура помещения, °С, значение которой зависит от интенсивности работы, выполняемой человеком; при спокойном состоянии человека $t_{\text{п}} = 21 \dots 23$ °С; при легкой работе — 19...21 °С; при работе средней тяжести — 16...19 °С и при тяжелой работе — 14...16 °С; $t_{\text{в}}$ — нормируемая СНиП температура воздуха помещения, °С.

Представленное выше уравнение выражает *первое условие комфортности*, при котором между телом человека и окружающей средой должно поддерживаться состояние теплового баланса.

Второе условие комфортности ограничивает интенсивность лучистого теплообмена между телом человека и нагретыми поверхностями, допустимая температура которых определяется по формулам:

$$\text{для горячих поверхностей } \tau_{\text{п}}^{\text{доп}} \leq 19,2 + \frac{8,7}{\varphi_{\text{ч-п}}};$$

$$\text{для охлаждаемых поверхностей } \tau_{\text{п}}^{\text{доп}} \geq 23 - \frac{5}{\varphi_{\text{ч-п}}},$$

где $\varphi_{\text{ч-п}}$ — коэффициент облученности между горячей или охлаждающей поверхностью и наиболее невыгодно расположенной площадью на поверхности тела человека.

Для окон допустимая температура на внутренней поверхности

$$\tau_{\text{ок}}^{\text{доп}} = 14 - \frac{4,4}{\varphi_{\text{ч-ок}}}.$$

По требованиям гигиены и санитарии отопительные установки и отдельные элементы их должны быть легко доступны для очистки, а температура обогревательных устройств не должна быть опасной для людей при соприкосновении их с поверхностью этих устройств (особенно в детских и прочих помещениях) и не должна превышать тех значений, выше которых может происходить разложение и сухая возгонка органической пыли. Таким пределом является температура поверхностей, равная 70 °С.

Простота устройства, наименьший расход материалов и трудовых затрат на сооружение установок, с помощью которых достигаются требуемые конкретные условия микроклимата помещений, наименьшие эксплуатационные затраты и удобство эксплуатации — таковы основные *техничко-экономические* требования, предъявляемые к отопительным установкам.

Строительные требования заключаются в том, чтобы при сооружении и неизбежных при эксплуатации ремонтах отопительных установок не нарушалась цельность и прочность основных конструктивных элементов зданий и сооружений; чтобы монтаж установок производился индустриальными методами при максимальной меха-

низации и сборности, массовом заводском изготовлении унифицированных деталей и узлов с высокой степенью их готовности при поточных и ритмичных методах монтажа.

Эстетические требования сводятся к тому, чтобы отдельные элементы отопительных установок не нарушали внешнего архитектурного облика сооружения в целом, хорошо гармонировали с внутренней отделкой помещений и не занимали излишних площадей.

1.3. ЭЛЕМЕНТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ТЕПЛОНОСИТЕЛИ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Каждая отопительная установка, предназначенная для поддержания в помещениях заданной температуры воздуха, состоит из трех основных элементов: *теплового центра*, в котором теплоносителю передается необходимое количество тепла, *системы теплопроводов* для перемещения по ним теплоносителя и *отопительных приборов*, передающих тепло от теплоносителя воздуху и ограждениям помещения.

В отопительных установках в качестве теплоносителя применяют воду, насыщенный водяной пар и воздух.

Вода, имеющая большую теплоемкость и плотность, позволяет передавать значительное количество тепла в малых объемах и, что весьма важно, изменять теплосодержание этих объемов путем соответствующего понижения или повышения температуры. В целях уменьшения затрат энергии перемещение воды производят при скоростях, не превышающих 3 м/с.

Ценность водяного пара как теплоносителя заключается в большой величине тепла, выделяющегося при его конденсации в отопительных приборах. Транспортирование пара к зданиям осуществляется со скоростями порядка 40...80 м/с, что позволяет передавать большое количество тепла на значительные расстояния при сравнительно малых затратах энергии.

Высокая температура пара при давлении выше 0,1 МПа допускает его применение только в отопительных установках промышленных и коммунальных предприятий, в которых температура на поверхности отопительных приборов должна быть не выше 130 °С. Использование пара с температурой ниже 100 °С требует поддержания в отопительных установках вакуума, что удорожает их устройство и усложняет эксплуатацию.

Воздух как теплоноситель хотя и не требует установки отопительных приборов в помещениях, но для их обогрева применяется редко. Воздух имеет малую удельную теплоемкость — 1 кДж/(кг · К), и для передачи даже небольших количеств тепла требуется перемещение значительных объемов воздуха; затраты энергии при этом оказываются большими, чем при транспортировании такого же количества тепла с помощью воды или пара. Трубопроводы или каналы для перемещения воздуха требуют больших сечений и занимают сравнительно с трубопроводами для воды или пара большие объемы.

Табл. 1.1. Рекомендуемые параметры теплоносителей в системах отопления при переменной температуре их в течение отопительного периода и предельные температуры поверхностей отопительных приборов

Назначение зданий	Температура теплоносителя в магистралях, °С	
	подающих	обратных
Детские ясли-сады, больницы, родильные дома и другие больничные учреждения	85	65
Жилые, административные и учебные здания, вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, поликлиники, санатории, аптеки, музеи, архивы, библиотеки	95, 105	70
Зрелищные предприятия, спортивные залы, крытые стадионы	115	70
Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением негорючей, невзрывоопасной, органической, возгоняемой неядовитой пыли	До 130	70
Плавательные бассейны, лестничные клетки, торговые помещения, зрелищные и коммунальные предприятия, предприятия общественного питания, вокзалы, аэропорты, промышленные предприятия с тепло- и влаговыведениями и с выделениями невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли, негорючих и не поддерживающих горение газов и паров	До 150	70

Примечание. Для зданий, перечисленных во втором абзаце таблицы и оборудованных однотрубными системами отопления, температура теплоносителя в подающих магистралях может быть выше 95°С, но температура поверхности труб стояков и подводов к отопительным приборам не должна превышать 105°С.

Обогрев помещений нагретым воздухом выгоден тогда, когда допустимо полное или частичное возвращение его для повторного подогрева без устройства распределительных трубопроводов, что зачастую и выполняется в производственных зданиях большого объема. Выгодно и неизбежно применение воздуха как теплоносителя при совмещении обогрева и вентилирования помещений и необходимости восполнения того количества воздуха, которое удаляется из помещений технологическими установками.

При наличии в данной местности геотермальных вод, удовлетворяющих требованиям к качеству их для применения в системах теплоснабжения, и при соответствующих технико-экономических сопоставлениях с решениями на базе использования традиционных источников тепла, они также могут быть применены в качестве теплоносителя для систем отопления.

Из рассмотренных теплоносителей наиболее распространенным является вода, при которой легко осуществляется регулирование отпуска тепла потребителям.

Расход труб и отопительных приборов для паровых систем отопления меньше, чем для водяных. Соответственно меньше и затра-

ты на их сооружение. Однако срок службы водяных систем (30... 40 лет) в 3—5 раз больше, чем паровых, трубы которых в большей степени подвергаются внутренней коррозии.

Для расчета отопительных установок зданий различного назначения принято принимать параметры теплоносителей, приведенные в табл. 1.1. Этими параметрами устанавливаются и виды теплоносителей, а также, как это будет видно из дальнейшего изложения курса, определяется средняя температура теплоносителя в отопительных приборах, величина площади нагрева последних и микроклимат в помещениях.

В зависимости от радиуса действия отопительные системы подразделяют на *местные, центральные и районные*.

Местными отопительными системами или *местным отоплением* называют вид отопления, при котором генератор тепла и отопительный прибор конструктивно скомпонованы вместе и устанавливаются в обогреваемом помещении.

К этому виду отопления относят:

а) печное отопление — вне зависимости от вида топлива (дрова, газ, уголь, торф), когда отопительным прибором является комнатная отопительная печь, продукты сгорания из которой отводятся наружу;

б) электрическое отопление, при котором в тепло преобразовывается электрическая энергия, подводимая к специальным отопительным приборам;

в) газовое отопление, когда в отопительных приборах специальной конструкции в качестве топлива используется природный или сжиженный газ; продукты сгорания выделяются непосредственно в отапливаемое помещение (что нежелательно) или отводятся наружу.

Центральным отоплением принято называть вид отопления, при котором получение тепла из топлива и передача его теплоносителю производится в едином для всего здания тепловом центре, а в помещениях обогреваемого здания устанавливаются только отопительные приборы. Тепловой центр может находиться в самом здании или вне его.

Если отдельно стоящая котельная обслуживает несколько зданий или небольшой район населенного пункта, такое отопление называется *районным отоплением*.

В зависимости от применяемого теплоносителя системы центрального отопления разделяют на три группы. Различают системы *водяного, парового и воздушного* отопления.

Системы *водяного* отопления в свою очередь делят на две группы — системы *с естественной циркуляцией воды*, когда побудителем движения воды в вертикальной системе является разность плотности горячей и охлажденной воды, и системы *с искусственной циркуляцией теплоносителя*, в которых побудителем движения воды является насос.

Такое же деление на две группы имеют и *воздушные* системы отопления. Естественная циркуляция воздуха происходит из-

за разности плотностей нагретого и охлажденного воздуха, а искусственная — при использовании специальных воздухоудвигных машин — вентиляторов.

Системы парового отопления разделяют на три группы: *паровое отопление высокого давления* (при избыточном давлении пара 0,07 МПа и выше), *паровое отопление низкого давления* (при избыточном давлении 0,005...0,07 МПа) и *вакуум-паровое отопление* (при давлении пара ниже атмосферного давления).

Наличие теплоносителей с высокими параметрами, недопустимыми по санитарно-гигиеническим условиям для непосредственного использования в системах отопления, вызвало необходимость применения так называемых *комбинированных систем отопления*, которые могут быть *пароводяными, паровоздушными, водоводяными, водовоздушными, огневоздушными и электровоздушными*.

Для передачи тепла от первичного теплоносителя, имеющего высокие параметры, к вторичному, доставляющему тепло непосредственно в обогреваемые помещения, применяются теплообменники или специальные смесительные устройства для воды и устройства для снижения давления пара.

Кроме рассмотренной классификации, водяные и паровые системы отопления в зависимости от способа и места прокладки теплопроводов, схемы подачи теплоносителя в отопительные приборы и ряда других специфических особенностей получают более точные названия, которые детально рассматриваются ниже.

В последнее время системы отопления принято классифицировать и по преобладающему виду теплоотдачи отопительных приборов. Если у отопительного прибора преобладает теплоотдача конвекцией, то системе отопления называют *конвективной*; при преобладающей теплоотдаче излучением — *лучистой*.

При конвективной системе отопления температура воздуха помещения всегда будет выше средней температуры всех ограждений помещения. Если же отопительные приборы большую часть тепла будут отдавать излучением, а такими приборами могут быть только плоские панели, то воздух помещения при определенных условиях размещения панелей и характере вентиляции может оказаться ниже средней температуры всех поверхностей, ограждающих помещение, и отопление справедливо будет называться *лучистым*. Такая комбинация осуществляется не всегда, и поэтому в нашей технической литературе те системы отопления, в которых отопительными приборами являются плоские панели, принято называть *панельно-лучистым* отоплением.

1.4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Из систем центрального отопления наиболее распространенными являются системы водяного отопления как наиболее отвечающие гигиеническим требованиям. Они подразделяются на системы *двухтрубные* и *однотрубные*.

Схема двухтрубной системы отопления с тупиковым движением воды в магистралях и естественной циркуляцией теплоносителя показана на рис. 1.2. В этой системе вода, нагретая в тепловом центре или котле 1, по главному стояку 2 поднимается к разводящей магистрали 4, а от нее по подающим стоякам 5, проходя через подводки 6, поступает в отопительные приборы 7. Охлажденная в отопительных приборах вода поступает в обратные стояки 8, затем в

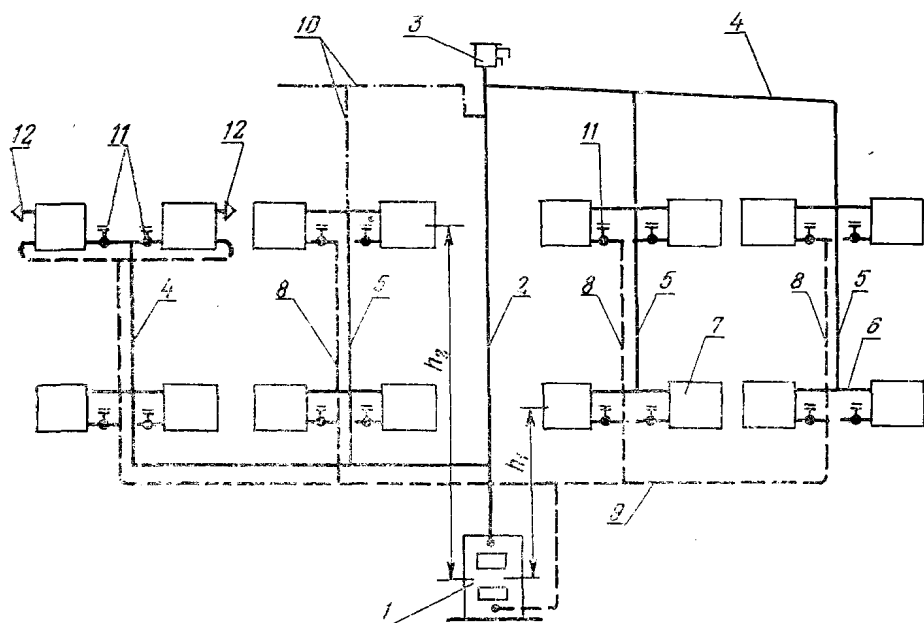


Рис. 1.2. Принципиальная схема двухтрубной системы отопления с тупиковым движением воды в магистралях и естественной циркуляцией теплоносителя

обратную магистраль 9 и возвращается в тепловой центр, где вновь нагревается.

Двухтрубной такая система называется из-за наличия двух параллельно прокладываемых стояков — подающего и обратного, а с тупиковым движением — поскольку идущая по подающей магистрали вода, дойдя до последнего стояка, попадает как бы в тупик и, поступив в обратную магистраль, возвращается в тепловой центр уже в противоположном направлении.

К самой верхней точке главного стояка присоединяют трубу, идущую к расширительному баку 3, который предназначен для восприятия прироста объема расширяющейся при нагревании воды и для удаления воздуха из теплопроводов системы как при первичном наполнении ее водой, так и выделяющегося из воды при ее нагревании. Для обеспечения удаления воздуха и полного опорожнения системы от воды все теплопроводы прокладываются с уклоном. Минимальная величина уклона 0,002.