

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Академия Государственной противопожарной службы

Пожарная безопасность в строительстве

В двух частях

Часть 1

Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции

Допущено Министерством Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий в качестве
учебника для высших образовательных учреждений
МЧС России

Москва
2013

УДК 614.8+699.8(075.8)

ББК 38.96

П46

Авторы:

В. М. Есин, С. П. Калмыков, М. В. Панов, В. И. Сидорук, В. Н. Токарев

Рецензенты:

А. А. Бондарев, начальник нормативно-технического отдела
ДНД МЧС России;

М. М. Бродач, кандидат технических наук, вице-президент НП «АВОК»;

О. А. Мокроусова, кандидат педагогических наук, доцент,
начальник кафедры пожарной безопасности в строительстве
УрИ ГПС МЧС России

Пожарная безопасность в строительстве : учебник : в 2 ч. Ч. 1.
П46 Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции / В. М. Есин,
С. П. Калмыков, М. В. Панов и др. – М. : Академия ГПС МЧС
России, 2013. – 275 с.

ISBN 978-5-9229-0077-5

В учебнике изложены решения по устройству отопительных систем, аппаратов и приборов, систем вентиляции и кондиционирования, а также систем противодымной вентиляции. Приведены требования пожарной безопасности при эксплуатации указанных систем.

Предназначен для курсантов и слушателей высших образовательных учреждений пожарно-технического профиля МЧС России и студентов вузов, выпускающих инженеров пожарной безопасности, а также для инженерно-технических работников и специалистов.

УДК 614.8+699.8(075.8)

ББК 38.96



© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2013

Введение

Внутреннее теплоснабжение и отопление зданий осуществляется от централизованных и автономных источников тепла, индивидуальных теплогенераторов, печей, каминов и местных нагревательных приборов и аппаратов.

В качестве *централизованных источников тепла* используются тепловые электроцентралы (ТЭЦ) и крупные котельные.

К *автономным источникам тепла* относятся отдельно стоящие, встроенные, пристроенные и крышные котельные, а также когенерационные газотрубные или газопоршневые установки для выработки электрической и тепловой энергии.

Индивидуальные теплогенераторы (электрические котлы и котлы на твердом, жидком и газообразном топливе) применяются в системах поквартирного теплоснабжения многоквартирных жилых зданий и индивидуальных системах отопления малоэтажных зданий.

В качестве *местных источников теплоты* применяются печи, камины, газовые и электрические инфракрасные излучатели, бытовые приборы и аппараты.

Теплогенерирующие источники тепла являются пожароопасными при использовании высокотемпературных теплоносителей и высоких температурах на теплоотдающих поверхностях.

Пожарная безопасность при устройстве и эксплуатации отопительных систем, теплогенераторов, печей, каминов и других источников тепла обеспечивается соблюдением требований, изложенных в нормативных документах.

Для обеспечения нормируемых параметров микроклимата в помещениях жилых, общественных и административно-бытовых зданий и чистоты воздуха в рабочей зоне производственных и складских зданий используются общие системы вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования для групп помещений, расположенных на разных этажах.

При возникновении пожара в одном из помещений возможно быстрое распространение огня и продуктов горения по воздуховодам общих систем.

Вентиляционное оборудование (вентиляторы, пылеуловители, клапаны и т. п.) может быть источником зажигания горючей среды в производственных помещениях и при ее транспортировке по воздуховодам.

При устройстве и эксплуатации систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования должны соблюдаться нормативные требования пожарной безопасности, направленные на предотвращение образования горючей среды в помещении и вентиляционном оборудовании, источников зажигания горючей среды, а также на ограничение распространения пожара по воздуховодам.

Во время пожара в здании возникают опасные для людей факторы (повышенная температура и концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, снижение видимости в дыму и др.), которые затрудняют безопасную эвакуацию людей и успешное тушение пожара.

Для обеспечения защиты людей от воздействия опасных факторов пожара на путях эвакуации предусматривается использование приточных систем для создания избыточного давления в защищаемых объемах и вытяжных систем противодымной вентиляции для удаления при пожаре продуктов горения и термического разложения из коридоров и помещений.

Системы противодымной вентиляции являются составной частью системы противопожарной защиты зданий и играют важную роль в обеспечении их пожарной безопасности.

Эффективность и работоспособность систем противодымной вентиляции обеспечивается соблюдением требований пожарной безопасности нормативных документов, предъявляемых к системам и их конструктивному исполнению.

Учебник написан на основании утвержденной программы по дисциплине «Пожарная безопасность в строительстве» для лиц, обучающихся по специальности 280104.65 «Пожарная безопасность», а также по направлению 280700 «Техносферная безопасность», профиль «Пожарная безопасность».

Авторы выражают благодарность рецензентам и сотрудникам Академии ГПС МЧС России за ценные замечания и пожелания, высказанные при подготовке рукописи учебника.

1. Общие сведения о теплоснабжении зданий

1.1. Назначение и классификация систем отопления

Отопление – это искусственный обогрев помещений в целях возмещения в них тепловых потерь и поддержания температуры воздуха, отвечающей условиям теплового комфорта для людей или требованиям технологического процесса.

Комплекс технических устройств, обеспечивающих заданный тепловой режим, называется *системой отопления*. Системы отопления предусматриваются в помещениях любого назначения с постоянным, длительным (более двух часов) или временным пребыванием людей, а также в зданиях и сооружениях в соответствии с требованиями технологического процесса. Основными элементами отопительных систем являются генератор теплоты, теплопроводы и нагревательные приборы.

Системы отопления классифицируются по ряду признаков. В зависимости от места размещения генератора теплоты относительно отапливаемого помещения различают системы местного и центрального отопления.

Местными системами отопления называются устройства, у которых генератор теплоты и нагревательный прибор конструктивно объединены и расположены в отапливаемом помещении. В местных отопительных системах теплопроводы обычно отсутствуют. К ним относится печное, а также газовое и электрическое отопление (при размещении газовых отопительных аппаратов и электронагревательных приборов непосредственно в обогреваемых помещениях).

Радиус действия местных систем ограничивается одним или несколькими смежными помещениями небольших размеров. Для помещений больших размеров иногда предусматривается несколько отопительных систем.

Центральными системами отопления называются системы, в которых генератор теплоты размещен в отдельном помещении, а в отапливаемых помещениях расположены только нагревательные приборы, соединенные между собой разветвленной системой теплопроводов.

Центральная система одним или несколькими генераторами теплоты (котлом или группой котлов) может отапливать одно здание с большим числом помещений, несколько зданий, район города или город в целом.

Центральные системы отопления классифицируются по виду и параметрам теплоносителя, способу его перемещения, по схеме прокладки магистральных трубопроводов, по преобладающему виду теплоотдачи нагревательных приборов (конвективные, лучистые, конвективно-лучистые нагревательные приборы).

В зависимости от теплоносителя различают системы водяного, парового и воздушного отопления.

Водяные системы отопления наиболее широко распространены в жилых, общественных и производственных зданиях, так как обладают преимуществами перед другими системами отопления: простотой централизованного регулирования теплоотдачи нагревательных приборов, возможностью поддержания на поверхности нагревательных приборов умеренных температур, исключающих процессы термического разложения органических пылей, бесшумностью работы и простотой эксплуатации.

Однако системы водяного отопления имеют и ряд недостатков: ограниченный радиус действия из-за больших потерь давления и высоты систем, повышенная опасность замерзания и др.

Водяные системы в зависимости от способа перемещения и параметров теплоносителя подразделяются на системы с естественной и механической циркуляцией теплоносителя.

В системах с естественной циркуляцией движение воды происходит под действием гидростатического давления, обусловленного разностью плотностей горячей воды на входе в систему и холодной воды на выходе из нее. В данных системах отопления водяной контур сообщается с атмосферой, поэтому температура горячей воды не может превышать 100 °С.

В системах отопления с искусственной (насосной) циркуляцией побудителем движения теплоносителя является насос или водоструйный элеватор. Эти системы не сообщаются с атмосферой (давление выше атмосферного), могут иметь температуру горячей воды до 150 °С.

Системы парового отопления в зависимости от параметров теплоносителя разделяют на системы высокого и низкого давления, а также вакуумные. Паровые системы отопления высокого и низкого давления целесообразно применять в производственных зданиях и сооружениях, где используется пар для технологических нужд. Вакуумные системы парового отопления применяются крайне редко, так как трудно поддерживать в системе давление ниже атмосферного.

В системах парового отопления теплоносителем является водяной пар. Передача теплоты от теплоносителя к нагревательным приборам происходит за счет его конденсации. Поверхности нагревательных приборов при паровом отоплении имеют температуру 100–130 °С.

Паровое отопление нельзя применять в жилых домах, детских учреждениях, школах, санаториях, больницах и т. п. Ограничено его применение в производственных помещениях, связанных с выделением органической пыли. Использование пара с температурой ниже 100 °С требует поддержания в отопительной системе вакуума, что увеличивает стоимость системы и усложняет ее эксплуатацию.

По виду движения конденсата системы бывают с самотечным возвратом конденсата и насосные. Первые устраиваются при малом радиусе действия (не более 50 м) и размещении котла ниже уровня нагревательных приборов.

Системы парового и водяного отопления разделяются по способу прокладки разводящих магистралей на системы с верхней (под потолком или на чердаке) и с нижней (в подвале или подпольных каналах) прокладкой подающей магистрали. В зависимости от способов присоединения нагревательных приборов к стоякам водяные и паровые системы делятся на однотрубные и двухтрубные.

Воздушное отопление применяется в зданиях различного назначения совместно с системами приточной вентиляции. Теплоносителем является наружный воздух, очищенный от пыли и нагретый в калориферах до температуры 30–45 °С. Подача воздуха в отапливаемые помещения осуществляется вентиляторами по воздуховодам. В производственных помещениях может устраиваться бесканальное воздушное отопление, когда калорифер для нагревания воздуха располагается непосредственно в отапливаемом помещении (если это допустимо нормами).

Системы воздушного отопления классифицируются по месту размещения генератора теплоты, виду подачи воздуха в помещениях, схеме и конструктивным особенностям систем.

В зависимости от места размещения генератора теплоты (калорифера) различают центральные и местные системы воздушного отопления. Применение систем воздушного отопления с большим радиусом действия экономически нецелесообразно.

По виду подачи нагретого воздуха в помещения системы воздушного отопления классифицируют на прямооточные, с частичной и полной рециркуляцией. В прямооточных системах воздух забирается снаружи здания, очищается от пыли, проходит термовлажностную обработку и вентилятором подается в помещение. При частичной рециркуляции к наружному воздуху подмешивается воздух, удаляемый из помещения. При полной рециркуляции нагревается только воздух помещения. Чаще всего по этому принципу работают местные воздушно-отопительные агрегаты.

По схеме и конструктивным особенностям системы воздушного отопления подразделяются на отдельные и общие. Отдельные обслуживают отдельную зону или одно помещение. Общие системы применяются при отоплении нескольких помещений. Общие системы воздушного отопления более пожароопасны, поэтому допускаются к применению при выполнении дополнительных требований пожарной безопасности.

В сельской местности, рабочих поселках и поселках городского типа при отсутствии централизованного теплоснабжения кроме отопительных печей находят применение *бытовые отопительные аппараты* заводского изготовления на твердом, жидком или газообразном топливе. В жилых домах могут устанавливаться отопительные, отопительно-варочные или комбинированные аппараты.

Промышленность выпускает отопительные и отопительно-варочные аппараты без водяного контура или с закрытым водяным контуром, в котором происходит полная циркуляция горячей воды. В комбинированных аппаратах водяной контур выполняется открытым, т. е. он может пополняться холодной водой при расходовании части горячей воды на хозяйственно-бытовые нужды.

Бытовые отопительные аппараты заводского изготовления имеют ряд преимуществ по сравнению с печным отоплением: повышенные технико-экономические показатели, возможность автоматизации процессов сжигания топлива, комфортность и эстетичность.

Для отопления животноводческих помещений, птицефабрик, теплиц и других объектов сельскохозяйственного производства используются *теплогенерирующие установки* (теплогенераторы, воздухонагреватели, пароводогрейные котлы и др.). Промышленность выпускает электрические и огневые установки. Огневые теплогенерирующие установки работают на твердом, жидком или газообразном топливе. Вид применяемого топлива указывается в техническом паспорте аппарата.

Отопление сельскохозяйственных зданий осуществляется путем подачи в помещения воздуха, нагретого с помощью теплогенераторов, или за счет циркуляции воды и пара из пароводогрейных котлов.

На животноводческих и птицеводческих комплексах, где выращивают молодняк (телят, поросят, ягнят, цыплят), для отопления чаще используются электрокалориферные приточно-вытяжные установки воздушного отопления. Электронагревательные установки эффективнее огневых теплогенерирующих установок, так как позволяют обеспечивать местное и централизованное регулирование воздушно-теплогового режима.

В центральных системах воздушного отопления животноводческих помещений применяются электрокалориферные установки с центробежными и осевыми вентиляторами. Для местного и локального нагрева воздуха используются электроконвекторы и электрорезисторы с естественной конвекцией воздуха. Для обогрева животных могут использоваться также электрообогреваемые полы, площадки, панели, излучатели и брудеры радиационного теплообмена.

1.2. Характеристика пожарной опасности теплоносителей

Сравнительная характеристика теплоносителей позволяет правильно выбрать вид теплоносителя (отопления) с учетом экономических, технических требований и требований пожарной безопасности. Теплоноситель должен быть негорючим, теплоемким, подвижным и дешевым. Наряду с этим он не должен ухудшать санитарных условий в отапливаемых помещениях.

В качестве теплоносителей в системах отопления используются: вода, водяной пар, воздух, дымовые газы и другие виды теплоносителей, обладающие различными физическими свойствами.

Вода легко подвергается нагреву в широком диапазоне температур, обладает большой теплоемкостью, что позволяет передавать значительные количества теплоты при небольшом ее расходе. В центральных и местных системах отопления жилых, общественных и административных зданий используется вода с температурой 60–95 °С, поэтому температура магистральных трубопроводов сравнительно невысока и тепловые потери в системах водяного отопления значительно меньше, чем в системах парового отопления. При этом теплоносителе теплоотдача от нагревательных приборов к воздуху легко регулируется изменением температуры воды из теплового центра. Это позволяет при смене климатических условий легко регулировать тепловой режим в отапливаемых помещениях.

Основные недостатки воды как теплоносителя заключаются в том, что она имеет большую плотность, поэтому при ее перемещении требуются большие затраты энергии, а также при длительной аварийной остановке системы возможно ее замерзание.

Водяной пар, используемый в системах отопления, в нагревательных приборах конденсируется, выделяя скрытую теплоту парообразования. Высокое теплосодержание пара и малая плотность позволяют передавать на большие расстояния значительное количество теплоты при малых затратах энергии. В системах парового отопления используется водяной пар с температурой 105–130 °С. При одинаковой температуре воды и пара теплоотдача систем парового отопления выше, чем при водяном отоплении.

Однако пар имеет существенные недостатки, значительно ограничивающие область его применения. В отопительных системах даже низкого давления нагревательные приборы имеют температуру более 100 °С, при которой органическая пыль, осевшая на поверхность приборов, разлагается и в воздух помещений выделяются продукты разложения (в числе которых имеется и окись углерода). При этом теплоносителе невозможна централизованная регулировка теплоотдачи нагревательных приборов.

Дымовые газы являются теплоносителем в отопительных устройствах, работающих при сжигании твердого, жидкого или газообразного топлива. Передача теплоты от продуктов горения к воздуху помещения осуществляется путем нагрева конструкций печей или аппаратов. Дымовые газы в отопительных установках имеют температуру от 1300 °С в топличнике до 130 °С – на выходе из дымовой трубы. Раскаленные сажистые частицы, содержащиеся в дымовых газах, при отсутствии искрогасителя на дымовой трубе могут быть источником воспламенения сгораемых кровель и других сгораемых конструкций и горючих материалов.

Воздух имеет малую теплоемкость и плотность, температура его в системах воздушного отопления не превышает 70 °С. В связи с этим для передачи большого количества теплоты требуются большой расход воздуха и теплопроводы (воздуховоды) больших диаметров. При этом возрастают тепловые потери, поэтому подавать воздух на большие расстояния при воздушном отоплении нецелесообразно. Достоинством воздуха как теплоносителя является возможность обеспечивать в отапливаемых помещениях необходимые санитарно-гигиенические условия.

В пожарном отношении вода, пар и воздух с учетом их физических свойств не представляют опасности (известны случаи, когда разрушение трубопровода водяного или парового отопления при пожаре приводило к ликвидации горения). Однако в производственных помещениях могут использоваться вещества, способные в контакте с водой или паром образовывать взрывоопасные смеси, саморазогреваться или воспламеняться, поэтому для таких помещений использовать воду или пар не допускается.

Пожарная опасность отопительных систем обусловлена наличием нагретых поверхностей элементов отопительного оборудования: калориферов, нагревательных приборов, трубопроводов и др.

Так, в системах парового и водяного отопления с насосной циркуляцией воды температура поверхности нагревательных приборов может превышать 100 °С. При этих температурах возможно самовоспламенение таких веществ, как сероуглерод, ацетальдегид и др. Поэтому для помещений, в которых используются эти вещества, температура теплоносителя должна быть ниже температуры самовоспламенения наиболее опасного вещества.

К возникновению пожара может привести нагревание элементами отопительного оборудования сгораемых строительных конструкций здания и горючих материалов, используемых в технологическом процессе. При нарушении правил эксплуатации отопительных систем на поверхности трубопроводов и нагревательных приборов возможно скопление горючих органических пылей и волокон, которые при нагревании склонны к термическому разложению и воспламенению. Нагретые поверхности отопительного оборудования могут способствовать самовозгоранию промасленной ветоши и обтирочных материалов.

Пожароопасные свойства теплоносителей следует учитывать при разработке мероприятий противопожарной защиты и выборе отопительных систем.

1.3. Выбор отопительных систем и аппаратов

Системы отопления и отопительные аппараты являются элементами строительно-технологического оборудования, поэтому при их выборе необходимо учитывать как общие строительно-монтажные, технико-экономические, эксплуатационные, так и специальные санитарно-гигиенические требования пожарной безопасности. С учетом строительно-монтажных требований отопительные системы следует увязывать

с архитектурно-планировочными и конструктивными решениями здания, предусматривать возможность монтажа индустриальными методами из унифицированных изделий заводского изготовления. Технические характеристики систем должны обеспечивать надежность, простоту и удобство эксплуатации, возможность автоматизации, централизованного или группового регулирования. Так, для зданий, в которых не допускаются перемены в подаче тепла (больницы, родильные дома, детские учреждения, картинные галереи и др.), технические решения тепловых сетей предусматривают двустороннее питание, обеспечивающее 100%-й расход теплоты. С помощью автоматики и блокировки осуществляются контроль и регулирование давления и температуры теплоносителя, переключение на гидравлически независимые зоны при аварии или неисправности системы, автоматическое включение подпиточных устройств и резервных источников питания.

Для крупных тепловых сетей теплопроизводительностью 700 кВт и более в тепловых пунктах предусматривается телемеханизация: телеизмерение параметров, телесигнализация о нарушениях в работе, телеуправление аппаратурой систем.

С учетом санитарно-гигиенических требований отопительные системы должны поддерживать в обслуживаемых помещениях расчетный микроклимат, который определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой нагретых поверхностей.

При проектировании систем отопления в зависимости от назначения здания и его особенностей выбираются вид отопления, схема отопительной системы, определяются допустимые температуры теплоносителей и нагревательных приборов. В соответствии с этими требованиями в производственных зданиях наибольшее распространение находят центральные системы воздушного и водяного отопления. При этом воздушному отоплению (как более пожаробезопасному) отдается предпочтение при проектировании вновь строящихся и реконструируемых зданий. Для помещений, работа в которых производится более 8 ч в сутки, воздушное отопление следует совмещать с приточной вентиляцией.

В пожаро- и взрывоопасных зданиях и помещениях категорий А и Б рекомендуется предусматривать системы, работающие на наружном воздухе без рециркуляции. Допускаются системы отопления с рециркуляцией воздуха в помещениях категории В при условии размещения вентиляционного оборудования (вентиляторы, электродвигатели, фильтры и др.) в отдельном помещении.

При контроле проектных материалов по воздушному отоплению проверяется правильность выполнения отдельных и общих систем воздушного отопления. С точки зрения противопожарных требований отдельные

системы более безопасны, чем общие, и могут использоваться в зданиях любого назначения. В некоторых случаях нормами допускаются общие системы воздушного отопления для групп помещений, расположенных на одном или разных этажах, при обязательном выполнении дополнительных противопожарных требований.

Системы водяного и парового отопления используются в производственных зданиях, за исключением случаев, когда их применение может повысить взрывную или пожарную опасность зданий и помещений. Так, не допускается применять системы водяного и парового отопления в помещениях, где хранятся или применяются карбид кальция, калий, натрий, литий и другие вещества, способные взаимодействовать с водой, выделяя при этом горючие газы или пары.

При выборе отопительных систем для жилых домов, административных зданий, детских и лечебно-профилактических учреждений и других им подобных зданий и отдельных помещений преимущество отдается центральным системам водяного отопления как с открытыми нагревательными приборами, так и со встроенными нагревательными элементами. Эти системы позволяют плавно регулировать теплоотдачу нагревательных приборов, поддерживая равномерный тепловой режим и обеспечивая безопасные температуры теплоотдающих поверхностей.

Системы водяного отопления следует проектировать, как правило, однотрубные с искусственной циркуляцией теплоносителя, принимая максимально допустимые скорости движения теплоносителя: для общественных зданий – 1,5 м/с, административно-бытовых учреждений – 2 м/с, производственных зданий – 3 м/с.

В настоящее время все еще широко применяется печное отопление зданий и отдельных помещений, особенно в небольших городах и сельской местности. Использование разных видов топлива, малый расход металла на устройство печей, автономность отопления разных зданий составляют достоинство печного отопления. Однако основными недостатками этого вида отопления являются повышенная опасность возникновения пожаров, существенные суточные колебания температуры воздуха в помещении, загрязнение помещений топливом, опасность отравления окисью углерода или другими газами при несвоевременном ремонте или неправильной эксплуатации печей.

Выбор марки печи или проверка ее конструктивных и теплотехнических параметров производится по каталогам. При выборе учитывается назначение здания, конструктивно-планировочные решения, вид применяемого топлива, тепловые потери здания и другие факторы.

Пожаробезопасным и перспективным видом отопления в административно-жилищном строительстве является лучистое отопление от греющих

панелей или встроенных нагревательных элементов (трубы, змеевики водяного отопления). Теплоотдача от панелей и нагревательных элементов при лучистом отоплении до 70 % осуществляется излучением. При этом температура воздуха (он прозрачен для теплового излучения) ниже температуры строительных конструкций и окружающих предметов в помещении, что создает для человека наиболее благоприятные микроклиматические условия. В системах лучистого отопления с водой в качестве теплоносителя температура теплоотдающих поверхностей конструкций, в которые встроены нагревательные элементы, не превышает 40–50 °С.

Безопасность эксплуатации отопительных систем, печей и аппаратов во многом зависит от правильности их выбора. Для выбора вида и теплопроизводительности (тепловой мощности) отопительной системы, печи или аппарата необходимо знать тепловые потери отапливаемого помещения или здания. Применение отопительных установок с недостаточной теплопроизводительностью может привести к нарушению безопасного режима их эксплуатации или к установке дополнительных временных отопительных устройств, повышающих пожарную опасность.

В зданиях и сооружениях системы отопления должны восполнять: теплотери через ограждающие конструкции здания, сооружения или помещения; расходы теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через неплотности наружных ограждающих конструкций; расходы теплоты на нагревание поступающих извне материалов, оборудования и транспортных средств; тепловой поток от постоянных источников явного тепла (технологическое тепловыделение, электрические приборы, люди и др.).

Расчет теплотерь. Тепловые потери через ограждающие конструкции здания или помещения складываются из теплотерь через отдельные строительные конструкции: наружные и внутренние стены, покрытия, окна, наружные двери, пол и др.

Потери теплоты через внутренние строительные конструкции учитываются только при разности температур между отапливаемым и соседним помещениями более 3 °С.

Условно тепловые потери делят на основные, которые определяются расчетом по уравнению теплопередачи, и добавочные, которые принимаются по нормативным документам в долях от основных теплотерь.

Известно, что температура наружного воздуха является величиной переменной и ограждения здания обладают различного рода тепловой инерцией, поэтому тепловой поток, проходящий через них, обычно бывает нестационарным. В настоящее время имеются хорошо разработанные способы расчета нестационарного теплового режима, но они трудоемки и сложны, поэтому для ускорения и упрощения проектирования (расчета) тепловой поток условно принимается за стационарный.

Основные теплопотери через отдельные ограждающие конструкции помещения Q_o , Вт, определяются по формуле

$$Q_o = \frac{F(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})(1 + \sum \beta)n}{R_o}, \quad (1.1)$$

где F – расчетная площадь ограждающей конструкции, м²;

$t_{\text{вн}}$ – расчетная температура воздуха помещения, °С;

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или расчетная температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения, °С;

β – добавочные потери в долях от основных потерь;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

R_o – общее термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·К/Вт.

Общее термическое сопротивление ограждающей конструкции R_o , м²·К/Вт, определяется как сумма термических сопротивлений теплопередаче на внутренней и наружной ее поверхностях, термических сопротивлений слоев конструкции и термических сопротивлений воздушных прослоек:

$$R_o = R_{\text{вн}} + \sum^k R_i + \sum^m R_j + R_{\text{н}}, \quad (1.2)$$

где $R_{\text{вн}}$ – термическое сопротивление теплопередаче внутренней поверхности конструкции, м²·К/Вт;

k – число слоев для многослойной конструкции;

R_i – термическое сопротивление i -го слоя, м²·К/Вт;

m – число воздушных прослоек;

R_j – термическое сопротивление j -й воздушной прослойки, м²·К/Вт;

$R_{\text{н}}$ – термическое сопротивление теплопередаче наружной поверхности конструкции, м²·К/Вт.

Значения термических сопротивлений теплопередаче внутренней поверхности $R_{\text{вн}}$ и наружной поверхности $R_{\text{н}}$ для типовых строительных конструкций приведены в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Значения термических сопротивлений теплопередаче внутренних поверхностей

Внутренняя поверхность строительных конструкций	$R_{\text{вн}}$, м ² ·К/Вт
Внутренние поверхности стен, полов и гладких потолков	0,115
Внутренние поверхности потолков с выступающими ребрами, отношение высоты h которых к расстоянию между ними a составляет:	
$h/a \leq 0,3$	0,115
$h/a > 0,3$	0,132

Таблица 1.2

Значения термических сопротивлений теплопередаче наружных поверхностей

Наружная поверхность строительных конструкций	$R_{нв}$, м ² ·К/Вт
Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	0,043
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,059
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,167
Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружные стены с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	0,084

Значение сопротивления каждого слоя R_i зависит от его толщины и коэффициента теплопроводности материала, из которого выполнен слой (кирпич, штукатурка, дерево и т. д.):

$$R_i = \delta_i / \lambda_i, \quad (1.3)$$

где δ_i – толщина i -го слоя, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя, Вт/(м·К).

Если в многослойном ограждении имеются воздушные прослойки, то значение термического сопротивления каждой прослойки вычисляется по формуле

$$R_j = \delta_j / \lambda_{эКВ}, \quad (1.4)$$

где δ_j – толщина воздушной прослойки, м;

$\lambda_{эКВ}$ – эквивалентный коэффициент теплопроводности, учитывающий передачу теплоты теплопроводностью, конвекцией и радиацией, Вт/(м·К).

Значения $\lambda_{эКВ}$ определяются по опытным данным. В табл. 1.3 приведены значения R_j термических сопротивлений для воздушных прослоек разной толщины.

Таблица 1.3

Значения термических сопротивлений для воздушных прослоек

Толщина воздушной прослойки, см	R_j , м ² ·К/Вт			
	для горизонтальных прослоек при потоке тепла снизу вверх и для вертикальных		для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
1	0,13	0,15	0,14	0,15
2	0,14	0,15	0,15	0,19

Толщина воздушной прослойки, см	R_{\parallel} , м ² ·К/Вт			
	для горизонтальных прослоек при потоке тепла снизу вверх и для вертикальных		для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
3	0,14	0,16	0,16	0,21
5	0,14	0,17	0,17	0,22
10	0,15	0,18	0,18	0,23
15	0,15	0,18	0,19	0,24
20–30	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При оклейке одной поверхности воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличить в два раза.

Если ограждающая конструкция имеет неоднородные слои: различного рода пустотные блоки, кладку с утепляющими вкладышами и т. п., термическое сопротивление этой конструкции рекомендуется определять следующим образом. Вначале вся ограждающая конструкция по поверхности в направлении параллельном тепловому потоку разделяется на участки, термическое сопротивление которых находится по формуле (1.2) без учета величин $R_{вн}$ и $R_{н}$ или по формуле (1.3). Термическое сопротивление всей конструкции R_{\parallel} в этом случае определяется по формуле

$$R_{\parallel} = (F_1 + F_2 + \dots + F_n) / \left(\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n} \right), \quad (1.5)$$

где F_1, F_2, \dots, F_n – площади отдельных участков конструкции по поверхности ограждения, м²;

R_1, R_2, \dots, R_n – термическое сопротивление отдельных участков, м²·К/Вт.

Затем та же ограждающая конструкция вдоль поверхности в направлении перпендикулярном тепловому потоку разбивается на отдельные слои. Термическое сопротивление в слоях из однородных материалов находится по формуле (1.3), а из неоднородных материалов – по формуле (1.5). Термическое сопротивление конструкции в направлении перпендикулярном тепловому потоку R_{\perp} , м²·К/Вт, находится как сумма термических сопротивлений отдельных слоев.

Если R_{\parallel} превышает R_{\perp} не более чем на 25 %, то термическое сопротивление ограждения R , м²·К/Вт, вычисляют по формуле

$$R = 1 / 3(R_{\parallel} + 2R_{\perp}). \quad (1.6)$$

Если R_{\parallel} превышает R_{\perp} более чем на 25 %, а также если ограждение не является плоским (имеет выступы в плане), то его термическое сопротивление определяют на основе расчета температурного поля.

При определении тепловых потерь по формуле (1.1) через отдельные элементы строительных конструкций (окна, балконные двери, фонари) принимают термические сопротивления этих элементов, значения которых приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Значения термических сопротивлений отдельных элементов строительных конструкций

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче, м ² ·К/Вт
Одинарное остекление в переплетах: деревянных	0,18
металлических	0,15
Двойное остекление в спаренных переплетах: деревянных	0,39
металлических	0,31
Двойное остекление в раздельных переплетах: деревянных	0,42
металлических	0,34
Тройное остекление в деревянных переплетах (спаренные и одинарные)	0,55
Тройное остекление в металлических переплетах	0,46
Органическое стекло: одинарное	0,19
двойное	0,36
тройное	0,52
Блоки стеклянные пустотелые при ширине швов 6 мм: размером 194×194×98 мм	0,31
размером 244×244×98 мм	0,33
Пластиковые окна (на примере окон фирмы «REHAU»): трехкамерные	0,59
четырекамерные	0,67

Площадь и линейные размеры ограждений при расчете потерь тепла помещениями определяют следующим образом:

а) площадь световых проемов и дверей – по наименьшим размерам строительных проемов в свету;

б) площадь перекрытий – по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен;

в) высоту стен первого этажа:

– по размеру от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при наличии пола, расположенного непосредственно на грунте;

– по размеру от нижнего уровня подготовки для пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при наличии пола на лагах;

– по размеру от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при наличии неотапливаемого подвала или подполья;

г) высоту стен промежуточного этажа – по размеру между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;

д) высоту стен верхнего этажа:

– по размеру от уровня чистого пола до верха утеплителя чердачного перекрытия при наличии чердака;

– по размеру от уровня чистого пола до пересечения внутренней поверхности наружной стены с верхней плоскостью покрытия при отсутствии чердака;

е) длину наружных стен:

– неугловых помещений – по размерам между осями внутренних стен;

– угловых помещений – от внешних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или до внешних поверхностей примыкающих наружных стен;

ж) длину внутренних стен – по размерам от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен.

Линейные размеры ограждающих конструкций следует определять с точностью до 0,1 м, площадь наружных ограждающих конструкций – с точностью до 0,1 м².

Расчетная температура воздуха $t_{вн}$ в жилых, общественных и административно-бытовых помещениях для холодного периода года равна 14–22 °С. В общественных и административно-бытовых помещениях, рассчитанных на пребывание людей в уличной одежде, $t_{вн}$ должна быть равна 14 °С.

Для производственных помещений высотой до 4 м за расчетную температуру $t_{вн}$ принимается допустимая температура в обслуживаемой или рабочей зоне.

В помещениях высотой более 4 м $t_{вн}$ принимается как средняя температура воздуха в помещении с учетом изменения ее по высоте.

За расчетную температуру наружного воздуха $t_{н}$ для производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещений принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки в данной местности из восьми зим за 50-летний период.

Величина коэффициента n в формуле (1.1) учитывает уменьшение расчетной разности температур ($t_{вн} - t_{н}$) при защите строительных конструкций от наружного воздуха. Для незащищенных конструкций стен, покрытия здания, перекрытия над проездами, чердачных перекрытий с кровлей из штучных материалов коэффициент принимается равным единице. Если же кровля выполнена из рулонных материалов, то коэффициент и для чердачных перекрытий берется равным 0,9.

Для перекрытий над подвалами и техническими подпольями принимается следующий коэффициент n :

– перекрытия над холодными подвалами, сообщаемыми с наружным воздухом, – 0,9;

– перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах – 0,75;

– перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенными выше уровня земли, – 0,6;

– перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли, – 0,4.

Потери тепла, не учитываемые формулой (1.1), называются *добавочными теплопотерями*. Добавочные теплопотери принимаются (в долях от основных) в зависимости от: ориентации ограждающих конструкций по странам света; наличия в помещении двух и более наружных стен; конструкции наружных дверей и ворот; инфильтрации холодного наружного воздуха и других условий, связанных с дополнительными потерями тепла. Величины добавочных теплопотерь принимаются в соответствии с требованиями нормативных документов по отоплению, вентиляции и кондиционированию. Так, для наружных стен, дверей и окон в зданиях любого назначения в зависимости от ориентации по странам света добавочные теплопотери (в долях от основных потерь) принимаются следующими: при ориентации на север, восток, северо-восток и северо-запад – 0,1; при ориентации на юго-восток и запад – 0,05.

В общественных, административно-бытовых и производственных зданиях на наружные стены, двери и окна доля добавочных теплопотерь при наличии двух и более наружных стен составляет 0,05 от основных теплопотерь.

Для жилых помещений повышают расчетную температуру $t_{вн}$ на 2 °С и добавку 0,05 не вводят.

Для наружных дверей и ворот (кроме летних и запасных), не оборудованных воздушными и воздушно-тепловыми завесами, при высоте здания H , м, доля добавочных потерь составляет:

– для тройных дверей с двумя тамбурами между ними – 0,2 H ;

– для двойных дверей с тамбуром между ними – 0,27 H ;

– для двойных дверей без тамбура – 0,34 H ;

– для одинарных дверей – 0,22 H ;

– для наружных ворот при отсутствии тамбура и воздушно-тепловых завес – 3,0 H .

Для определения теплопотерь через полы, расположенные непосредственно на грунте или на лагах, вся площадь пола в здании разбивается на зоны от внутренней поверхности наружных стен (см. рис. 1.1). В зависимости от размеров здания может быть одна, две, три или четыре зоны.

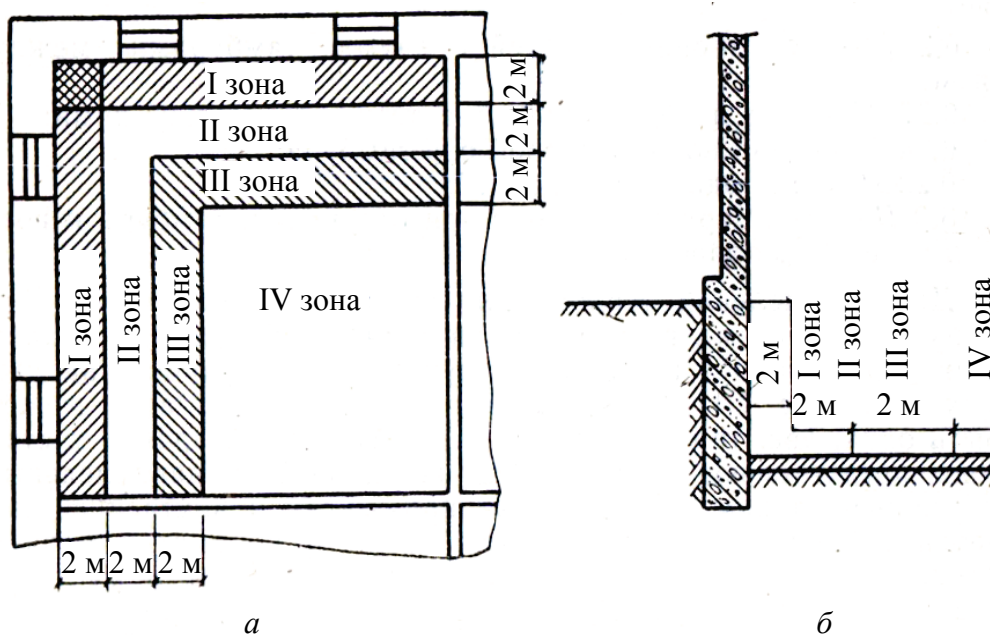


Рис. 1.1. Разбивка пола на зоны:
а – пол на уровне земли; *б* – пол в заглубленном помещении

I, II и III зоны представляют собой полосы шириной по 2 м параллельные наружным стенам.

I зона примыкает к внутренней поверхности наружной стены здания по всему периметру, причем площадь внутренних углов здания размером 2×2 м учитывается дважды (на рис. 1.1 эти участки имеют двойную штриховку). II зона отсчитывается от границы I зоны, а III – от границы II. При ширине здания более 12 м вся площадь между границами III зоны будет относиться к IV зоне.

При определении теплопотерь в подвальных или полуподвальных отапливаемых помещениях отсчет I зоны начинают по заглубленной части стены от уровня поверхности земли и продолжают на полах (см. рис. 1.1, б).

Общие тепловые потери через полы на грунте и стены (подвальных этажей и технических подвалов), расположенные ниже уровня земли, Q_n , Вт, вычисляются по формуле

$$Q_n = (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \sum^n F_i / R_i, \quad (1.7)$$

где F_i – площади соответственно I, II, III и IV зон, м²;

R_i – приведенные сопротивления теплопередаче пола или заглубленной части стены соответственно I, II, III и IV зон, м²·К/Вт.

Для неутепленных полов на грунте и стен, имеющих коэффициент теплопроводности $\lambda = 1,2$ Вт/(м·К) и расположенных ниже уровня земли,

приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$ в каждой зоне принимается равным: для I зоны – $2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для II зоны – $4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для III зоны – $8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для IV зоны – $14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Для утепленной конструкции пола и стен ниже уровня земли сопротивление теплопередаче $R_{у.п}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, определяется с учетом толщины δ_y , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, и коэффициента теплопроводности λ_y , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, утеплителя по формуле

$$R_{у.п} = R_{н.п} + \delta_y / \lambda_y. \quad (1.8)$$

Для полов на лагах сопротивление теплопередаче $R_{л}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, определяется по формуле

$$R_{л} = 1,18(R_{н.п} + \delta_y / \lambda_y). \quad (1.9)$$

Если полы расположены над проветриваемыми подпольями, то сопротивление теплопередаче определяется расчетом. Для необогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже рекомендуется принимать добавочные теплопотери в размере 0,05 от основных теплопотерь.

При определении теплопроизводительности отопительных систем кроме основных и добавочных теплопотерь здания необходимо учитывать и расходы теплоты на нагревание инфильтрующегося через строительные конструкции наружного воздуха и материалов, поступающих извне, а также тепловые выделения от технологических процессов, электрических приборов, людей и других источников.

Инфильтрация наружного воздуха в отапливаемые здания и помещения происходит через: окна, балконные двери и фонари; наружные двери, ворота и открытые проемы; неплотности в стыках стеновых панелей жилых зданий. Тепловые потери на нагревание инфильтрующегося воздуха складываются из расходов теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего через отдельные элементы ограждающих конструкций (окна, двери, фонари и т. д.).

При проектировании центральных систем теплоснабжения для квартала, района или города возникает необходимость в определении расхода теплоты зданиями по укрупненным измерителям. Основным показателем для ориентировочного расчета теплопотерь является *удельная тепловая характеристика здания* q , $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$, которая для здания любого назначения определяется по формуле

$$q = 1,08 \left\{ \frac{\Pi}{F_{зд}} \left[\frac{1}{R_{ст}} + \frac{F_{ок}}{F_{ст}} \left(\frac{1}{R_{ок}} - \frac{1}{R_{ст}} \right) \right] + \left(\frac{0,9}{R_{пот}} + \frac{0,6}{R_{п}} \right) / H \right\}, \quad (1.10)$$

где Π – периметр здания, м;
 $F_{зд}$ – площадь здания, м^2 ;

$F_{\text{ок}}$ – площадь оконного остекления в здании, м²;
 $F_{\text{ст}}$ – площадь вертикальных наружных ограждений, м²;
 $R_{\text{ст}}, R_{\text{ок}}, R_{\text{пот}}, R_{\text{п}}$ – сопротивления теплопередаче соответственно стен, окон, потолка и пола, м²·К/Вт;
 H – высота здания, м.

На основании анализа и обобщения удельных тепловых характеристик различных зданий, находящихся в разных климатических районах, ориентировочное значение теплотерь здания $Q_{\text{ф}}$, Вт, рекомендуется определять по формуле

$$Q_{\text{ф}} = \beta_t q W (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}), \quad (1.11)$$

где β_t – температурный поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий.

Коэффициент β_t зависит от расчетной наружной температуры и определяется по формуле

$$\beta_t = 0,54 + 22 / (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}). \quad (1.12)$$

Значения удельных тепловых характеристик для некоторых зданий различного назначения приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Значения удельных тепловых характеристик

Здания	Объем, тыс. м ³	Удельная тепловая характеристика, Вт/(м ³ ·К)		Внутренняя температура, °С
		отопление	вентиляция	
Жилые	3	0,49	–	18
	3–5	0,44	–	18
	5–10	0,38	–	18
Административные	10	0,44	0,09	18
Школы	5	0,45	0,1	16
	5–10	0,40	0,09	16
Детские сады, ясли	5	0,44	0,13	20
Больницы	10	0,42	0,33	20
Кинотеатры	10	0,35	0,45	14
Пожарные депо	5	0,54	0,11	15
Гаражи	5	0,76	0,81	10

Контрольные вопросы

1. Каково назначение систем отопления?
2. Каково назначение отопительных аппаратов и теплогенераторных установок?
3. Опишите классификацию систем отопления.
4. Что вы знаете о пожарной опасности систем отопления?
5. Что вы знаете о пожарной опасности отопительных аппаратов и теплогенераторных установок?

Оглавление

Введение.....	3
1. Общие сведения о теплоснабжении зданий	5
1.1. Назначение и классификация систем отопления	5
1.2. Характеристика пожарной опасности теплоносителей.....	8
1.3. Выбор отопительных систем и аппаратов.....	10
2. Центральные системы отопления.....	23
2.1. Общие сведения о котельных установках.....	23
2.2. Требования пожарной безопасности к котельным установкам.....	27
2.3. Водяные и паровые централизованные системы отопления	30
2.3.1. Системы водяного отопления	30
2.3.2. Системы парового отопления.....	39
2.4. Отопительные приборы и трубопроводы.....	44
2.5. Надзор за соблюдением требований пожарной безопасности, предъявляемых к центральным системам отопления	49
3. Поквартирные системы отопления.....	53
3.1. Характеристика и устройство систем поквартирного отопления	53
3.2. Отопительные аппараты (теплогенераторы) поквартирных систем отопления	54
3.3. Требования пожарной безопасности к системам поквартирного отопления	59
4. Печи и камины.....	63
4.1. Классификация и устройство печей	63
4.2. Пожарная опасность печного отопления	75
4.3. Тепловой расчет печей	79
4.4. Требования пожарной безопасности к печам и дымовым каналам (трубам)	83
4.5. Классификация и устройство каминов	91
4.6. Требования пожарной безопасности к каминам	95
4.7. Надзор за соблюдением требований пожарной безопасности, предъявляемых к печам и каминам.....	100
5. Электрическое отопление и отопление газовыми инфракрасными излучателями	102
5.1. Общие сведения	102
5.2. Электрические водонагреватели и котлы	103
5.3. Пожарная безопасность электронагревательных котлов	109
5.4. Местные отопительные электроприборы. Требования пожарной безопасности.....	110
5.5. Системы отопления с газовыми инфракрасными излучателями	114
5.6. Пожарная безопасность при устройстве и эксплуатации систем отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями	117
6. Классификация и устройство систем вентиляции и кондиционирования.....	119
6.1. Назначение и классификация систем вентиляции и кондиционирования	119
6.2. Системы вентиляции с механическим побуждением.....	121
6.2.1. Приточные системы вентиляции.....	121
6.2.2. Вытяжные системы вентиляции	124
6.2.3. Системы аварийной вентиляции	127

6.3. Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением	130
6.4. Общие сведения о системах кондиционирования	137
6.5. Системы вентиляции с естественным побуждением	139
6.5.1. Аэрация под действием избытков тепла	140
6.5.2. Аэрация под действием ветра	142
6.5.3. Аэрация под действием тепла и ветра	144
6.5.4. Понятие и определение эквивалентных проемов	148
6.5.5. Аэрация многоэтажного здания	149
6.5.6. Гравитационные системы вентиляции	151
6.6. Пожарная опасность систем вентиляции и кондиционирования	154
7. Требования пожарной безопасности к системам вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования	156
7.1. Общие сведения	156
7.2. Предотвращение образования и распространения горючей среды в производственных помещениях	157
7.3. Предотвращение образования источников зажигания горючей среды в системах вентиляции	159
7.4. Предотвращение распространения продуктов горения по воздуховодам систем вентиляции	162
7.4.1. Общие решения	162
7.4.2. Схемы общих систем вентиляции с установкой противопожарных клапанов	164
7.4.3. Схемы общих систем вентиляции с воздушными затворами	172
8. Пожарная безопасность элементов систем вентиляции	178
8.1. Приемные устройства наружного воздуха	178
8.2. Помещения для размещения вентиляционного оборудования	179
8.3. Воздухонагреватели приточного воздуха	181
8.4. Вентиляторы	181
8.5. Воздуховоды и коллекторы	183
8.6. Пылеуловители и фильтры	186
8.7. Вытяжные шахты и трубы	187
8.8. Запорно-регулирующая арматура	187
9. Надзор за выполнением требований пожарной безопасности, предъявляемых к системам вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования	189
9.1. Подготовка к проверке	189
9.2. Порядок надзора	191
9.3. Вопросы, подлежащие контролю при проверке систем вентиляции	192
10. Назначение противодымной защиты	197
10.1. Опасность дыма	197
10.2. Задымление помещений при пожаре	197
10.3. Задымление здания при пожаре	199
10.4. Изоляция источников задымления здания и управление дымовыми и воздушными потоками	201
10.5. Использование противодымных конструкций	202
10.6. Дымоподавление	203

11. Противодымная защита с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений	205
12. Системы дымоудаления из помещений	209
12.1. Область применения	209
12.2. Обеспечение незадымленной зоны в нижней части помещения.....	209
12.3. Обеспечение незадымляемости путей эвакуации и помещений, смежных с горящим	216
12.4. Факторы, определяющие эффективность работы системы дымоудаления	222
12.4.1. Скорость и направление ветра	222
12.4.2. Температура продуктов горения.....	223
12.4.3. Толщина слоя дыма.....	223
12.4.4. Приток холодного воздуха	224
12.4.5. Размеры и количество отверстий дымоудаления.....	224
12.4.6. Границы применимости методов.....	225
12.5. Конструктивное исполнение дымоудаляющих устройств.....	225
12.6. Использование механической вентиляции для дымоудаления из помещений	226
12.7. Использование систем технологической и общеобменной вентиляции для дымоудаления из помещений.....	227
12.8. Импульсная противодымная вентиляция	228
12.9. Надзор за соблюдением требований пожарной безопасности при эксплуатации систем противодымной вентиляции	233
13. Особенности противодымной защиты зданий повышенной этажности	235
13.1. Нормативные требования к противодымной защите зданий повышенной этажности	235
13.2. Расчет параметров вентиляционного оборудования систем противодымной защиты зданий повышенной этажности.....	239
13.2.1. Расчет требуемых параметров вентиляторов дымоудаления из коридора.....	242
13.2.2. Расчет параметров вентиляторов подпора воздуха в незадымляемые лестничные клетки типа Н2.....	247
13.2.3. Особенности расчета параметров вентилятора подпора воздуха в шахту лифта	255
13.2.4. Методика расчета гидравлических схем зданий, оборудованных вентиляционной системой противодымной защиты	259
13.3. Управление работой систем противодымной защиты зданий повышенной этажности	261
13.4. Конструктивное исполнение элементов систем противодымной защиты зданий повышенной этажности	263
13.5. Приемка и эксплуатация систем противодымной защиты зданий повышенной этажности	264
13.5.1. Натурные огневые испытания вентиляционных систем противодымной защиты	264
13.5.2. Аэродинамические испытания.....	265
13.5.3. Организационные вопросы эксплуатации систем противодымной защиты	267
Приложение	269
Литература	271

Учебное издание

ЕСИН Владимир Михайлович
КАЛМЫКОВ Сергей Петрович
ПАНОВ Михаил Владимирович
СИДОРУК Владимир Иванович
ТОКАРЕВ Виктор Николаевич

Пожарная безопасность в строительстве

Учебник
В двух частях

Часть 1

Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции

Редактор *А. В. Бондаренко*
Технический редактор *Е. А. Пушкина*
Корректор *Н. В. Федькова*

Подписано в печать 22.05.2013. Формат 60×90 1/16.
Печ. л. 17,25. Уч.-изд. л. 12,5. Бумага офсетная.
Тираж 400 экз. Заказ 524

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4