



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

ЕВРОКЛИМАТ

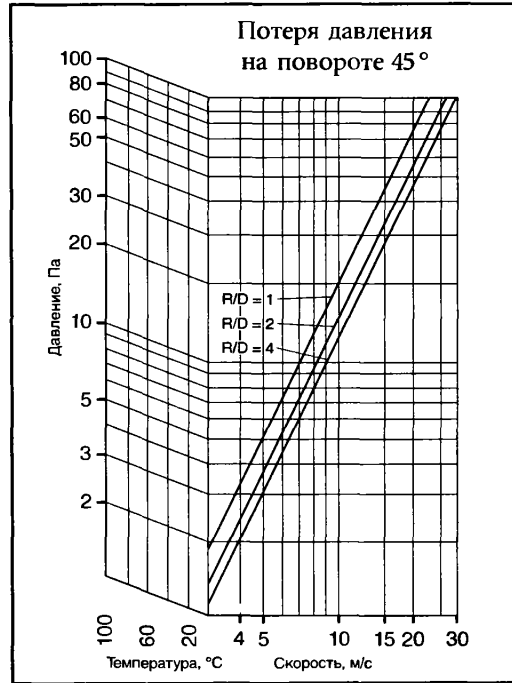
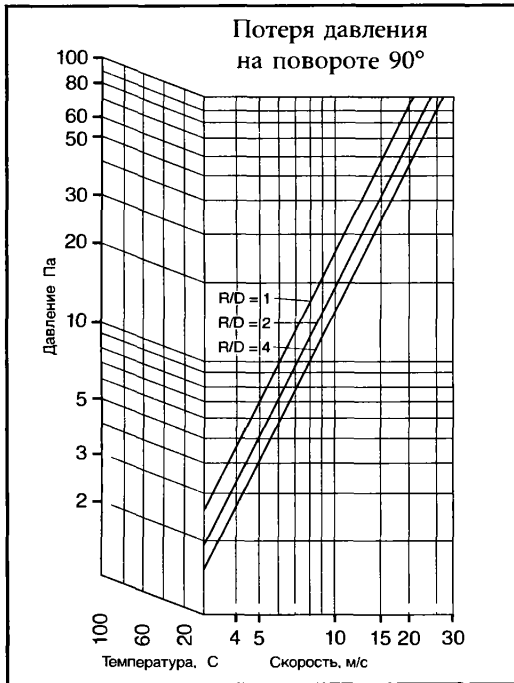


Рис. VI.39–40.

Метод постоянной потери напора

Метод основан на определении размеров всей сети воздуховодов при поддержании постоянной потери напора на один погонный метр. (Как один из вариантов расчет естественной вентиляции, когда необходимое давление определяется высотой вентиляционной шахты).

Этот экспресс-метод применяется на стадии технико-экономического обоснования вентиляционных систем. На основании данных *табл. VI.36* выбирается скорость воздуха на магистральном участке воздуховода, которая соответствует требованиям, предъявляемым к данному помещению. Исходя из скорости, определенной таким образом, и на основании проектного расхода воздуха определяется начальная потеря напора, которая будет поддерживаться постоянно по всей длине канала. Такая потеря напора определяется по диаграмме, представленной на *рис. VI.41*. Для получения потери напора всей системы вначале необходимо определить наиболее нагруженную ветвь как эквивалентную длину системы (как правило, это расстояние до наиболее удаленного диффузора). Затем умножить полученную эквивалентную длину на ранее определенную общую потерю напора. К этому значению следует добавить потерю напора, которую дадут запроектирован-

ные диффузоры. Далее по диаграмме на *рис. VI.41* можно определить диаметр начального, отходящего от вентилятора воздуховода и затем диаметры других участков по значениям соответствующих расходов воздуха, при условии постоянного значения начальной потери напора.

На следующем примере можно показать применение данного метода.

Проектные данные:

Приточная система для офисных помещений.

Расход воздуха 6800 м³/ч.

Количество диффузоров — 6 с расходами, указанными на *рис. VI.42*.

Согласно вышеизложенному методу определяется потеря напора одного пог.м. на первом магистральном участке, и это значение потери напора будет затем поддерживаться постоянно по всей системе.

Для первого участка выбираем скорость потока воздуха 8 м/с на основании данных из *табл. VI.36*. Затем на основании выбранной скорости и заданного расхода воздуха, составляющего 6800 м³/ч, по диаграмме на *рис. VI.41* определяется потеря напора, равная 0,125 мм вод. ст. на пог. м. воздуховода и диаметр магистрального воздуховода, равный 535 мм (см. *рис. VI.43*).

Этот же метод повторяется для каждого ответвления с учетом уменьшенного расхода воздуха. См. *рис. VI.44*.

УДК 675.0
ББК 38.762.2+38.762.3+73
С40

Ананьев В.А., Балугева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Еремин М.Ю.,
Звягинцева С.М., Мурашко В.П., Седых И.В.
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ. ТЕОРИЯ
И ПРАКТИКА. 2001, 416 с. Третье издание.

В книге рассмотрены характеристики, методы подбора и монтажа оборудования и элементов систем вентиляции и кондиционирования: кондиционеров различного типа, разнообразного вентиляционного оборудования и элементов автоматики. Большое внимание уделено вопросам проектирования систем, приведены практические примеры их использования для типовых производственных объектов, жилых и общественных зданий.

Книга предназначена для практической работы широкого круга специалистов в области проектирования, монтажа и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха и может быть полезна в качестве практического пособия в высших учебных заведениях по специальности «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

ISBN 5-84447-005-4

© ЕВРОКЛИМАТ, 2000 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый читатель, перед Вами книга, подготовленная сотрудниками компании ЕВРОКЛИМАТ - одной из ведущих фирм на российском рынке климатических систем. Сегодня в нашей компании работают более 200 специалистов, решающих весьма разнообразные профессиональные задачи. Это полный цикл проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха на базе современного оборудования известных зарубежных и отечественных производителей, организация прямых контрактных поставок этого оборудования на московские и региональные объекты заказчика, проведение монтажных и пуско-наладочных работ, обеспечение гарантийного и сервисного обслуживания установленного оборудования.

Более 300 московских и региональных партнеров работают с компанией Евроклимат во всех регионах России и странах СНГ. В совместной работе нами накоплен большой практический опыт, который активно используется на семинарах и курсах повышения квалификации кадров в Учебном центре нашей компании. На этих занятиях часто поднимался вопрос, который задавали и сотрудники ЕВРОКЛИМАТа и специалисты наших дилерских организаций: «Почему бы опыт, накопленный в практической работе, не систематизировать в виде книги? Тогда в одном издании можно рассмотреть вопросы, связанные с проектированием, монтажом и пуско-наладкой оборудования».

Действительно, современный специалист, будь это проектировщик, монтажник или инженер сервиса должен хорошо знать не только свою часть работы. Сегодня рынок требует специалистов с универсальными знаниями и широким кругозором. Кроме того, поскольку в России пока явно не достает изданий, где кроме вопросов теории, было бы подробно рассмотрено современное климатическое оборудование, мы решили представить в книге оборудование известных производителей и показать возможности его применения. И, наконец, чтобы облегчить проектировщикам поиск необходимых данных, в этой книге приведены нормы проектирования, наиболее важные для практических расчетов.

Из ведущих специалистов компании ЕВРОКЛИМАТ была создана редакторская группа, которая сформулировала задачи отдельных глав этой книги и разработала форму подачи материала. На первых порах мы даже не представляли себе, какой это нелегкий труд. Ведь делать это приходилось нашим проектировщикам, инженерам сервиса, специалистам по автоматике без отрыва от текущей работы. Мне хочется поблагодарить сотрудников нашей компании, принимавших активное участие в создании этой книги.

Надеюсь, что книга окажется для Вас интересной и полезной. Если после ее прочтения у Вас появятся вопросы, адресовать их можно сотрудникам нашей компании. Для этого в Послесловии приведена краткая информация об основных подразделениях ЕВРОКЛИМАТа и телефоны, по которым Вы сможете получить самую исчерпывающую информацию по всем интересующим вопросам.

С уважением,
Генеральный директор компании
ЕВРОКЛИМАТ

Г.Ю. Горовой

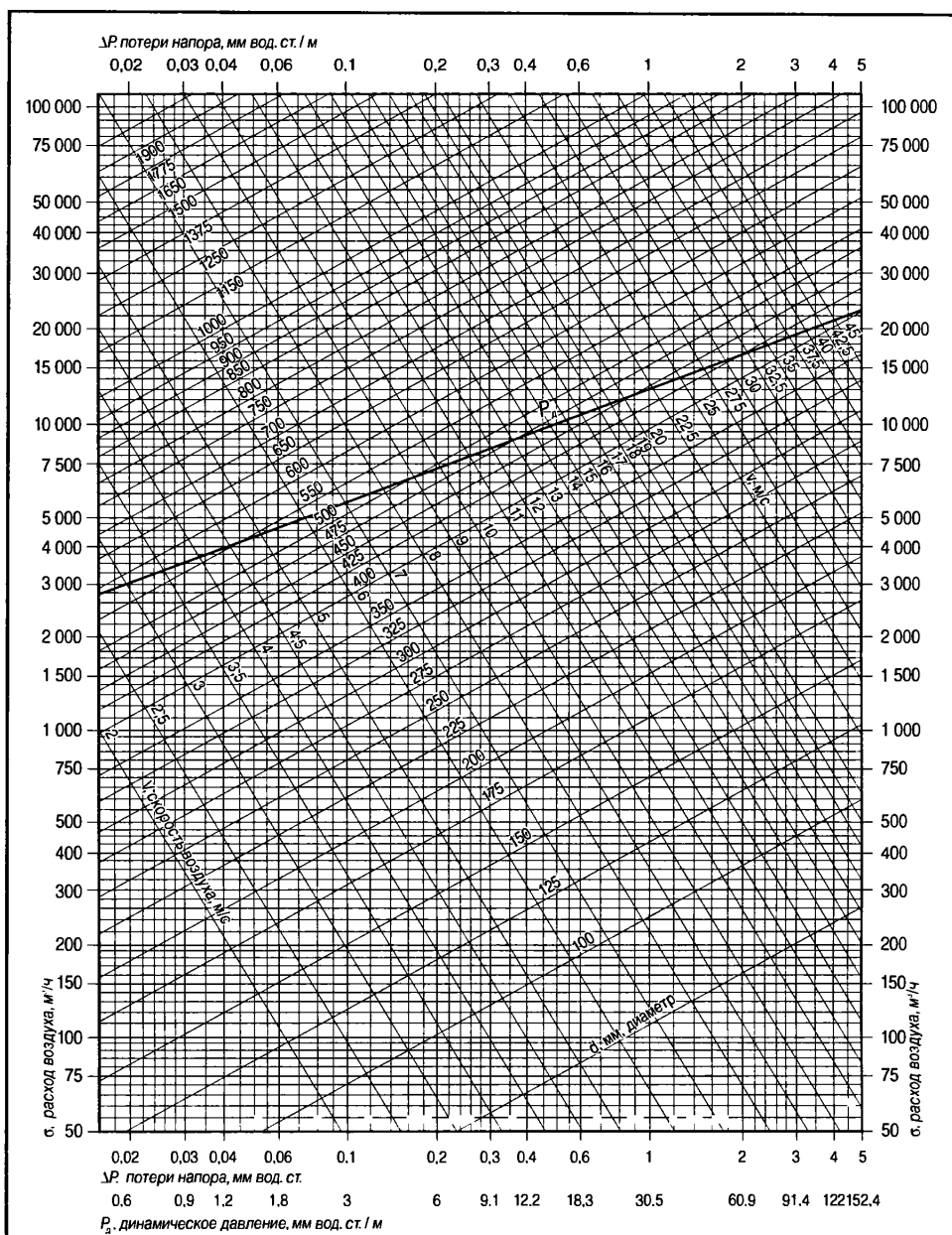


Рис. VI.41.
Диаграмма
определения потерь
напора

Таким образом, мы определили диаметр воздуховодов первого магистрального участка. Для второго участка действуем в таком

на втором участке. Эквивалентная длина любого поворота, может быть принята равной 3 метрам. Всего на трех поворотах имеем эк-

же порядке. Итак, надо определить эквивалентную длину с наибольшей потерей напора. Обратимся к рис. VI.45., на котором указаны длины воздуховодов.

При проектировании системы следует помнить, что система с наибольшими потерями напора не обязательно самая длинная. Более короткий участок воздуховода, но с большим количеством поворотов и изменений сечения может иметь существенно большие потери напора, чем более длинный участок, но с меньшим количеством поворотов.

Для данного примера можно заметить, что более неблагоприятным является второе ответвление по двум причинам: из-за большей длины второго участка и из-за отсутствия на первом участке поворотов. Поэтому необходимо суммировать длины всех участков второй ветви:

$$l = (6 + 9 + 12 + 12 + 12) = 51 \text{ м.}$$

Необходимо учесть потери напора на трех поворотах, которые имеются

Рис. VI.42.
Схема воздуховодов
приточной системы

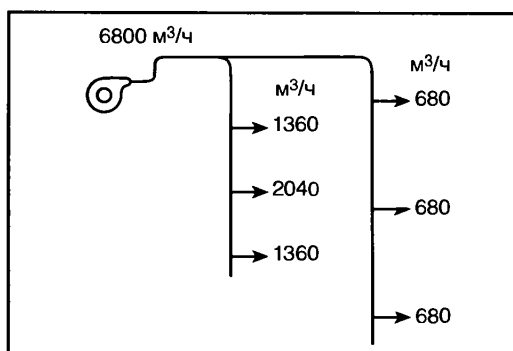
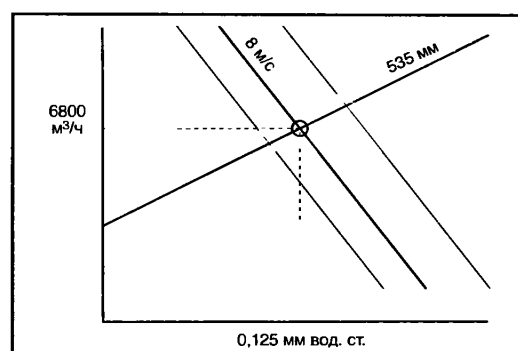


Рис. VI.43.
Пример использования
диаграммы
для определения
потери напора



Данная книга, написанная сотрудниками одной из ведущих компаний России в области климатехники — ЕВРОКЛИМАТ, является первым обобщающим практическим пособием. В ней представлен очень нужный материал для проектирования, монтажа и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха и их элементов.

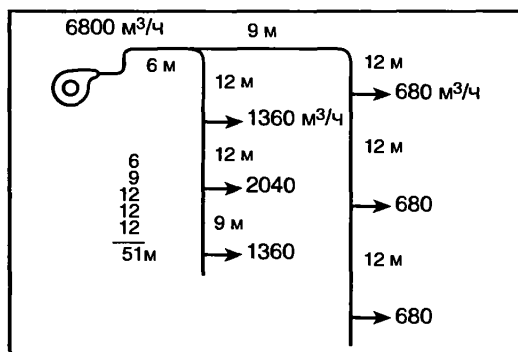
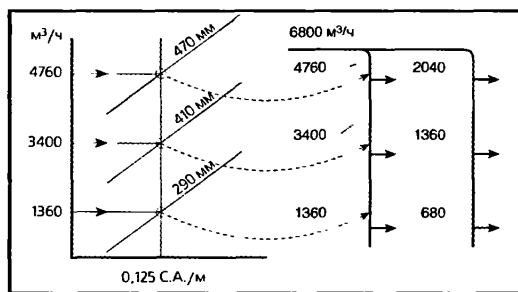
Книга безусловно будет незаменима для проектных и монтажных организаций, и для персонала центров сервисного обслуживания таких систем. В ней много нового материала и, поэтому, она несомненно нужна специалистам, повышающим свою квалификацию в области вентиляции и кондиционирования.

По существу, это первое издание, объединяющее вопросы теории и практики, необходимые специалистам в повседневной работе. Хочется надеяться, что это издание — не последнее, что в следующих изданиях будут учтены рекомендации профессионалов, которые прочтут эту книгу, а новые виды оборудования будут представлены еще более широко.

*Профессор, д.т.н.,
академик РААСН
Заслуженный деятель Науки и Техники России*

БОГОСЛОВСКИЙ В.Н.

январь, 2000г.



вивалентную длину

$$l_{\text{пов}} = (3 \times 3) = 9 \text{ м.}$$

Поэтому общая эквивалентная длина всей системы будет

$$l_{\text{экр}} = (51 + 9) = 60 \text{ м.}$$

Умножаем полученное значение на удельную потерю напора 0,125 мм вод. ст., принятую вначале, и получаем

$$\Delta P = 60 \times 0,125 = 7,50 \text{ мм вод.ст.}$$

Это значение соответствует суммарной потере напора вентиляционной сети.

К нему необходимо добавить так называемую наружную потерю напора, складывающуюся из потерь на:

- ◆ воздухозаборной решетке;
- ◆ регулирующем клапане;
- ◆ воздушных фильтрах теплообменника и других компонентах вентиляционной системы.

Сумма всех этих потерь напора должна соответствовать статическому давлению, действующему на входе вентилятора. Сумму потерь напора умножаем на коэффициент запаса, равный 1,2 (т.е. добавка равна 20%) на неучтенные местные сопротивления.

На диаграмме, изображенной на рис. VI.41, обозначены диаметры круглых воздухопроводов. Для применения прямоугольных воздухопроводов необходимо определить их эквивалентные диаметры. Это можно сделать с помощью справочной табл. VI.46.

В этой таблице на горизонтальной шкале показана высота прямоугольных воздухопроводов и на вертикальной шкале — ширина. В таблице на перекрестиях линий указаны диаметры круглых воздухопроводов, сечение которых соответствует прямоугольным каналам.

Там, где нет проблем с пространством, следует выбирать воздухопроводы круглого сечения или ближе к квадратному сечению, у которых соотношение ширины и высоты равно единице. Для реконструированных зданий характерна нехватка свободных площадей, и иногда приходится ради экономии места задавать менее выгодное соотношение сторон прямоугольного воздухопровода. В случае прокладки прямоугольных воздухопроводов следует помнить, что стандартным для них принято соотношение 2 (т.е. ширина воздухопровода больше высоты в 2 раза).

Рис. VI.44. Использование диаграммы для определения диаметра воздухопровода

Рис. VI.45. Длины системы каналов для определения общей потери напора

Таблица VI.46

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ, мм

	150	200	250	300	350	400	450	500
250	210	245	275					
300	230	265	300	330				
350	245	285	325	355	380			
400	260	305	345	370	410	440		
450	275	320	365	400	435	465	490	
500	290	340	380	425	455	490	520	545
550	300	350	400	440	475	515	545	575
600	310	365	415	460	495	535	565	600
650	320	380	430	475	515	555	590	625
700		390	445	490	535	575	610	645
750		400	455	505	550	590	630	665
800		415	470	520	565	610	650	685
850			480	535	580	625	670	710
900			495	550	600	645	685	725
950			505	560	615	660	705	745
1000			520	575	625	675	720	760
1200				620	680	730	780	830
1400					725	780	835	880
1600						830	885	940
1800						870	935	990

Предлагаемая вниманию читателей книга является коллективным трудом специалистов компании ЕВРОКЛИМАТ — члена Российской ассоциации инженеров АВОК.

Главная и важнейшая задача книги — предоставить специалистам информацию о современных системах кондиционирования и вентиляции зданий и особенностях их применения. Даже при первом знакомстве с книгой становится очевидным, что она создана на основе долговременных методических наработок ее авторов. Материал книги построен системно правильно и тщательно отфильтрован. Очевидно, что книга является первым изданием в России, в котором изложены новейшие разработки в области систем кондиционирования и вентиляции воздуха.

Особая привлекательность работы авторов связана с тем обстоятельством, что в книге изложены не только вопросы теории и сведения по нормативным документам, она также содержит многочисленные примеры практического использования систем кондиционирования и вентиляции. Безусловно, что эти примеры являются результатом практических разработок компании ЕВРОКЛИМАТ, характеризуют профессионализм авторов и глубину их знаний.

Различные главы книги не равноценны с точки зрения насыщенности материалом, но вместе с тем вдумчивый читатель сможет самостоятельно разобраться не только в материале книги, но, что очень важно, использовать его как руководство к практическим действиям.

Это издание вполне может стать настольной книгой для широкого круга специалистов: проектировщиков, архитекторов, научных сотрудников, преподавателей ВУЗов и студентов, для которых особенно остро ощущается дефицит современных материалов.

Появление таких изданий свидетельствует, что задачи, и идеи АВОК находят практическое воплощение в трудах ее членов. Хочется надеяться, что такие необходимые издания будут появляться и впредь.

*Президент АВОК,
профессор, член-корреспондент РААСН*

ТАБУНЩИКОВ Ю.А.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ I. ЗНАЧЕНИЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	14
Тепловые комфортные условия	15
Параметры воздушной среды, влияющие на комфортное состояние человека	20
Кондиционирование воздуха и технологические процессы	23
РАЗДЕЛ II. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И СИСТЕМАМ ВЕНТИЛЯЦИИ	24
2.1 Основные строительные нормы и правила устройства систем кондиционирования и вентиляции ..	25
2.2 Классификация зданий и сооружений	29
2.3 Требования по кондиционированию и вентиляции жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений	31
§ 2.3.1 Общие сведения	31
§ 2.3.2 Санитарно-гигиенические требования	32
§ 2.3.3 Строительно-монтажные и архитектурные требования	38
§ 2.3.4 Основные эксплуатационные требования	38
2.4 Особенности кондиционирования и вентиляции жилых, общественных, административно- бытовых и вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий	39
§ 2.4.1 Общие положения	39
§ 2.4.2 Жилые здания и помещения	41
§ 2.4.3 Здания административных учреждений, проектных и научно-исследовательских организаций	44
§ 2.4.4 Общественные здания	46
§ 2.4.5 Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий	52
РАЗДЕЛ III. ТИПЫ КОНДИЦИОНЕРОВ	54
3.1 ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ	55
§ 3.1.1 Основные понятия, связанные с работой холодильной машины	55
§ 3.1.2 Схема компрессионного цикла охлаждения	56

§ 6.3.5 Гидравлический расчет жидкостных коммуникаций

Гидравлический расчет трубопроводов заключается в определении диаметров трубопроводов, необходимых для перемещения определенного количества (расхода) теплоносителя в зависимости от располагаемого давления.

Принципиально методика расчета трубопроводов не зависит от вида теплоносителя. Во всех случаях основой для расчета служат общеизвестные формулы гидравлики. Движение среды (воды, пара, хладагента и т.п.) по трубопроводам сопровождается потерями располагаемого давления на преодоление гидравлических сопротивлений: трения и местных сопротивлений.

На практике применяют несколько методов гидравлического расчета трубопроводов. Наиболее простой и распространенный — **Метод применения удельных потерь давления**. По этому методу отдельно определяют потери давления на трение и потери его в местных сопротивлениях в каждом расчетном участке системы.

Потери давления на трение

Потерю давления на преодоление сопротивлений трения $\Delta P_{тр}$ определяют в кг/м² по формуле

$$\Delta P_{тр} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \cdot l, \text{ кг/м}^2,$$

где λ — безразмерный коэффициент трения;
 d — диаметр трубопровода, м;
 l — длина трубопровода расчетного участка, м;
 v — скорость движения перемещаемой среды (воды, пара и т.д.), м/с;
 γ — объемная масса теплоносителя, кг/м³;
 g — ускорение силы тяжести, м/с².

Коэффициент λ не является величиной постоянной для трубы данного диаметра, а зависит от режима движения жидкости и шероховатости стенок трубы.

Из гидравлики известно, что возможны два режима движения жидкости: ламинарное и турбулентное. При ламинарном режиме жидкость движется равномерными струями по всему сечению трубы. При тур-

булентном — движение хаотичное. При увеличении скорости режим движения жидкости из ламинарного переходит в турбулентный, гладкие трубы становятся гидравлически шероховатыми.

Существует методика определения режима движения жидкости с помощью критерия Рейнольдса Re .

На основании формул выведено и экспериментально подтверждено, что при ламинарном движении жидкости гидравлическое сопротивление трубопровода зависит исключительно от скорости движения среды, что мы и принимаем для практических расчетов, при значениях скорости 1–1,5 м/с.

Для облегчения расчета потерь давления на трение составлены таблицы гидравлических потерь R на 1 м длины трубопровода, в зависимости от скорости V (м/с) расхода G (кг/с) и объемной массы теплоносителя γ , (кг/м³).

По табл. VI.47. (из справочной литературы) по принятым скоростям и расходам теплоносителя определяем диаметр трубопровода и соответствующие ему потери давления на трение на 1 пог.м длины. Суммарные потери на участке l длины будут $\Delta P_{тр} = R \times l$ (мм вод.ст.).

Потери давления в местных сопротивлениях

Местными называются сопротивления, которые возникают при изменении направления и скорости движения жидкости. Эти изменения в движении жидкости происходят в отводах, фасонных частях, регулировочно-запорной арматуре и пр.

Давление, необходимое для преодоления местных сопротивлений, определяется по формуле

$$\Delta P_{мс} = \Sigma \xi \cdot \left(\frac{v^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \right), \text{ кг/м}^2,$$

где ξ — безразмерный коэффициент местного сопротивления, определяемый опытным путем (см. лит. 1) и представляемый в табличном виде или в диаграммах справочной литературы.

§ 3.1.3 Основные элементы холодильной машины	60
Компрессор	60
Конденсатор	64
Испаритель	69
Вентилятор	71
Регулятор потока	72
§ 3.1.4 Работа холодильной машины в режиме теплового насоса	73
§ 3.1.5 Работа кондиционера при низкой температуре окружающего воздуха	75
§ 3.1.6 Основные сведения о хладагентах	77
§ 3.1.7 Трубки холодильного контура	78
3.2 КОНДИЦИОНЕРЫ СПЛИТ-СИСТЕМ	84
§ 3.2.1 Классификация и основные технические характеристики кондиционеров сплит-систем	84
§ 3.2.2 Конструкция	88
§ 3.2.3 Основные режимы работы кондиционера	91
§ 3.2.4 Дополнительные режимы работы кондиционера	92
§ 3.2.5 Адаптация кондиционеров DeLonghi к низким температурам наружного воздуха	93
§ 3.2.6 Многозональные системы с изменяемым расходом хладагента	98
3.3 КАНАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ И КОНДИЦИОНЕРЫ СПЛИТ-СИСТЕМ С ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ	105
§ 3.3.1 Общие сведения, состав, принципы работы, область применения	105
§ 3.3.2 Компрессорно-конденсаторные (внешние) блоки	109
§ 3.3.3 Испарительные (внутренние) блоки	116
§ 3.3.4 Работа компрессорно-конденсаторных блоков с центральными кондиционерами	119
3.4 СИСТЕМЫ С ЧИЛЛЕРАМИ И ФАНКОЙЛАМИ	122
§ 3.4.1 Общие сведения, состав, принципы работы, область применения	122
§ 3.4.2 Чиллеры	126
Конструкция чиллеров	139
Система управления	139
Принципиальная схема	141
§ 3.4.3 Насосные станции	142
Типы насосных станций	142
Управление насосными станциями	145
Как подобрать насосную станцию	147
§ 3.4.4 Фанкойлы	149
§ 3.4.5 Тепло-хладоносители	155
3.5 КРЫШНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ	157
§ 3.5.1 Общие сведения, состав, принципы работы, область применения	157
§ 3.5.2 Принципиальные схемы холодильного контура крышных кондиционеров	160
§ 3.5.3 Конструктивные особенности и дополнительное оборудование	161

Исследования показали, что значения коэффициентов местных сопротивлений тройников, крестовин и т.д. зависят от величин расходов жидкости в ответвлениях и отношений диаметров в тройниках и крестовинах.

Потери давления в местных сопротивлениях z определяют отдельно для каждого участка сети. Сначала определяем коэффициенты местного сопротивления $\sum \xi$. Затем, умножив $\sum \xi$ на величину динамического напора ($v^2g/2g$), получаем z . Величина потерь давления в местных сопротивлениях, удобная при расчете водяных систем, может быть также определена по формуле

$$z = 50 \cdot \sum \xi v^2.$$

Применение этой формулы исключает необходимость использования таблицы, в которой значения z приведены для ограниченного числа скоростей.

В примере расчета гидравлических сетей чиллеров-фанкойлов (см. раздел 9.2.3) потери давления на местные сопротивления приняты в размере 30% от потерь давления на трение (согласно рекомендациям из справочной литературы по проектированию жидкостных систем).

Общие потери давления на каком-либо участке трубопровода выражаются суммой потерь давления на трение и в местных сопротивлениях:

$$\Delta P_{\text{общ}} = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м.с.}}$$

Определяем потери давления на участке трубопровода наиболее нагруженного, т.е. самого удаленного участка от источника тепло- или хладоснабжения.

$$\Delta P = \sum (R \cdot l + Z),$$

где $\sum Rl$ - суммарные потери давления в расчетном кольце на трение, кг/м²;
 $\sum Z$ - суммарные потери давления в расчетном кольце на местные сопротивления, кг/м².

Затем увязываем, т.е. приравниваем потери давления в каждом последующем ответвлении с потерями давления на наиболее нагруженном участке. Допустимое расхождение может составлять до 15%.

Пример расчета трубопроводов по методу удельных потерь давления при проектировании системы кондиционирования на базе «чиллера-фанкойлов» представлен в разделе 9.2.3.

Табл. VI.47.

ТАБЛИЦА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) ОБЫКНОВЕННЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262-62)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
0,05	0,47	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—
	91,5	28,8	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	0,95	0,59	0,31	—	—	—	—	—	—	—
	325,5	100	21,1	—	—	—	—	—	—	—
0,15	1,42	0,88	0,47	0,28	—	—	—	—	—	—
	707	211	43,6	12,5	—	—	—	—	—	—
0,2	1,89	1,18	0,62	0,37	0,21	—	—	—	—	—
	1257	360	73,5	20,9	5,11	—	—	—	—	—
0,25	2,37	1,47	0,78	0,47	0,26	0,2	—	—	—	—
	1964	560	110,6	31,2	7,57	3,9	—	—	—	—
0,3	2,84	1,77	0,94	0,56	0,31	0,24	—	—	—	—
	2829	807	155	43,4	10,5	5,4	—	—	—	—
0,35	3,31	2,06	1,09	0,65	0,37	0,28	—	—	—	—
	3850	1078	206,4	57,5	13,8	7,1	—	—	—	—

3.6 ШКАФНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ	164
§ 3.6.1 Общие сведения, состав, принципы работы, область применения	164
3.7 ПРЕЦИЗИОННЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ	169
§ 3.7.1 Общие сведения, состав, принципы работы, область применения	169
§ 3.7.2 Конструкция кондиционеров	175
§ 3.7.3 Системы управления прецизионными кондиционерами	176
§ 3.7.4 Выносные конденсаторы и теплообменники с воздушным охлаждением	177
§ 3.7.5 Обеспечение работы кондиционера в режиме охлаждения при низких температурах наружного воздуха	178
§ 3.7.6 Дополнительное оборудование	179
3.8 ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ	180
§ 3.8.1 Общие сведения о центральных кондиционерах и их классификация	180
§ 3.8.2 Конструкция и режимы работы центрального кондиционера	181
§ 3.8.3 Конструкция и принцип работы основных секций и отдельных агрегатов центрального кондиционера	187
Секция охлаждения	187
Секция нагрева	188
Секция увлажнения	188
Секция фильтрации	190
Секция шумоглушения	191
Вентиляторная секция	191
Теплоутилизаторы	192
Воздушные клапаны	195
РАЗДЕЛ IV. ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АКСЕССУАРЫ	196
4.1 ВЕНТИЛЯТОРЫ	197
Осевые вентиляторы	198
Радиальные вентиляторы	198
Диаметральные вентиляторы	199
Область применения и подбор вентиляторов	199
4.2 ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ	201
Канальные вентиляторные агрегаты	201
Крышные вентиляторные агрегаты	202
4.3 ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ	203
Приточные установки	203
Вытяжные установки	204
Приточно-вытяжные установки	205
Воздушно-тепловые завесы	206

ТАБЛИЦА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ
ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) ОБЫКНОВЕННЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262-62)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
0,4	—	2,36	1,25	0,75	0,42	0,32	—	—	—	—
	—	1435	265,6	73,5	17,5	9	—	—	—	—
0,45	—	2,65	1,4	0,84	0,47	0,36	0,21	—	—	—
	—	1816	336	91,3	21,6	11,1	3,1	—	—	—
0,5	—	2,95	1,56	0,93	0,52	0,4	0,24	—	—	—
	—	2242	415	111	26,2	13,4	3,7	—	—	—
0,6	—	—	1,87	1,12	0,63	0,48	0,28	—	—	—
	—	—	597	156	36,5	18,6	5,2	—	—	—
0,7	—	—	2,18	1,31	0,73	0,56	0,33	0,2	—	—
	—	—	813	210	48,4	24,6	6,8	2,1	—	—
0,8	—	—	2,5	1,5	0,84	0,64	0,38	0,23	—	—
	—	—	1062	274	61,9	31,3	8,6	2,62	—	—
0,9	—	—	2,81	1,69	0,94	0,72	0,42	0,26	—	—
	—	—	1344	346	77	39	10,7	3,23	—	—
1	—	—	3,12	1,87	1,05	0,8	0,47	0,29	0,2	—
	—	—	1660	428	93,6	47,2	12,9	3,89	1,6	—
1,25	—	—	—	2,34	1,31	0,99	0,59	0,36	0,25	—
	—	—	—	688	143	71,4	19,4	5,79	2,4	—
1,5	—	—	—	2,8	1,57	1,19	0,71	0,43	0,3	0,224
	—	—	—	962	206,3	100,3	27	8,03	3,36	1,63
1,75	—	—	—	—	1,83	1,39	0,82	0,5	0,35	0,26
	—	—	—	—	280,8	136	35,9	10,6	4,4	1,14
2	—	—	—	—	2,09	1,69	0,94	0,58	0,4	0,24
	—	—	—	—	366,8	178	46	13,5	5,6	1,5
2,5	—	—	—	—	2,61	1,99	1,18	0,72	0,5	0,29
	—	—	—	—	573,1	278	69,6	20,3	8,4	2,26
3	—	—	—	—	—	2,39	1,41	0,86	0,6	0,35
	—	—	—	—	—	400	99,7	28,4	11,7	3,13
3,5	—	—	—	—	—	2,79	1,65	1,01	0,71	0,41
	—	—	—	—	—	544	137	37,8	15,5	4,12
4	—	—	—	—	—	—	1,88	1,15	0,81	0,47
	—	—	—	—	—	—	177	48,5	19,8	5,25
4,5	—	—	—	—	—	—	2,12	1,3	0,91	0,53
	—	—	—	—	—	—	224	60,9	24,6	6,49
5	—	—	—	—	—	—	2,35	1,44	1,01	0,59
	—	—	—	—	—	—	277	75,2	30	7,86
5,5	—	—	—	—	—	—	2,59	1,58	1,11	0,65
	—	—	—	—	—	—	335	91	35,8	9,36
6	—	—	—	—	—	—	2,83	1,73	1,21	0,71
	—	—	—	—	—	—	399	108,3	42	11
6,5	—	—	—	—	—	—	—	1,87	1,31	0,77
	—	—	—	—	—	—	—	127	49,3	12,7
7	—	—	—	—	—	—	—	2,02	1,41	0,82
	—	—	—	—	—	—	—	147,4	57,2	14,6
7,5	—	—	—	—	—	—	—	2,16	1,51	0,88
	—	—	—	—	—	—	—	169,2	65,6	16,6

4.4 ШУМОГЛУШИТЕЛИ	208
4.5 ВОЗДУШНЫЕ ФИЛЬТРЫ	210
4.6 ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ	214
4.7 ВОЗДУХОВОДЫ	216
Металлические воздуховоды	216
Металлопластиковые воздуховоды	218
Гибкие и полугибкие воздуховоды	218
Неметаллические воздуховоды	221
Достоинства и недостатки различных типов воздуховодов	221
4.8 ЗАПОРНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	222
Воздушные клапаны	222
Диафрагмы регулирующие	223
Основные характеристики воздушных клапанов	223
Основные характеристики диафрагмы	224
Обратные клапаны	224
4.9 ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ И УСТРОЙСТВА ВОЗДУХОУДАЛЕНИЯ	225
Решетки	226
Щелевые воздухораспределительные устройства	227
Плафоны	227
Насадки с форсунками	228
Сопла	228
Перфорированные панели	229
Насадки для подачи воздуха в рабочую зону	230
Воздухораспределители с очисткой воздуха	230
4.10 ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	232

РАЗДЕЛ V. ИСТОЧНИКИ ШУМА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ШУМА 236

5.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШУМЕ	237
5.2 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШУМА	238
Уровень мощности звука	238
Уровень давления звука	239
Сумма нескольких источников шума	241

5.3 МЕТОДЫ АНАЛИЗА ШУМОВ	242
Графики Noise Ratings NR ISO	242
Графики Noise Criteria ASHRAE.....	242
Графики Room Criteria	243
Использование графиков	243
5.4 ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ И ПОГЛОЩЕНИЕ ШУМА	245
5.5 СНИЖЕНИЕ ШУМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ	247
5.6 ШУМ, СОЗДАВАЕМЫЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ И КОНДИЦИОНЕРАМИ	248
Передача шума в установках	249
5.7 МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ..	251
§ 5.7.1 Меры, относящиеся к самому источнику шума	251
§ 5.7.2 Меры, относящиеся к путям передачи шума	253
5.8 ШУМ ОТ СИСТЕМЫ ГИДРАВЛИКИ	257
РАЗДЕЛ VI. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	258
6.1 КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	259
§ 6.1.1 Классификация систем кондиционирования	259
§ 6.1.2 Классификация систем вентиляции	262
6.2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ...	268
§ 6.2.1 Общие сведения о кондиционируемых помещениях	268
§ 6.2.2 Расчетные внутренние параметры в кондиционируемых помещениях	269
§ 6.2.3 Расчетные параметры наружного воздуха	269
§ 6.2.4 Этапы проектных работ	270
§ 6.2.5 Программа и организация пусконаладочных испытаний	271
6.3 РАСЧЕТ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	273
§ 6.3.1 Расчет теплового баланса помещения	273
Теплопоступления и теплопотери	274
Упрощенная экспресс-методика расчета теплопритоков	281
§ 6.3.2 Расчет тепловлажностного баланса помещения	282
Влаговыделения в помещении	282
Основные характеристики влажного воздуха	283
Диаграмма I-d- влажного воздуха	284
Процессы тепловлажностной обработки влажного воздуха в I-d- диаграмме	286
Применение I-d- диаграммы	288
Тепловлажностной баланс помещения	292
§ 6.3.3 Расчет воздухообмена	293

РАЗДЕЛ VII

Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции

- 7.1 Принципы автоматического регулирования 313
- 7.2 Основные элементы автоматики 314
- 7.3 Дополнительные элементы и вопросы наладки систем
регулирования 324
- 7.4 Автоматизация секций кондиционеров
и вентустановок 328
- 7.5 Автоматизация агрегатов и систем 331
- 7.6 Примеры систем автоматического регулирования 336