ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Оглавление

Предисловие

Глава 1. Системы защиты зданий и сооружений от пожаров и проникновения в помещения дыма

1.1. Извлечения из основных нормативных документов противопожарных и строительных требований к системам вентиляции в зданиях категорий А, Б, В1, В2, В3, В4, Г, Д

1.2. Основные положения по проектированию и строительству воздуховодов, каналов и дымовых труб с учетом пределов их огнестойкости

1.2.1. Проектирование воздуховодов

1.2.2. Классификация воздуховодов по плотности

1.2.3. Классификация воздуховодов по скорости потока воздуха и рабочему давлению

1.2.4. Классификация воздуховодов по материалам и конструктивному исполнению

1.3. Принципы аэродинамического расчета вентиляционных систем

1.4. Требования к дымоходам и дымовым трубам печного и индивидуального отопления

1.5. Противодымная защита зданий при пожаре

Предисловие

За последние годы в нашей стране произошли глубочайшие изменения в области строительной индустрии. При строительстве зданий и сооружений используется не только отечественная, но и зарубежная техника и технология. На Российском рынке появились новые виды инженерного оборудования, которые раньше в России не использовались.

Проблема рационального энергосбережения инженерными системами остается чрезвычайно актуальной, так как системы зданий являются, как правило, энергоемкими. Следовательно, инженерные системы должны работать таким образом, чтобы количество воздуха, воды, газа, теплоты, подаваемое в каждое помещение зданий, должно определяться текущей потребностью. Такие требования могут обеспечить только автоматизированные системы, оснащенные приборами учета тепло- газо- водопотребления. Предъявляемые требования к обслуживанию современного инженерного оборудования предполагают четкую организацию эксплуатации, которая может быть обеспечена лишь на высоком уровне инженерно-технической подготовки персонала.

Монтаж санитарно-технических и энергетических устройств также во многом зависит от квалификации работников, от знания ими свойств материалов и характеристик оборудования, применяемых в работе.

Глава 1. Системы защиты зданий и сооружений от пожаров и проникновения в помещения дыма

1.1. Извлечения из основных нормативных документов противопожарных и строительных требований к системам вентиляции в зданиях категорий А, Б, В1, В2, В3, В4, Г, Д

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В1, В2, В3, В4, Г, Д и принимаются в соответствии с таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки до 28ºС в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении более 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и
	гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли, волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28ºС в таком количестве, что при их воспламенении развивается избыточное давление

	взрыва в помещении более 5 кПа.
В1, В2, В3, В4 пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости и твердые материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр, пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Категории помещений В1, В2, В3, В4 определяются в зависимости от удельной временной пожарной нагрузки на участке, имеющем размер не менее 10 м^2.

Для помещений категории В1 удельная пожарная нагрузка составляет более 2200 МДж·м$^{-2}$; категории В2 – от 1401 до 2200 МДж·м$^{-2}$; категории В3 – от 181 до 1400 МДж·м$^{-2}$; категории В4 – от 1 до 180 МДж·м$^{-2}$.

Пожарная нагрузка, Q, МДж, определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_i \cdot Q_{\text{Н}i}^{\text{Р}} , \qquad (1.1)$$

где G_i – количество i-го материала пожарной нагрузки, кг; $Q_{\text{Н}i}^{\text{Р}}$ – низшая теплота сгорания i-го материала пожарной нагрузки, МДж·кг$^{-1}$.

Удельная пожарная нагрузка, q, МДж·м$^{-2}$, определяется по формуле:

$$q = \frac{Q}{S} , \qquad (1.2)$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м^2.

Размещение вентиляционного оборудования в зданиях и выбор помещений для его установки определяются требованиями нормативных документов СНиП 2.08.02, СНиП 31-01, СНиП 31-03, СНиП 31-05 и СНиП 41-01-2003.

Оборудование, кроме оборудования воздушных и воздушно-тепловых завес, не допускается размещать в обслуживаемых помещениях складов категорий А, Б, В1, В2, В3, В4.

В помещениях складов категорий В2, В3 и В4 допускается размещать оборудование при условии: электрооборудование имеет степень защиты 1Р – 54; помещения складов оборудованы автоматической пожарной сигнализацией, отключающей при пожаре вентиляционное оборудование.

Оборудование с расходом 5000 $м^3$/ч и менее допускается устанавливать в подшивных потолках обслуживаемых помещений, а также в подшивных потолках коридоров при условии установки противопожарных клапанов в местах пересечения воздуховодами стены, разделяющей коридор и обслуживаемое помещение.

Оборудование систем вентиляции помещений категории А и Б, а также оборудование систем местных отсосов взрывоопасных смесей не допускается размещать в помещениях подвалов.

Оборудование систем приточной вентиляции, обслуживающих помещения категорий А и Б, не допускается размещать в общем помещении с оборудованием вытяжных систем.

Оборудование приточных систем, обслуживающих жилые помещения, не допускается размещать вместе с оборудованием приточных систем, обслуживающих производственные помещения, помещения для бытового обслуживания населения, а также с оборудованием любых вытяжных систем, в том числе систем, удаляющих воздух с резким или неприятным запахом (из уборных, курительных комнат и другое).

Помещения для оборудования вытяжных систем следует относить к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности: к категории

помещений, которые они обслуживают при условии размещения в них оборудования систем общеобменной вентиляции производственных зданий; к категории Д – если в них размещается оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции жилых, общественных и административно-бытовых помещений.

Помещения для оборудования вытяжных систем, обслуживающих несколько помещений различных категорий по взрывопожароопасности следует относить к более опасной категории.

Помещения для оборудования приточных систем, как правило, относятся к категории Д. В случае, если оборудование приточных систем с рециркуляцией и обслуживает несколько помещений различных категорий по взрывоопасной и пожарной опасности, то помещение для его установки следует отнести к более опасной категории.

Помещения для вентиляционного оборудования, как правило, размещаются в пределах пожарного отсека, к котором находятся обслуживаемые помещения.

Помещения с пылеуловителями для сухой очистки взрывоопасных смесей не допускается размещать под помещениями с массовым пребыванием людей.

Для обеспечения ремонта оборудования малой единицы оборудования или части его более 100 кг необходимо предусматривать грузоподъемные механизмы. На воздуховодах систем общеобменной вентиляции и кондиционирования необходимо предусматривать в целях предотвращения проникания в помещение продуктов горения (дымов) во время пожара противопожарные клапаны на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, общественных административно-бытовых, а так же производственных помещений категории В4 и Г.

Пожарные нормально открытые клапаны устанавливаются в противопожарной преграде или непосредственно у преграды, либо за ее

пределами, обеспечивая предел огнестойкости воздуховода на участке от преграды до заслонки клапана, равный пределу огнестойкости преграды.

Воздуховоды общеобменной вытяжной вентиляции жилых, общественных (кроме зданий лечебно-профилактического назначения) и административно-бытовых зданий разрешается объединять теплым чердаком.

Транзитные воздуховоды не следует прокладывать через лестничные клетки, тамбур-шлюзы, лифтовые холлы (за исключением воздуховодов систем противодымной вентиляции, обслуживающих эти помещения).

Внутри воздуховодов, а также снаружи на расстоянии менее 100 мм от их стенок не допускается прокладывать газопроводы, кабели, электропроводку, токоотводы и канализационные трубопроводы; не допускается также пересечение воздуховодов этими коммуникациями. В шахтах с воздуховодами систем вентиляции не допускается прокладывать трубопроводы бытовой и производственной канализации.

Высота технических этажей определяется в каждом отдельном случае в зависимости от вида оборудования и коммуникаций, распределяемых в объеме технического этажа, с учетом условий их эксплуатации.

На технических чердаках должен предусматриваться сквозной проход вдоль здания высотой не менее 1,6 м, шириной не менее 1,2 м. В технических подпольях, подвальных и цокольных этажах должен быть предусмотрен сквозной проход вдоль здания высотой не менее 1,8 м. В поперечных стенах подвалов и технических подполий крупнопанельных зданий допускается устройство проемов высотой 1,6 м.

В наружных стенах подвалов и технических подполий жилых зданий, не имеющих вытяжной вентиляции, следует предусматривать продухи общей площадью не менее 1/400 площади пола технического подполья, подвала, равномерно расположенные по периметру наружных стен. Площадь одного продуха должна быть не менее 0,05 м^2.

Высота подвальных и цокольных помещений, а также технических подполий от уровня пола до низа плиты перекрытия должна быть не менее 2,2 м при размещении в них индивидуальных тепловых пунктов.

В жилых зданиях, вентилируемых по схеме «теплый чердак», удаление воздуха из чердака следует предусматривать через вытяжные шахты (высотой не менее 4,5 м от перекрытия над последним этажом) по одной на каждую секцию или выгороженный объем чердака секции.

Вопрос о том, где на промышленном предприятии следует располагать вентустановки, решается в каждом конкретном случае по-разному, в зависимости от характера производства, местоположения промышленной площадки и размещения зданий на ней, господствующего направления ветра, а также с учетом эстетических требований.

Тем не менее, существуют некоторые принципиальные положения.

Располагать приточные установки неизолированно или вне зданий – не совсем рационально, а в ряде случаев невозможно. Приточные установки, как правило, располагаются в приточных камерах. Вытяжные вентиляторы также целесообразно устанавливать в изолированных венткамерах. Если вентиляторы устанавливаются вне здания, желательно их группировать и располагать в специальных навесах, кожухах.

Приточные установки рекомендуется располагать на той же отметке, на которой находятся обслуживаемые ими помещения.

1.2. Основные положения по проектированию и строительству воздуховодов, каналов и дымовых труб с учетом пределов их огнестойкости

1.2.1. Проектирование воздуховодов

Воздуховоды и каналы следует проектировать в соответствии с требованиями [42]. Для зданий, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б, В необходимо учитывать требования соответствующих нормативных документов. В зависимости от характеристики

транспортируемой среды в [42] приведены материалы, из которых рекомендуется изготавливать воздуховоды.

Круглые воздуховоды применяют, прежде всего, в производственных зданиях. Для административно-бытовых и общественных зданий по конструктивным, архитектурным и эстетическим соображениям целесообразно применять воздуховоды прямоугольного сечения, так как они занимают меньше места и лучше вписываются в ограниченные пространства помещений.

В жилых и общественных зданиях вертикальные каналы можно устраивать во внутренних стенах; в виде приставных каналов у внутренних стен и перегородок. Не рекомендуется устройство каналов в толще стен помещений, имеющих повышенную влажность воздуха, не разрешается размещение каналов в наружных стенах во избежание конденсации водяных паров.

Минимальное сечение вентиляционных каналов, устраиваемых во внутренних кирпичных стенах, должно составлять полкирпича на полкирпича (140 × 140 мм), толщина стенок каналов и толщина простенков между одноименными каналами – не менее размера полкирпича (140 мм), а толщина простенков между разноименными каналами – не менее размера кирпича (250 мм). Каналы во внутренних стенах разрешается устраивать на расстоянии не менее 380 мм от дверных проемов и стыков стен.

Приставные или подпольные вентиляционные каналы выполняют из кирпича, шлакогипсовых, шлакобетонных, железобетонных, пеноглинистых, пеностеклянных плит толщиной 35 мм, а во влажных помещениях – толщиной 40 мм.

Приставные каналы располагают у внутренних стен, перегородок, а при необходимости у наружных стен. В последнем случае между стеной и каналом устраивают воздушную прослойку толщиной не менее 50 мм или утепление.

Внутреннюю поверхность подпольных каналов при необходимости покрывают противокоррозийным покрытием. При прокладке в каналах стальных воздуховодов последние перекрываются съемными плитами.

На рис. 1.1 приведены конструкции вентиляционных каналов.

В промышленных зданиях применяют стальные воздуховоды круглого и прямоугольного сечения из унифицированных деталей вентиляционных сетей.

Для систем аспирации и пневмотранспорта кроме указанных в [42] используются следующие воздуховоды:

- круглые диаметрами: 80, 110, 140, 180, 225, 280 мм;

- прямоугольные с размерами поперечного сечения: 80 × 100, 100 × 160, 100 × 200, 160 × 160, 160 × 200, 200 × 200, 200 × 250, 200 × 400 мм.

Толщину листовой стали для воздуховодов круглого сечения диаметрами 200, 250 … 450, 500 … 800, 900 … 1250, 1400 … 1600, 1800 … 2000 мм рекомендуется применять соответственно: 0,5; 0,6; 0,7; 1,0; 1,2; 1,4 мм.

Для воздуховодов прямоугольного сечения в зависимости от размеров большей стороны (до 250, 300 … 1000, 1250 … 2000 мм) следует соответственно принимать 0,5; 0,7; 0,9 мм, для больших типоразмеров 1,4 мм.

Рис. 1.1. Конструкции вентиляционных каналов:

а – в кирпичной стене; б – в борозде стены, заделываемой плитой; в – подвесного, горизонтального; г – приставных (пристенных) вертикальных; д – приставных (пристенных) вертикальных; е – из сухой штукатурки в перегородке; *1* – кирпичная стена; *2* – штукатурка; *3* – шлакогипсовые плиты; *4* – перекрытие; *5* – подвеска стальная, диаметром 6 мм.

1.2.2. Классификация воздуховодов по плотности

В соответствии с [42] для транзитных участков систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления при статическом давлении у вентилятора более 1400 Па и независимо от давления для транзитных участков систем местных отсосов и кондиционирования, а также систем, обслуживающих помещения категорий А и Б, следует применять воздуховоды класса П (плотные).

Кроме вышеперечисленных случаев воздуховоды класса П должны проектироваться для участков вытяжных (ненапорных) воздуховодов,

расположенных во встроенно-пристроенных помещениях и прокладываемых в лестнично-лифтовых холлах жилой части зданий, когда по этим воздуховодам транспортируется воздух с примесями вредных или пахучих веществ.

В остальных случаях проектируются воздуховоды класса Н (нормальные).

Потери и подсосы воздуха через неплотности воздуховодов (P, м^3/ч на 1 м^2 площади воздуховода) не должны превышать величин, приведенных в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Удельные потери или подсосы воздуха в воздуховодах, м^3/ч, на 1м^2 развернутой площади воздуховода.

Класс воздуховода	Избыточное статическое давление воздуха в воздуховоде на расстоянии до 1 м от вентилятора, кПа														
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Н	3,6	5,8	7,6	9,2	10,7	12,1	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-
П	1,2	1,9	2,5	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,6	7,5	8,2	9,1	9,9

Условия прокладки и предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов приведены в [42], где также указывается, что на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, общественных и административно-бытовых помещений предусматриваются противопожарные клапаны.

Противопожарные нормально открытые клапаны допускается устраивать на воздуховодах, обслуживающих помещения, склады категорий А, Б, В1, В2 или В3 и кладовые горючих материалов.

Транзитные воздуховоды, прокладываемые через чердак и подполье, проектируются с пределом огнестойкости E130. Места прохода транзитных

воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий уплотняются негорючими материалами.

1.2.3. Классификация воздуховодов по скорости потока воздуха и рабочему давлению

По скорости потока воздуха системы сети воздушных коммуникаций подразделяются на низкоскоростные (менее 13 м/с) и высокоскоростные (более 13 м/с, но менее 25 м/с); по *рабочему давлению* − на низкого давления до 1000 Па, среднего – 1000 … 3000 Па и высокого – 3000 … 15000. Для небольших встроенно-пристроенных помещений, расположенных обычно на уровне первого или второго этажей жилых зданий, применяются низкоскоростные воздуховоды низкого давления.

Рекомендуемые максимальные скорости воздуха в каналах (воздуховодах) приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3.

Допускаемые скорости движения воздуха в воздуховодах, жалюзийных решетках приточных и вытяжных систем общего назначения.

Элемент системы	Скорость движения воздуха, м/с
Естественное движение воздуха	
Воздуховоды горизонтальные приточные, вытяжные	не более 1,5
жалюзийные решетки:	
приточные у пола	0,2 … 0,5
приточные у потолка	0,5 … 1,0
вытяжные	0,5 … 1,0
Механическое побуждение	
Воздуховоды в производственных зданиях:	

магистральные	до 12
ответвления	до 6
Воздуховоды в общественных и вспомогательных зданиях	
магистральные	до 8
ответвления	до 5

1.2.4. Классификация воздуховодов по материалам и конструктивному исполнению

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха, как правило, применят металлические воздуховоды круглого или прямоугольного сечения из листовой оцинкованной или нержавеющей стали или черной стали с грунтовкой и окраской таких воздуховодов.

Из всех конструкций круглых воздуховодов наибольшее распространение получили прямошовные и спирально-навивные воздуховоды.

Спирально-замковые воздуховоды изготавливают из стальной холоднокатаной черной или оцинкованной ленты толщиной 0,5 … 1 мм, шириной от 125 до 135 мм. Преимущества воздуховодов этой конструкции: повышенная жесткость по сравнению с прямошовными; неограниченная длина, что очень важно при монтаже протяженных систем с большими объемами транспортируемого воздуха; высокая плотность шва и хороший внешний вид. Недостаток в том, что 12 … 15 % металла расходуется на формирование фальцевого шва.

Спирально-сварные воздуховоды изготавливают из стальной горячекатаной ленты шириной от 400 до 750 мм, толщиной от 1,4 до 2,2 мм. Стык круглого воздуховода сваривают нахлесточным швом. Преимущества таких воздуховодов заключаются в использовании недефицитной стальной ленты; в меньшем расходе металла на образование сварного шва по сравнению с прямошовными и спирально-замковыми воздуховодами. Недо-

статок − невозможность изготовления воздуховодов из металла толщиной менее 0,8 мм.

При фланцевом соединении воздуховодов между металлическими фланцами прокладывают уплотнительный материал (резину, асбестовый шнур, картон и прочее), и затем соединяют и крепят болтами.

Из бесфланцевых соединений наибольшее распространение получили соединения на бандажах.

Для удобства и ускорения монтажа воздуховодов применяются фланцы с «европрофилем», обеспечивающим высокую плотность соединения.

Соединения воздуховодов и фасонных деталей к ним на сварке используют редко, так как это сложно, трудоемко, а неразъемные соединения затрудняют проведение профилактических работ.

Металлопластиковые воздуховоды

Металлопластиковые воздуховоды изготавливаются из листовых панелей, представляющих собой жесткий вспененный пластик толщиной 20 мм, плотностью от 46 до 48 кг/м^3, проложенный между двумя слоями термообработанного гофрированного алюминия толщиной 80 мкм.

Такие воздуховоды легки и обладают высокой прочностью, не требуют дополнительной теплоизоляции при транспортировке нагретого или охлажденного воздуха, могут нарезаться на секции требуемой длины непосредственно на строительном объекте, имеют хороший внешний вид.

Гибкие воздуховоды

Гибкие гофрированные воздуховоды изготавливаются из многослойной ламинированной алюминиевой фольги и полиэфирной пленки. Такие воздуховоды можно многократно изгибать благодаря заключенному в них спиральному проволочному стальному каркасу. Конструкция воздуховодов удобна для их транспортировки, так как они складываются в гармошку. Наружная поверхность гибкого изолированного воздуховода покрыта эластичным термоизоляционным материалом. В раскрытом состоянии

воздуховоды могут монтироваться с поворотами при радиусе изгиба, равном от 0,54 до 0,58 внешнего диаметра воздуховода.

Гибкие воздуховоды легки, достаточно термостойки и в случае пожара не выделяют токсичных веществ или газов. Они не нуждаются в применении специальных фасонных поворотов и поэтому имеют меньше соединений, что упрощает монтаж. Однако гибкие воздуховоды обладают высоким аэродинамическим сопротивлением, поэтому их обычно применяют в качестве присоединительных нелинейных патрубков небольшой длины.

Неметаллические воздуховоды

Неметаллические воздуховоды изготавливают из синтетических материалов (полиэтилен, стеклопластик, винипласт, стеклоткань и другое). Воздуховоды из полиэтиленовой пленки изготавливают сваркой двух полос и применяют в системах приточной вентиляции для подачи воздуха в помещение. При включении вентилятора рукав наполняется воздухом и принимает форму круглого воздуховода.

Воздуховоды из стеклоткани выполняются на металлическом каркасе и применяются в качестве гибких вставок для подсоединения вентилятора к воздуховоду, а также воздухораспределителей к магистралям. Основное достоинство − возможность их изгиба под любым углом и в любой плоскости.

Огнестойкие воздуховоды

В соответствии с требованиями [42] воздуховоды вентиляционных систем из негорючих материалов проектируются:

- для транзитных участков или коллекторов систем кондиционирования воздуха и воздушного отопления;

- для прокладки в пределах помещений вентиляционного оборудования, а также в технических этажах, чердаках и подвалах;

- для помещений и кладовых категорий А, Б и В.

Предел огнестойкости воздуховодов и коллекторов систем вентиляции, прокладываемых в пределах помещений для вентиляционного оборудования

и снаружи зданий, не нормируется, кроме транзитных воздуховодов и коллекторов, прокладываемых через помещения для вентиляционного оборудования.

Для обеспечения требуемой огнестойкости воздуховодов широко применяются минераловатные маты. Кроме этого применяют огнезащитные покрытия.

Эффективность применения огнезащитных покрытий обусловлена не только их теплофизическими свойствами, но и конструктивным исполнением, в частности, расположением и креплением материалов на защищаемых поверхностях (армированием). При этом огнезащитное покрытие рассматривается как элемент сборной конструкции воздуховода.

1.3. Принципы аэродинамического расчета вентиляционных систем

Аэродинамический расчет воздуховодов обычно сводится к определению размеров их поперечного сечения, а также потерь давления на отдельных участках и в системе в целом. Можно определять расходы воздуха при заданных размерах воздуховодов и известном перепаде давления в системе.

При движении воздуха по воздуховоду в любом поперечном сечении потока различают три вида давления: статическое, динамическое и полное.

Статическое давление, $P_{ст}$, определяет потенциальную энергию 1 м^3 воздуха в рассматриваемом сечении ($P_{ст}$ равно давлению на стенки воздуховода).

Динамическое давление, $P_д$, – это кинетическая энергия потока, отнесенная к 1 м^3 воздуха, определяется по формуле:

$$P_д = \frac{\rho \cdot \upsilon^2}{2}, \qquad (1.3)$$

где ρ − плотность воздуха, кг/м^3; υ − скорость движения воздуха в сечении, м/с.

Полное давление, $P_п$, Па, равно сумме статического и динамического давлений.

$$P_п = P_{ст} + P_д . \qquad (1.4)$$

Потери давления (полные) в системе вентиляции складываются из потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях.

Потери давления на трение, $\Delta P_{тр}$, Па, определяются по формуле Дарси:

$$\Delta P_{тр} = \lambda_{тр} \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \upsilon^2}{2} , \qquad (1.5)$$

где $\lambda_{тр}$ – коэффициент сопротивления трению.

При инженерных расчетах потери давления на трение $\Delta P_{тр}$, Па (кг/м^2), в воздуховоде длиной l, м, определяются по формуле:

$$\Delta P_{тр} = R \cdot l , \qquad (1.6)$$

где R – потери давления на 1 м длины воздуховода, Па/м.

Для определения R составлены таблицы и номограммы. Номограммы (рис. 3.2, рис. 3.3) построены для условий: форма сечения воздуховода – круг диаметром d, давление воздуха 98 кПа, температура 20ºС, шероховатость, r, равной 0,1 мм.

Для расчета воздуховодов и каналов прямоугольного сечения пользуются таблицами и номограммами для круглых воздуховодов, вводя при этом эквивалентный диаметр прямоугольного воздуховода, при котором потери давления на трение в круглом R и прямоугольном $R_{пр}$ воздуховодах равны.

В практике проектирования получил наибольшее распространение эквивалентный диаметр, d_υ, м, определяемый при равенстве скоростей υ и $\upsilon_{пр}$ по формуле:

$$d_\upsilon = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)} . \qquad (1.7)$$

Рис. 1.2. Номограмма для определения потерь давления на трение в круглых воздуховодах естественной вентиляции.

Рис. 1.3. Номограмма для определения потерь давления на трение в круглых воздуховодах механической вентиляции.

При расчете воздуховодов с шероховатостью стенок, отличающейся от предусмотренной в номограммах, дают поправку $\beta_ш$ к табличному значению удельных потерь давления на трение, $R_ш$, Па/м:

$$R_ш = R \cdot \beta_ш . \quad (1.8)$$

Потери давления в местном сопротивлении, $\Delta P_{м.с.}$, Па, определяются по формуле:

$$\Delta P_{м.с.} = \xi \cdot \frac{\rho \cdot \upsilon^2}{2} , \quad (1.9)$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления.

Коэффициент ζ относится к наибольшей скорости в суженном сечении участка или скорости в сечении участка с меньшим расходом.

Потери давления в местных сопротивлениях участка, z, Па, рассчитываются по формуле:

$$z = \Sigma\xi \cdot P_д , \quad (1.10)$$

где $\Sigma\xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке.

Общие потери давления на участке воздуховода, $\Delta P_{уч}$, Па, длиной l, м, при наличии местных сопротивлении определяется по формуле:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot \beta_ш \cdot l + z , \quad (1.11)$$

где $R \cdot \beta_ш$ – потери давления на 1 м длины воздуховода; z – потери давления в местных сопротивлениях участка.

Расчетное гравитационное давление, ΔP, Па, в системах естественной вентиляции определяют по формуле:

$$\Delta P = g \cdot h \cdot (\rho_н - \rho_в), \quad (1.12)$$

где h – вертикальное расстояние от центра вытяжной решетки на входе воздуха в расчетное ответвление до устья вытяжной шахты, м; $\rho_н$, $\rho_в$ – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3.

Расчетное давление в системах механической вентиляции, $\Delta P_{мех}$, Па, определяют по формуле:

$$\Delta P_{мех} = 1{,}1 \cdot \sum (R \cdot l \cdot \beta_м + z) + \Delta P_{об} , \quad (1.13)$$

где $\Sigma(R \cdot l \cdot \beta_м + z)$ – потери давления на трение и в местных сопротивлениях в наиболее протяженной ветви воздуховодов, Па; $\Delta P_{об}$ – потери давления в оборудовании, Па.

При расчете сети воздуховодов должен быть обеспечен запас давления в пределах от 5 до 10 % на непредвиденные сопротивления.

Увязку ответвлений с основным направлением проводят с учетом разницы располагаемого давления для отдельных ответвлений.

Для расчета систем вентиляции имеется программный комплекс *TEPLOOV* и модуль *WinVSV*, которые работают в системе *Windows*.

3.4. Требования к дымоходам и дымовым трубам печного и индивидуального отопления

Печи, как правило, размещаются у внутренних стен и перегородок, предусматривая использование их для размещения дымовых каналов.

Для каждой печи предусматривается отдельный дымоход или канал для отвода дымовых газов.

Сечение дымовых труб (каналов), мм, принимается в зависимости от тепловой мощности печи, но не менее, 140 × 140 при тепловой мощности печи до 3,5 кВт; 140 × 200 при тепловой мощности печи от 3,5 до 5,2 кВт; 140 × 270 при тепловой мощности печи от 5,2 до 7,0 кВт.

Дымовые каналы должны быть вертикальными. Допускается «увод» канала на расстоянии не более 1м и под углом не менее 30º к горизонту. Высоту дымовых труб по [42] рекомендуется принимать не менее 5 м от колосниковой решетки до устья трубы.

При расположении дымовой трубы от конька на расстоянии более 3 м высота трубы должна быть не ниже линии, проведенной от конька вниз под углом 10º к горизонту.

Устья дымовых труб защищаются от атмосферных осадков зонтами или дефлекторами.

Расстояние от наружных поверхностей кирпичных или бетонных дымовых труб до стропил, обрешоток необходимо предусматривать в свету не менее 130 мм.