



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

**ВОЗДУХОВОДЫ, ФАСОННЫЕ
ИЗДЕЛИЯ И ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ
ИЗ ПЛИТ PIR ДЛЯ СИСТЕМ
ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА**

ISBN 978-5-98267-098-4

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«Инженеры по отоплению, вентиляции,
кондиционированию воздуха, теплоснабжению
и строительной теплофизике» (НП «АВОК»)
www.abok.ru

Предисловие

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ творческим коллективом специалистов некоммерческого партнерства «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП «АВОК»):

М. М. Бродач, вице-президент НП «АВОК», канд. техн. наук (МАрХИ) – руководитель;
В. А. Балдин (ООО «ПирроГрупп»);
Д. Н. Бодров (ООО «ПирроГрупп»);
И. В. Данилов (ООО «ПирроГрупп»);
А. Г. Жучков (НП «АВОК»);
Д. В. Капко (НП «АВОК»);
С. В. Кузнецов (ООО «ПирроГрупп»);
Ю. В. Миллер, канд. техн. наук (НП «АВОК»).

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ 15 июня 2017 г.

3 ВВОДЯТСЯ ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Общие положения.....	2
5 Требования к плитам PIR и их характеристики	3
6 Конструктивные особенности воздуховодов и фасонных изделий из плит PIR.....	3
7 Особенности монтажа	3
8 Методики расчета температуры наружной поверхности воздуховода, аэродинамического и акустического расчетов системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR	4
8.1 Методика расчета температуры наружной поверхности воздуховода системы вентиляции из плит PIR.....	4
8.2 Методика аэродинамического расчета системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR.....	5
8.3 Методика акустического расчета системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR	8
Приложение А (справочное) Сертификаты на продукцию фирмы PirroGroup	13
Приложение Б (справочное) Пример расчета температуры наружной поверхности воздуховода из плит PIR	14
Приложение В (справочное) Пример акустического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR	15
Приложение Г (рекомендуемое) Физико-механические и теплофизические показатели плит PIR марки PirroVentiDuct.....	19
Приложение Д (справочное) Подготовка и поставка плит PIR марки PirroVentiDuct.....	20
Приложение Е (справочное) Пример аэродинамического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR	21
Приложение Ж (справочное) Изготовление и сборка воздуховодов из плит PIR на примере плиты марки PirroVentiDuct	23
Библиография	24

© ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2017

Настоящий документ является интеллектуальной собственностью ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС» и не может быть полностью или частично воспроизведен без официального разрешения ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС».

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

ВОЗДУХОВОДЫ И ФАСОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПЛИТ PIR ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

AIR DUCTS AND FITTINGS MADE OF RIGID POLYISOCYANURATE (PIR) INSULATION BOARDS FOR AIR DUCT SYSTEMS

Дата введения – 2017-06-15

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации распространяются на проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR для вновь строящихся и реконструируемых зданий.

1.2 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR допустимо применять на объектах следующих типов:

- жилые здания и гостиничные комплексы;
- производственные здания пищевой и фармацевтической промышленности (для помещений с требуемыми классами чистоты воздуха 1 ИСО–9 ИСО в соответствии с ГОСТ Р 56638–2015);
- производственные здания и помещения с уровнем относительной влажности воздуха более 75 %;
- здания дата-центров, в том числе чистые зоны и чистые помещения;
- строительные объекты с ограничением нагрузки на несущие конструкции.

Примечание – В настоящих рекомендациях в качестве примера рассматриваются системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR марки PirroVentiDuct производства фирмы PirroGroup (приложение А, Г, Д, Ж).

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р ЕН 13779–2007 Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования

ГОСТ Р 56638–2015 Чистые помещения. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Общие требования

СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности
СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция 23-03–2003

СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 31-06–2009

СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования

Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)

ГН 2.1.6.1338–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **PIR:** Пенополиизоцианурат, полимерный материал класса пенополиуретанов, имеющий жесткую структуру из замкнутых ячеек, заполненных газом с низкой теплопроводностью.

3.2 **абсолютная эквивалентная шероховатость:** Абсолютная равномерная шероховатость, которая вызывает такие же гидравлические потери, как и шероховатость на реальной стенке трубы.

3.3 **воздуховод:** Прямолинейное изделие с неизменяемой по длине формой поперечного сечения, предназначенное для перемещения воздуха или смеси воздуха.

3.4 звуковая мощность, Вт: Количество энергии, излучаемой источником шума в единицу времени [СП 51.13330.2011, приложение А].

3.5 местное сопротивление: Участок системы вентиляции, на котором поток воздуха претерпевает деформацию вследствие изменения размеров сети вентиляции или формы сечения, либо направления движения.

3.6 плита PIR: Конструкционный композитный материал для изготовления воздуховодов прямоугольного сечения, воздухораспределителей и фасонных изделий, обладающий высокой теплоизолирующей способностью.

Примечание – Плита PIR состоит из сердечника PIR и облицовочных слоев (как правило, из алюминиевой фольги), совместимость которых с PIR обусловлена адгезивными свойствами полиуретана при вспенивании.

Плиты PIR являются химически инертным, нерастворимым и неразлагаемым материалом.

3.7 уровень звука, дБА: Энергетическая сумма октавных уровней звукового давления в нормируемом диапазоне частот, откорректированных по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187 [СП 51.13330.2011, приложение А].

3.8 уровень звукового давления, дБ: Величина, равная десяти десятичным логарифмам квадрата отношения среднеквадратичного звукового давления, измеренного при стандартных временной и частотной характеристиках измерительной системы, к опорному звуковому давлению [ГОСТ Р 53187–2008, пункт 3.2.1].

3.9 уровень шума, дБ: Уровень звукового давления в точке, расположенной на определенном расстоянии от арматуры при заданных параметрах эксплуатации [ГОСТ 24856–2014, пункт 6.1.40].

3.10 фасонное изделие: Профильные детали, применяемые в отопительных, вентиляционных и кондиционерных системах для создания разветвлений, переходов, изгибов при установке и монтаже трубопроводов и воздуховодов. [СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01–85, пункт А.42].

4 Общие положения

4.1 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR рекомендуется использовать в зданиях и помещениях с ограничением нагрузки на несущие строительные конструкции (таблица 1).

4.2 В жилых и общественных зданиях должны применяться воздуховоды и фасонные изделия из плит PIR, соответствующие группе горючести Г1 (приложение А).

4.3 Воздуховоды из плит PIR, соответствующие группе горючести Г1, согласно 6.15 СП 7.13130, допускается применять в пределах обслуживаемых помещений, кроме воздуховодов, указанных в 7.11.5. СП 60.13330:

а) для систем местных отсосов взрыво- и пожароопасных смесей, аварийной вентиляции и транспортирующих воздух с температурой 80 °С и выше;

б) для участков воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости;

в) для транзитных участков или коллекторов систем вентиляции жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий;

г) для участков воздуховодов в пределах помещений для вентиляционного оборудования, а также в технических этажах, чердаках, подвалах и подпольях.

4.4 Воздуховоды из плит PIR допускается применять в качестве транзитных воздуховодов и коллекторов систем любого назначения в пределах одного пожарного отсека, кроме систем противодымной вентиляции, при условии прокладки каждого воздуховода в отдельной шахте, кожухе или гильзе из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 30, согласно 6.18 СП 7.13130.

4.5 Воздуховоды из плит PIR допускается использовать снаружи зданий, где разрешено применять воздуховоды класса горючести Г1 в соответствии с СП 7.13130.

4.6 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха с воздуховодами и фасонными изделиями

Таблица 1 – Вес воздуховода из плиты PIR в сравнении с аналогичными показателями для стальных воздуховодов

В килограммах

Вес	Плита PIR толщиной, мм		Лист стальной оцинкован- ный толщиной, мм	
	20	30	0,5	0,7
Вес 1 м ² материала	1,03	1,41	3,93	5,5
Вес секции воздуховода длиной 1200 мм	2,8	3,4	9,4	13,2

Примечания:

1 Сечение воздуховода для сравнения веса секций принято 500х500 мм.

2 Плотность плиты PIR составляет 38 ± 2 кг/м³, вес облицовок из алюминиевой фольги составляет 0,27кг/м².

3 Плотность стали принята 7850 кг/м³.

из плит PIR должны соответствовать требованиям Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

4.7 Воздуховоды и фасонные изделия из плит PIR имеют срок службы не менее 30 лет. Стабильность геометрических размеров сохраняется на протяжении всего срока службы (приложение А).

5 Требования к плитам PIR и их характеристики

5.1 Плиты PIR для изготовления воздуховодов и фасонных изделий должны иметь следующие физические показатели:

- плотность плиты PIR – не менее 36 кг/м³;
- прочность плиты PIR на сжатие при 10% деформации – не менее 150 кПа;
- водопоглощение плиты PIR по объему при полном погружении за 24 часа – не более 1,2%;
- теплопроводность плиты PIR – не выше 0,026 Вт/(м·°С).

5.2 Толщина облицовок из фольги в плитах PIR должна составлять не менее 50 мкм.

5.3 Термоизоляционная плита PIR должна иметь толщину 20 или 30 мм.

5.4 Теплотехнические показатели плит PIR обеспечивают снижение вероятности образования конденсата и поддержание стабильных значений влажности и температуры воздуха в системе вентиляции и кондиционирования воздуха (приложение Б).

5.5 Термоизоляционные плиты PIR значительно влияют на скорость линейного затухания звуковых волн при низких частотах, снижая к минимуму эффект реверберации и устраняя вибрацию (приложение В).

5.6 Физико-механические и теплофизические характеристики плит PIR указаны в приложении Г, габаритные размеры – в приложении Д (на примере плит PIR марки PirroVentiDuct).

6 Конструктивные особенности воздуховодов и фасонных изделий из плит PIR

6.1 Размеры поперечного сечения воздуховодов и фасонных изделий определяются по внутренним размерам изделия. Минимальный размер стороны составляет 100 мм. Максимальная длина воздуховода составляет 3000 мм, минимальная длина – 100 мм.

6.2 Для стыковки воздуховодов из плит PIR с элементами стальных воздуховодов и оборудования следует использовать переходной фланец с применением шинорейки (запатентованное соединение), обеспечивающий прочное и герметичное соединение.

6.3 В зависимости от принятого конструктивного исполнения воздуховоды из плит PIR могут иметь класс плотности Н, а также класс плотности П, что соответствует требованиям к воздуховодам в чистых помещениях и гигиеническим характеристикам микроклимата (приложение А).

6.4 Воздуховоды и фасонные изделия из плит PIR допустимо использовать в чистых помещениях, так как они произведены из пенополиизоцианурата, алюминиевой фольги, клея и акрилового бактерицидного герметика, которые не являются источником развития микроорганизмов.

6.5 Особенностью сборки воздуховодов и фасонных изделий из плит PIR является возможность их изготовления без применения тяжелого заводского оборудования (с помощью ручного инструмента).

6.6 Воздуховоды и фасонные изделия из плит PIR собирают в готовые объемные изделия непосредственно на объекте строительства или приобъектном сборочном участке.

Примечание – Как следствие, повышается коэффициент использования полезного объема кузова транспортного средства, а также уменьшается площадь приобъектного склада.

6.7 Воздуховоды из плит PIR возможно подрезать по длине ручным режущим инструментом, вследствие чего их удобно применять:

- на объектах со сложными условиями монтажа, отсутствием или невозможностью проведения исполнительной съёмки проемов;
- на объектах, где затруднена доукомплектация готовыми заводскими компонентами.

6.8 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR рекомендуется использовать на строительных объектах со сжатыми сроками монтажа. Этому способствует:

- отсутствие процесса монтажа отдельного слоя теплоизоляции;
- отсутствие болтовых соединений;
- уменьшение количества подвесов в конструкции.

6.9 Воздуховоды и фасонные изделия из плит PIR ремонтпригодны. Конструктивное исполнение стыков воздуховодов упрощает замену секций и обслуживание внутренних поверхностей (при необходимости), а также возможную модернизацию системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

7 Особенности монтажа

7.1 При монтаже воздуховодов к перекрытиям и стенам следует использовать монтажные траверсы и другие поддерживающие профили и узлы крепления подвески, оцинкованные шпильки с полной резьбой и резьбовые втулки, перфорированную стальную оцинкованную ленту.

7.2 Для воздуховодов сечением стороны менее 600 мм возможно применение L-образных зубчатых

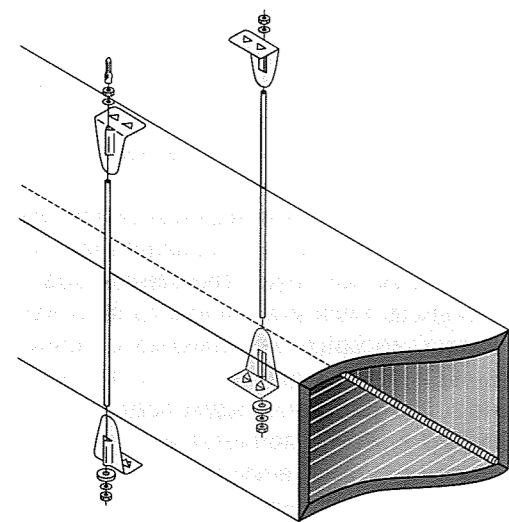


Рисунок 1 – Крепление воздуховода с помощью L-образных кронштейнов

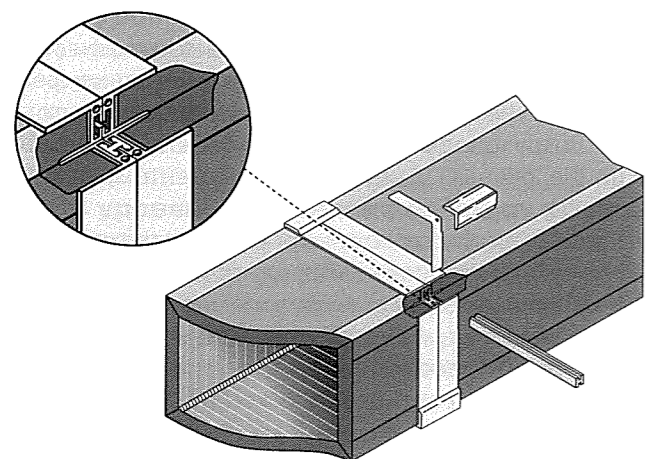


Рисунок 2 – Скрытый фланец с замковым профилем

кронштейнов, которые фиксируют положение воздуховода и придают конструкции дополнительную жесткость. Кронштейн имеет проходное отверстие под шпильку (рисунок 1).

7.3 Основным способом соединения секций воздуховодов и фасонных изделий является использование скрытого фланца с замковым профилем (рисунок 2).

7.4 Расстояние между точками подвесов (шаг крепления; рисунок 3) зависит от ширины воздуховода (таблица 2).

7.5 Монтаж воздуховодов и фасонных изделий из плит PIR возможно выполнять вплотную к перекрытиям

Таблица 2 – Зависимость шага крепления от ширины воздуховода

В миллиметрах	
Ширина воздуховода	Шаг креплений
Менее 1000	3000
Более 1000	2000

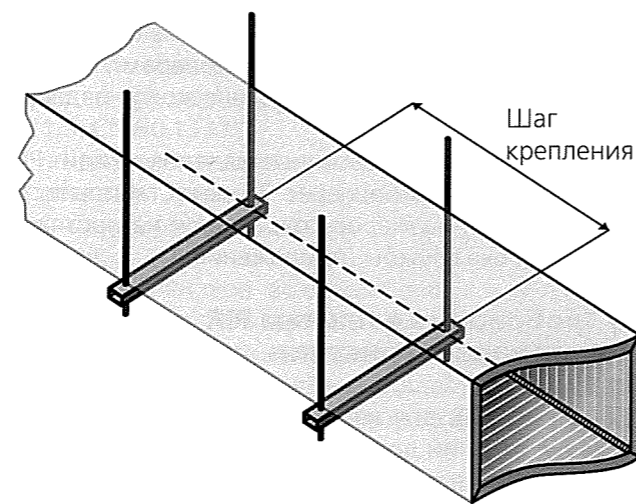
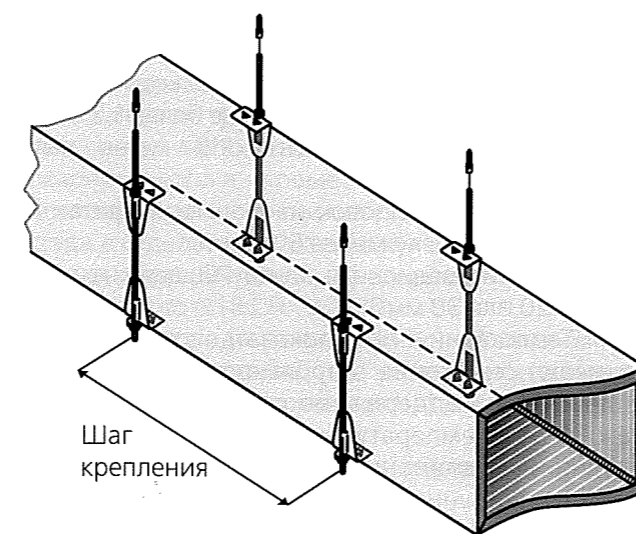


Рисунок 3 – Шаг крепления воздуховодов



и стенам, без технологических зазоров, что обусловлено отсутствием необходимости в устройстве отдельного слоя теплоизоляции и его последующем обслуживании (рисунок 4).

8 Методики расчета температуры наружной поверхности воздуховода, аэродинамического и акустического расчетов системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR

8.1 Методика расчета температуры наружной поверхности воздуховода системы вентиляции из плит PIR

8.1.1 Расчет температуры наружной поверхности воздуховода $t_{нн}$, °С, выполняют по формуле

$$t_{нн} = \frac{1}{\alpha_n} \left(\frac{t_a - t_n}{R_o} \right) + t_n, \quad (1)$$

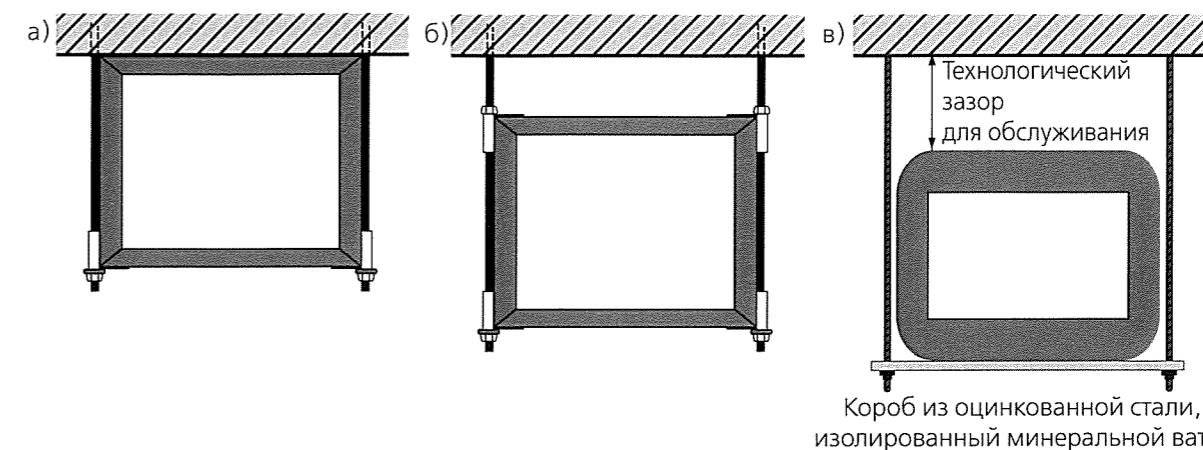


Рисунок 4 – Монтаж воздуховодов: а – вплотную к несущей поверхности; б – с отступом по проекту; в – с отступом на последующую изоляцию по периметру

где R_o – сопротивление теплопередаче воздуховода, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$; определяют по 8.1.2;

t_b – температура воздуха внутри воздуховода, °С;

t_n – температура воздуха снаружи воздуховода, °С;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности теплоизоляционного слоя, $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

8.1.2 Сопротивление теплопередаче воздуховода R_o , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, рассчитывают по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_k}, \quad (2)$$

где α_n – то же, что в формуле (1);

δ – толщина теплоизоляционного слоя воздуховода, м;

λ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя воздуховода;

α_k – коэффициент конвективного теплообмена внутренней поверхности воздуховода, $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

8.1.3 Пример расчета температуры наружной поверхности воздуховода из плит PIR приведен в приложении Б.

8.2 Методика аэродинамического расчета системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR

8.2.1 Для аэродинамического расчета необходимы следующие исходные данные: геометрические параметры и расход воздуха на каждом участке системы вентиляции.

Примечание – Коэффициенты, учитывающие наличие усилительных штанг в сечении воздуховода, вводить в расчет не требуется, так как их наличие не оказывает влияния на расчетные показатели.

8.2.2 Потери давления воздуха на трение $\Delta p_{тр}$, Па, в воздуховоде с произвольной формой поперечного сечения определяют по формуле

$$\Delta p_{тр} = \lambda_{тр} \frac{L \Pi}{4f} \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3)$$

где $\lambda_{тр}$ – коэффициент трения; определяют по формуле (4);

L – длина воздуховода, м;

Π – периметр воздуховода, м;

f – площадь поперечного сечения воздуховода, m^2 ;

ρ – плотность воздуха, перемещаемого по воздуховоду, kg / m^3 ;

v – скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с.

Коэффициент трения $\lambda_{тр}$ рассчитывают по формуле

$$\lambda_{тр} = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{K}{d} \right)^{0,25}, \quad (4)$$

где Re – число Рейнольдса для воздуха в воздуховоде; определяют по формуле (6);

K – абсолютная эквивалентная шероховатость воздуховода из термоизоляционных плит, мм; принимают равной 0,12 мм;

d – эквивалентный диаметр воздуховода, м; определяют по формуле

$$d_{эkv} = \frac{2ab}{a+b}, \quad (5)$$

где a и b – размеры внутренних сторон воздуховода, м. Число Рейнольдса Re для воздуха в воздуховодах определяют по формуле

$$Re = 66400dv, \quad (6)$$

где d – то же, что в формуле (4);

v – то же, что в формуле (3).

8.2.3 Общие потери давления на расчетном участке системы вентиляции $\Delta p_{yч}$, Па, определяют по формуле

$$\Delta p_{yч} = R_{тр} L K_1 + z, \quad (7)$$

где $R_{тр}$ – удельные потери давления воздуха на трение, Па/м; для воздуховодов из плит PIR показатели приведены в таблице 3 в зависимости от размера воздуховода, мм, и скорости движе-

Таблица 3 – Удельные потери давления на трение $R_{тр}$ для воздуховодов из плит PIR в зависимости от размера воздуховода и скорости движения воздуха в нем

В паскалях на метр

Скорость движения воздуха v , м/с	Эквивалентный диаметр воздуховода d , мм																											
	80	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
0,5	0,084	0,063	0,056	0,048	0,042	0,035	0,030	0,027	0,023	0,020	0,017	0,015	0,013	0,011	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001
0,6	0,115	0,087	0,078	0,066	0,057	0,049	0,042	0,037	0,032	0,028	0,024	0,021	0,018	0,015	0,013	0,012	0,010	0,009	0,008	0,006	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002
0,7	0,152	0,115	0,102	0,087	0,075	0,064	0,055	0,048	0,042	0,036	0,032	0,027	0,024	0,020	0,018	0,015	0,013	0,011	0,010	0,009	0,007	0,006	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
0,8	0,192	0,145	0,129	0,110	0,095	0,081	0,070	0,061	0,053	0,046	0,040	0,035	0,030	0,026	0,022	0,019	0,017	0,015	0,013	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003
0,9	0,237	0,179	0,159	0,135	0,118	0,099	0,086	0,075	0,065	0,057	0,049	0,043	0,037	0,032	0,027	0,024	0,021	0,018	0,015	0,013	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004
1,0	0,285	0,216	0,192	0,163	0,142	0,120	0,104	0,091	0,078	0,069	0,060	0,051	0,044	0,038	0,033	0,029	0,025	0,022	0,019	0,016	0,014	0,012	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005
1,2	0,395	0,299	0,265	0,226	0,196	0,166	0,143	0,126	0,108	0,095	0,082	0,071	0,061	0,053	0,046	0,040	0,035	0,030	0,026	0,022	0,019	0,017	0,015	0,013	0,011	0,009	0,008	0,007
1,4	0,519	0,393	0,349	0,297	0,258	0,218	0,188	0,165	0,143	0,125	0,108	0,094	0,081	0,069	0,060	0,053	0,046	0,039	0,034	0,029	0,025	0,022	0,019	0,017	0,015	0,012	0,011	0,009
1,6	0,659	0,499	0,443	0,377	0,328	0,277	0,239	0,210	0,181	0,159	0,138	0,119	0,102	0,088	0,076	0,067	0,058	0,050	0,043	0,037	0,032	0,028	0,024	0,021	0,018	0,016	0,013	0,012
1,8	0,814	0,616	0,547	0,466	0,405	0,342	0,295	0,259	0,224	0,196	0,170	0,147	0,126	0,109	0,094	0,082	0,072	0,062	0,053	0,046	0,040	0,035	0,030	0,026	0,023	0,019	0,017	0,015
2,0	0,984	0,744	0,661	0,563	0,489	0,414	0,357	0,313	0,270	0,237	0,206	0,177	0,153	0,132	0,114	0,100	0,086	0,075	0,064	0,055	0,048	0,042	0,036	0,032	0,027	0,023	0,020	0,018
2,5	1,471	1,113	0,988	0,842	0,731	0,618	0,534	0,468	0,404	0,354	0,307	0,265	0,228	0,197	0,170	0,149	0,129	0,111	0,096	0,083	0,071	0,063	0,054	0,047	0,041	0,035	0,030	0,026
3,0	2,046	1,548	1,374	1,171	1,017	0,860	0,743	0,651	0,562	0,492	0,427	0,369	0,318	0,274	0,236	0,207	0,180	0,155	0,134	0,115	0,099	0,087	0,076	0,066	0,057	0,048	0,042	0,037
3,5	2,708	2,049	1,819	1,550	1,346	1,139	0,983	0,862	0,744	0,652	0,566	0,488	0,421	0,362	0,313	0,274	0,238	0,205	0,177	0,152	0,131	0,115	0,100	0,087	0,076	0,064	0,055	0,048
4,0	3,456	2,615	2,321	1,978	1,717	1,453	1,254	1,099	0,949	0,832	0,722	0,623	0,537	0,462	0,399	0,350	0,304	0,262	0,226	0,194	0,168	0,147	0,128	0,111	0,097	0,082	0,071	0,062
4,5	4,289	3,245	2,881	2,455	2,131	1,803	1,556	1,364	1,178	1,032	0,896	0,773	0,666	0,574	0,495	0,434	0,377	0,325	0,280	0,241	0,208	0,182	0,158	0,138	0,120	0,101	0,088	0,077
5,0	5,206	3,939	3,497	2,980	2,587	2,189	1,889	1,656	1,429	1,253	1,088	0,939	0,808	0,696	0,601	0,527	0,457	0,395	0,340	0,293	0,253	0,222	0,192	0,168	0,145	0,123	0,106	0,093
5,5	6,207	4,696	4,169	3,553	3,084	2,610	2,253	1,975	1,704	1,494	1,297	1,119	0,964	0,830	0,717	0,628	0,545	0,471	0,405	0,349	0,301	0,264	0,229	0,200	0,173	0,147	0,127	0,111
6,0	7,292	5,517	4,897	4,174	3,623	3,066	2,646	2,320	2,002	1,755	1,523	1,315	1,132	0,975	0,842	0,738	0,640	0,553	0,476	0,410	0,354	0,310	0,269	0,235	0,204	0,172	0,149	0,130
6,5	8,460	6,400	5,682	4,843	4,203	3,557	3,070	2,691	2,323	2,036	1,767	1,525	1,313	1,131	0,977	0,856	0,743	0,641	0,552	0,476	0,411	0,360	0,312	0,272	0,236	0,200	0,173	0,151
7,0	9,710	7,347	6,521	5,558	4,824	4,083	3,524	3,089	2,666	2,337	2,028	1,751	1,508	1,299	1,121	0,983	0,853	0,736	0,634	0,546	0,471	0,413	0,359	0,313	0,271	0,230	0,198	0,174
7,5	11,043	8,355	7,417	6,322	5,487	4,643	4,007	3,513	3,032	2,658	2,307	1,991	1,715	1,477	1,275	1,117	0,970	0,837	0,721	0,621	0,536	0,470	0,408	0,355	0,309	0,261	0,225	0,198
8,0	12,459	9,426	8,368	7,132	6,190	5,238	4,521	3,963	3,421	2,999	2,603	2,246	1,934	1,666	1,438	1,261	1,094	0,944	0,813	0,701	0,605	0,530	0,460	0,401	0,348	0,295	0,254	0,223
8,5	13,957	10,560	9,374	7,989	6,934	5,868	5,065	4,440	3,832	3,359	2,915	2,516	2,167	1,867	1,611	1,412	1,226	1,058	0,911	0,785	0,677	0,594	0,515	0,449	0,390	0,330	0,285	0,250
9,0	15,537	11,755	10,435	8,894	7,719	6,533	5,638	4,943	4,266	3,739	3,246	2,801	2,412	2,078	1,794	1,572	1,365	1,178	1,014	0,874	0,754	0,661	0,574	0,500	0,434	0,367	0,317	0,278
10,0	18,944	14,333	12,723	10,844	9,412	7,965	6,875	6,026	5,201	4,559	3,957	3,415	2,941	2,534	2,187	1,917	1,664	1,436	1,237	1,065	0,919	0,806	0,700	0,610	0,529	0,448	0,387	0,339

ния воздуха в нем v , м/с; определяют по формуле (8);
 L – то же, что в формуле (3);
 K_1 – поправочный коэффициент на температуру перемещаемого воздуха; определяют по таблице 4;
 z – потери давления на расчетном участке в местных сопротивлениях, Па; определяют по формуле (9).
 Удельные потери давления воздуха на трение $R_{тр}$, Па/м, рассчитывают по формуле

$$R_{тр} = \frac{\lambda_{тр}}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (8)$$

где $\lambda_{тр}$, ρ , v – то же, что в формуле (3);
 d – то же, что в формуле (4).

Потери давления воздуха на расчетном участке в местных сопротивлениях z , Па, рассчитывают по формуле

$$z = \sum \xi \frac{\rho v^2}{2} K_2, \quad (9)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке;

ρ , v – то же, что в формуле (3);

K_2 – поправочный коэффициент на температуру перемещаемого воздуха; определяют по таблице 4.

8.2.4 Расчет потерь давления в местных сопротивлениях вблизи входа и выхода радиальных вентиляторов вычисляют в соответствии с п. 22.4 [1].

8.2.5 Значения коэффициентов местных сопротивлений на входе в горизонтальный коллектор, барабанный коллектор и горизонтальный сборник принимают равными соответственно 1;

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты K_1 и K_2 на потери давления, учитывающие температуру перемещаемого воздуха

Температура воздуха, °C	Значение поправочных коэффициентов	
	K_1	K_2
-30	1,15	1,20
-20	1,12	1,16
-10	1,09	1,11
0	1,05	1,07
10	1,02	1,03
20	1,00	1,00
30	0,98	0,97
40	0,95	0,94
50	0,93	0,91
60	0,91	0,88
70	0,89	0,86

0,8; 0,8; на выходе из горизонтального коллектора, барабанного коллектора, горизонтального сборника – равными 0,5.

8.2.6 Общие потери давления на расчетном участке системы вентиляции $\Delta P_{уч}$, Па, рассчитывают по формуле

$$\Delta P_{уч} = \Delta P_{тр} + z, \quad (10)$$

где $\Delta P_{тр}$ – потери давления на трение, Па; определяют по 8.2.2;

z – то же, что в формуле (7).

8.2.7 Общие потери давления в системе вентиляции $\Delta P_{возд}$, Па, рассчитывают по формуле

$$\Delta P_{возд} = \sum_{i=1}^n \Delta P_{уч,i}, \quad (11)$$

где n – количество расчетных участков системы вентиляции;

$\Delta P_{уч,i}$ – падение давления на i -м участке системы вентиляции, Па.

8.2.8 Потери давления в оборудовании системы вентиляции (фильтрах, нагревателях, охладителях, шумоглушителях) $\Delta P_{обор}$, Па, определяют по данным заводов-изготовителей.

8.2.9 Суммарное значение потерь давления в системе вентиляции $\Delta P_{сеть}$, Па, рассчитывают по формуле

$$\Delta P_{сеть} = \Delta P_{возд} + \Delta P_{обор}, \quad (12)$$

где $\Delta P_{возд}$ – общие потери давления в системе вентиляции, Па; определяют по 8.2.7;

$\Delta P_{обор}$ – потери давления в оборудовании системы вентиляции (фильтрах, нагревателях, охладителях, шумоглушителях), Па; определяют по 8.2.8.

8.2.10 По суммарному значению потерь давления в системе вентиляции $\Delta P_{сеть}$, Па, и расчетному расходу воздуха $L_{вент}$, м³/ч, подбирают вентилятор.

8.2.11 Пример аэродинамического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR приведен в приложении Е.

8.3 Методика акустического расчета системы вентиляции с воздуховодами из плит PIR

8.3.1 Для акустического расчета необходимы следующие исходные данные:

- уровень звукового давления, генерируемого в сеть воздуховодов вентилятором вентиляционной установки $L_{вент}$, дБ; определяют по данным завода-изготовителя;

- нормируемый уровень шума в расчетном помещении $L_{вном}$, дБ; определяют по данным таблицы 1 СП 51.13330;

Примечание – В качестве расчетного принимают помещение, ветвь системы вентиляции до которого от вентиляционной установки является наиболее короткой, и помещение с наименьшим допустимым уровнем шума (в случае если вентиляционная уста-

новка обслуживает помещения с разным нормируемым уровнем шума).

- геометрические параметры и расход воздуха на каждом участке системы вентиляции.

8.3.2 Акустический расчет выполняют для каждой из восьми октавных полос слышимого диапазона со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

8.3.3 Снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздуховодов $\Delta L_{в.уч}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$\Delta L_{в.уч} = \Delta L_{в.уд}^{пр.уч} / l, \quad (13)$$

где $\Delta L_{в.уд}^{пр.уч}$ – удельное снижение уровня звукового давления в прямых участках воздуховодов, дБ/м; для воздуховодов из плит PIR определяют по таблице 5;

l – длина прямых участков воздуховода, м.

8.3.4 Снижение уровня звукового давления на поворотах воздуховодов $\Delta L_{в.пов}$, дБ, определяют по таблицам 6–8 в зависимости от типа поворота. При угле поворота воздуховодов меньше или равном 45° снижение уровня звукового давления не учитывают.

8.3.5 Снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздуховода $\Delta L_{в.сеч}$, дБ, рассчитывают по формуле (14) при размерах поперечного сечения воздуховода, мм, меньше указанных в таблице 9; по формулам (15), (16) при размерах поперечного сечения воздуховода, мм, больше указанных в таблице 9:

$$\Delta L_{в.сеч} = 10 \lg \frac{(F_1/F_2 + 1)^2}{4F_1/F_2}, \quad (14)$$

$$\Delta L_{в.сеч} = 10 \lg(F_1/F_2) \text{ при } F_1/F_2 > 1 \quad (15)$$

$$\Delta L_{в.сеч} = 0 \text{ при } F_1/F_2 < 1 \quad (16)$$

где F_1 и F_2 – площади поперечного сечения воздуховода соответственно до и после изменения сечения, м².

8.3.6 Снижение уровня звукового давления в разветвлении воздуховода $\Delta L_{в.разв}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$\Delta L_{в.разв} = 10 \lg \left[\frac{\sum F_{отв,i} \cdot (F / \sum F_{отв,i} + 1)^2}{F_{отв,i} \cdot 4F / \sum F_{отв,i}} \right], \quad (17)$$

где $\sum F_{отв,i}$ – суммарная площадь поперечных сечений воздуховодов всех ответвлений, м²;

$F_{отв,i}$ – площадь поперечного сечения воздуховода отдельного ответвления, м²;

F – площадь поперечного сечения воздуховода перед разветвлением, м².

8.3.7 Если воздуховод отдельного ответвления в разветвлении повернут на 90°, то к величине $\Delta L_{в.разв}$, дБ, полученной по формуле (17), добавляют величины $\Delta L_{в.пов}$, дБ, определяемые по таблицам 6–8.

Таблица 5 – Значения снижения уровня звукового давления с разбивкой по среднегеометрическим частотам октавной полосы для прямых участков воздуховодов из плит PIR прямоугольного сечения

В децибелах на метр

Эквивалентный диаметр воздуховода, мм	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
От 75 до 200	3,12	5,83	12,49	15,04	17,73	19,12	20,54	21,14
От 210 до 400	2,43	3,82	7,70	9,19	10,76	11,57	12,40	13,32
От 410 до 800	1,20	3,17	6,17	7,32	8,53	9,15	9,80	10,35
От 810 до 1600	0,60	2,09	3,59	4,16	4,76	5,08	5,40	6,06

Таблица 6 – Значения снижения уровня звукового давления в колене с острыми кромками

В децибелах

	Ширина воздуховода a , м	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
От 0,15 до 0,30		0	0	1	4	6	6	4	3
От 0,31 до 0,60		0	0	4	6	6	4	3	3
От 0,61 до 1,20		1	3	7	6	4	3	3	3

Таблица 7 – Значения снижения уровня звукового давления в колене с направляющими лопатками
В децибелах

Ширина воздуховода <i>a</i> , м	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
От 0,15 до 0,30	0	0	0	2	3	4	3	3
От 0,31 до 0,60	0	0	2	3	4	3	3	3
От 0,61 до 1,20	0	1	4	4	3	3	3	3

Таблица 8 – Значения снижения уровня звукового давления в колене с круглым соединением
В децибелах

Ширина воздуховода <i>a</i> , м	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
От 0,15 до 0,30	0	0	0	0	1	2	3	3
От 0,31 до 0,60	0	0	0	1	2	4	3	3
От 0,61 до 1,20	0	0	1	2	3	3	3	3

Таблица 9 – Среднегеометрическая частота октавной полосы в зависимости от поперечного сечения воздуховода

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Размеры поперечного сечения воздуховода, мм	5000	2500	1400	700	400	200	100	50

8.3.8 Снижение уровня звукового давления в результате отражения от открытого конца воздуховода или решетки $\Delta L_{w}^{реш}$, дБ, определяют по данным завода-изготовителя или по таблице 10.

8.3.9 Суммарное снижение звукового давления на расчетном участке системы вентиляции $\Delta L_{w}^{сеть}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$\Delta L_{w}^{сеть} = \Delta L_{w}^{пр.уч} + \Delta L_{w}^{пов} + \Delta L_{w}^{сеч} + \Delta L_{w}^{разв} + \Delta L_{w}^{реш}, \quad (18)$$

где $\Delta L_{w}^{пр.уч}$ – снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздуховодов, дБ; определяют по 8.3.3;

$\Delta L_{w}^{пов}$ – снижение уровня звукового давления на поворотах воздуховодов, дБ; определяют по 8.3.4;

$\Delta L_{w}^{сеч}$ – снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздуховода, дБ; определяют по 8.3.5;

$\Delta L_{w}^{разв}$ – снижение уровня звукового давления в разветвлении воздуховода, дБ; определяют по 8.3.6;

$\Delta L_{w}^{реш}$ – снижение уровня звукового давления в результате отражения от открытого конца воздуховода или решетки, дБ; определяют по 8.3.8.

8.3.10 Значение требуемого снижения звукового давления $\Delta L_{w}^{снж}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$\Delta L_{w}^{снж} = L_{w}^{вент} - L_{w}^{ном} + 5 - \Delta L_{w}^{сеть}, \quad (19)$$

где $L_{w}^{вент}$ – уровень звукового давления, генерируемый в сеть воздуховодов вентилятором вентиляционной установки, дБ; определяют по 8.3.1;

$L_{w}^{ном}$ – нормируемый уровень шума в расчетном помещении, дБ; определяют по 8.3.1;

$\Delta L_{w}^{сеть}$ – суммарное снижение звукового давления на расчетном участке системы вентиляции, дБ; определяют по 8.3.9.

8.3.11 Если $\Delta L_{w}^{снж} \leq 0$, то установка шумоглушителя в системе вентиляции не требуется. Если $\Delta L_{w}^{снж} > 0$, то необходимо подобрать шумоглушитель таким образом, чтобы для каждой среднегеометрической частоты октавной полосы $\Delta L_{w}^{шгл} \geq \Delta L_{w}^{снж}$, где $\Delta L_{w}^{шгл}$ – шумоподавление шумоглушителя, дБ; принимают по данным завода-изготовителя.

Примечание – Данный расчет не учитывает распространение шума в помещении.

8.3.12 В системе вентиляции наблюдается также генерация шума, в том числе непосредственно в воздуховодах (поворотах, ответвлениях, переходах и т.п.) и в конечных элементах системы вентиляции (шиберы, диффузоры и т.п.).

Таблица 10 – Снижение уровня звукового давления в результате отражения от открытого конца воздуховода или решетки

Корень квадратный из площади поперечного сечения конца прямоугольного воздуховода или решетки, мм	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
25	24	22	19	15	10	6	2	0
50	22	19	15	10	5	2	0	0
80	20	16	11	7	3	0	0	0
100	19	14	10	5	2	0	0	0
125	18	13	8	4	1	0	0	0
140	16	12	8	4	1	0	0	0
160	16	11	7	3	0	0	0	0
180	15	11	6	2	0	0	0	0
200	14	10	6	2	0	0	0	0
225	14	9	5	1	0	0	0	0
250	13	8	4	1	0	0	0	0
280	12	8	3	1	0	0	0	0
315	11	7	3	0	0	0	0	0
355	11	6	2	0	0	0	0	0
400	10	5	2	0	0	0	0	0
450	8	5	1	0	0	0	0	0
500	8	4	1	0	0	0	0	0
560	8	3	1	0	0	0	0	0
600	7	3	1	0	0	0	0	0
710	6	2	0	0	0	0	0	0
800	5	2	0	0	0	0	0	0
900	5	2	0	0	0	0	0	0
1000	4	1	0	0	0	0	0	0
1250	3	0	0	0	0	0	0	0
1400	2	0	0	0	0	0	0	0
1600	2	0	0	0	0	0	0	0
2000	1	0	0	0	0	0	0	0
Более 2500	0	0	0	0	0	0	0	0

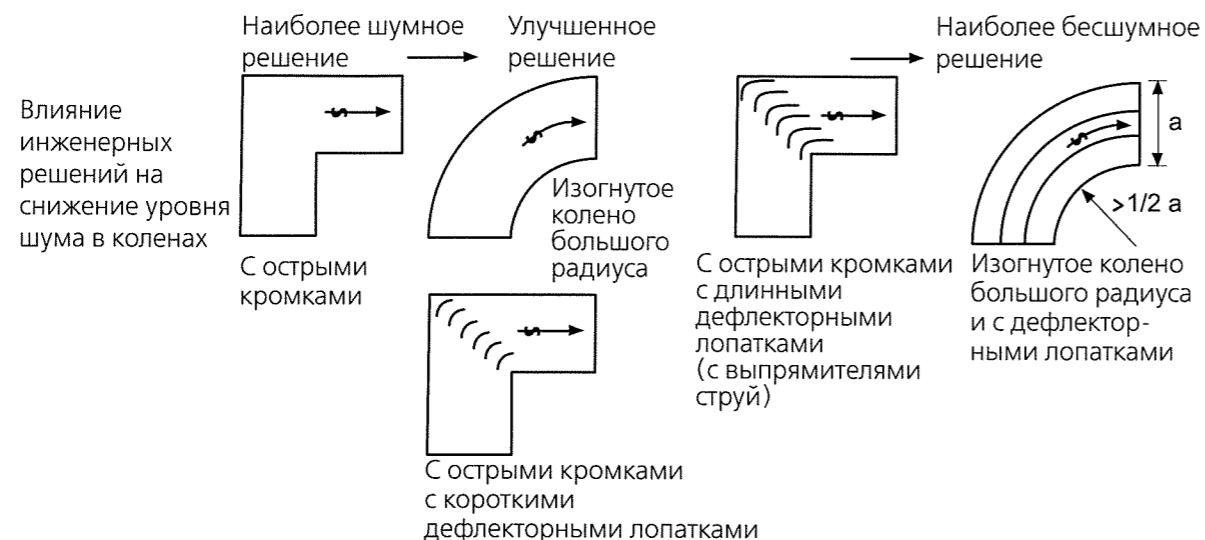
Примечание – Данные настоящей таблицы относятся к случаю, когда воздуховод заканчивается заподлицо со стеной или потолком и расположен на расстоянии двух или более диаметров воздуховода от других стен или потолка. Если расстояние меньше, то значение снижения уровня звукового давления принимают для размера воздуховода, увеличенного вдвое.

С целью ограничения генерации шума рекомендуют:

- подбор сечений воздуховодов, обеспечивающих оптимальный диапазон скоростей воздушного потока;
- использование при проектировании и монтаже наиболее бесшумных конструкций фасонных изделий из плит PIR – поворотов, переходов, ответвлений и разветвлений (рисунок 5).

8.3.13 При проектировании системы вентиляции для помещений с высокими требованиями к акустическому комфорту рекомендуют устанавливать центральный шумоглушитель у вентиляционной установки, а также дополнительный шумоглушитель непосредственно перед подачей воздуха в помещение.

8.3.14 Пример акустического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR приведен в приложении В.



Примечания:

- 1 Вариант решения следует выбирать исходя из скорости воздуха, близости вентиляторов и компонентов как по направлению потока, так и против.
- 2 Длина выпрямителей струй должна составлять не менее 3 расстояний между лопатками.

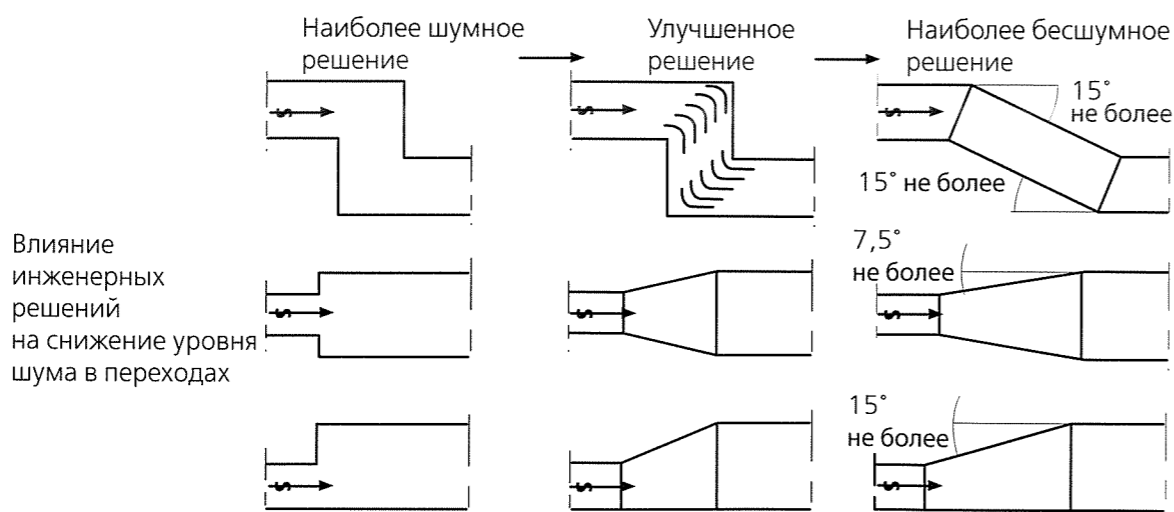
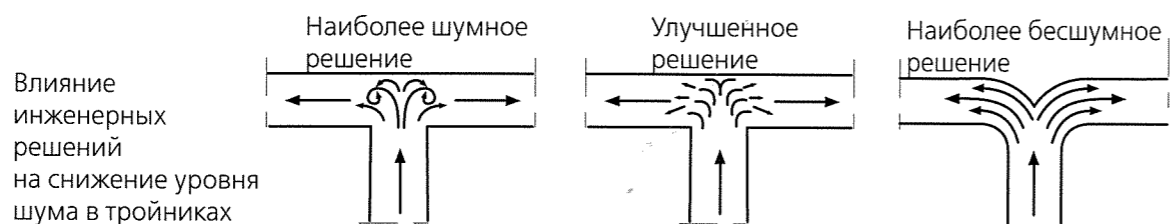
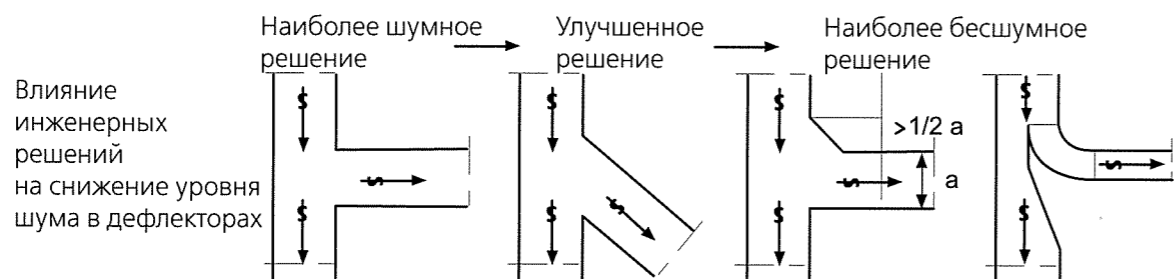


Рисунок 5 – Рекомендации по ограничению уровня шума в воздуховодах в зависимости от их конструктивных особенностей

Сертификаты на продукцию фирмы PirroGroup

А.1 Сертификаты PirroGroup на плиту марки PirroVentiDuct

А.1.1 Плита PIR марки PirroVentiDuct имеет группу горючести Г1, что подтверждено сертификатом соответствия требованиям Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (Федеральный Закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»).

А.1.2 Плита PIR марки PirroVentiDuct соответствует Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), что подтверждено Экспертным заключением на продукцию.

А.1.3 Плита PIR марки PirroVentiDuct соответствует требованиям нормативных документов ГОСТ Р, что подтверждено сертификатом соответствия.

А.2 Сертификаты PirroGroup на воздуховоды и фасонные изделия

А.2.1 Воздуховоды прямоугольного сечения размерами малой стороны до 3000 мм и фасонные изделия соответствуют требованиям раздела 6 «Тре-

бования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам и мебели», раздела 17 «Требования к оборудованию и материалам для воздухоподготовки, воздухоочистки и фильтрации» главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), что подтверждено Экспертным заключением на продукцию.

А.2.2 Воздуховоды из плит PIR марки PiroVentiDuct имеют класс плотности П, что подтверждено протоколом испытаний и сертификатом соответствия.

А.3 Стандарты на продукцию

А.3.1 Плиты PIR марки PirroVentiDuct с мягкими облицовками выпускают по ТУ 5768-001-09151858–2015 [2].

А.3.2 Воздуховоды прямоугольного сечения размерами малой стороны до 3000 мм и фасонные изделия из термоизоляционных плит PIR марки PirroVentiDuct выпускают по ТУ 4863-001-09151858–2016 [3] и Руководству по сборке и монтажу воздуховодов и фасонных изделий из плит PIR марки PirroVentiDuct [4].

Пример расчета температуры наружной поверхности воздуховода из плит PIR

Б.1 Примем следующие исходные данные:

- температура воздуха снаружи воздуховода $t_n = 28 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура воздуха внутри воздуховода $t_b = 14 \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха 50 %;
- толщина теплоизоляционного слоя воздуховода из плит PIR $\delta = 0,02 \text{ м}$;
- коэффициент теплопроводности воздуха $\lambda = 0,026 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$;
- коэффициент конвективной теплоотдачи внутренней поверхности воздуховода $\alpha_k = 4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$.

Б.2 Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности теплоизоляционного слоя для воздуховодов из плит PIR $\alpha_n = 8,14 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$.

Б.3 Сопротивление теплопередаче поверхности воздуховода $R, \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, определяют по формуле (2):

$$R = \frac{1}{8,14} + \frac{0,02}{0,026} + \frac{1}{4} = 1,142 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

Б.4 Температуру наружной поверхности воздуховода $t_{np}, \text{ }^\circ\text{C}$, определяют по формуле (1):

$$t_{np} = \frac{0,876 (14 - 28) + 8,14 \cdot 28}{8,14} = 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Б.5 Температуру точки росы для заданных условий определяют с помощью ID-диаграммы. Она составляет $16,59 \text{ }^\circ\text{C}$. Следовательно, дополнительной теплоизоляции воздуховода не требуется.

Пример акустического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR

В.1 Аксонометрическая схема системы приточной вентиляции представлена на рисунке В.1. На рисунке указаны размеры воздуховодов (например, «200x100») в миллиметрах; расход воздуха (например, «L180») в метрах кубических в час; размер приточных решеток (например, «реш.300x200») в миллиметрах; номера расчетных участков (обведены в круг); расположение дроссель-клапанов – «ДК»; а также обозначение составных частей вентиляционной установки: ПЗ.1 – вентилятор, ПЗ.2 – водяной нагреватель, ПЗ.3 – воздушный фильтр, ПЗ.4 – воздушный клапан, ПЗ.5 – шумоглушитель.

В.2 Уровень звукового давления, генерируемый в сеть воздуховодов вентилятором вентиляционной

установки $L_w^{\text{вент}}$, дБ, определяемый по данным завода-изготовителя, приведен в таблице В.1.

Система вентиляции обслуживает помещения кафе и прилегающие рабочие помещения для персонала. Нормируемый уровень шума в этих помещениях $L_w^{\text{ном}}$, дБ, определенный по таблице 1 СП 51.13330, приведен в таблице В.2.

Геометрические параметры (за исключением длины участков) в миллиметрах и расход воздуха в метрах кубических в час приведены на рисунке В.1.

В.3 Наиболее коротким путем распространения шума в системе вентиляции является участок 6–7 (рисунок В.1), однако вентиляционная решетка участка 7 подает воздух в рабочее помещение персонала, поэтому акустический расчет также выпол-

Таблица В.1 – Уровень звукового давления, генерируемый в сеть воздуховодов вентилятором вентиляционной установки

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ	67	68	71	72	76	74	74	69

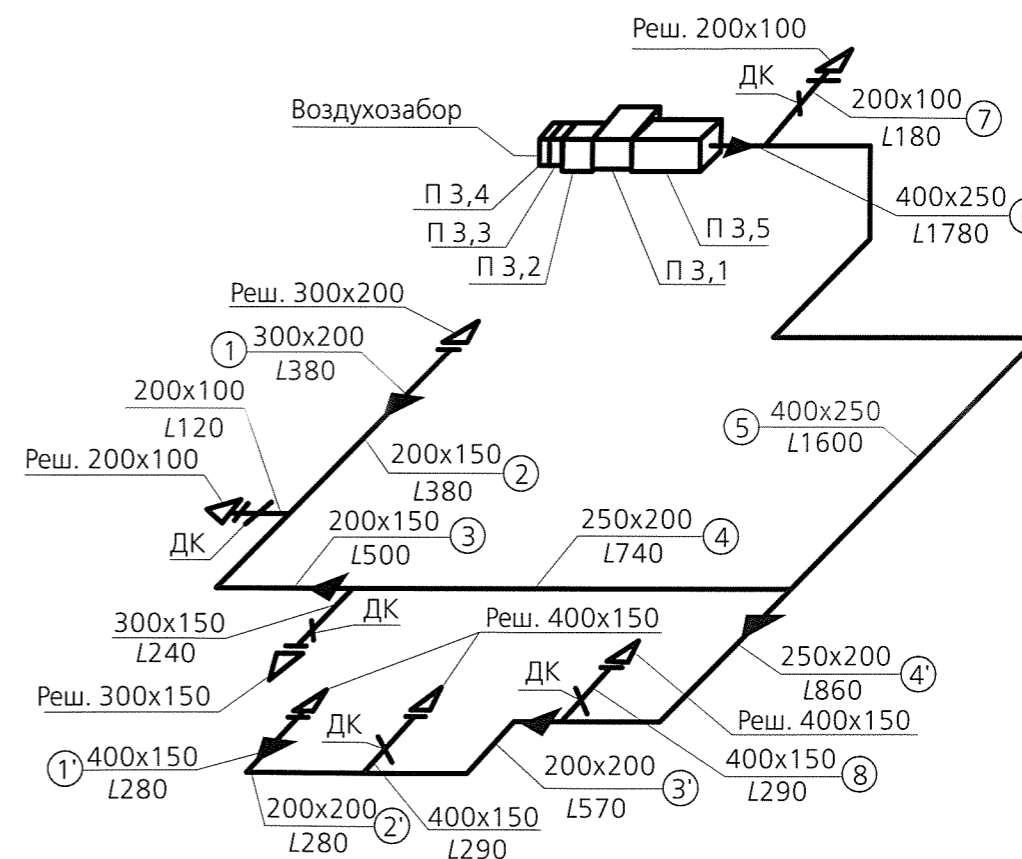


Рисунок В.1 – Аксонометрическая схема системы приточной вентиляции

Таблица В.2 – Нормируемый уровень шума в помещениях, обслуживаемых системой вентиляции
В децибелах

Назначение помещения	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Залы кафе, ресторанов	75	66	59	54	50	47	45	43
Рабочие помещения персонала	83	74	68	63	60	57	55	54

няется для помещения зала кафе, обслуживаемого вентиляционной решеткой участка 8.

В.4 Акустический расчет выполняют в соответствии с методикой, приведенной в 8.3 настоящих рекомендаций.

В.5 Акустический расчет для участка 6–7.

Снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздухопроводов 6 и 7 $\Delta L_{w,пр.уч}$, дБ, определяют по формуле (13) и таблице 5. Результаты расчета представлены в таблице В.3.

При расчете учитывают следующие параметры участков: участок 6 – $D_{экв} = 308$ мм, $l = 1$ м; участок 7 – $D_{экв} = 133$ мм, $l = 1,2$ м.

Снижение уровня звукового давления на поворотах воздухопроводов $\Delta L_{w,пов}$, дБ, в зависимости от типа

поворота определяют по таблицам 6–8. Поскольку на участках 6 и 7 поворотов нет, $\Delta L_{w,пов} = 0$.

Снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздухопровода $\Delta L_{w,сеч}$, дБ, определяют на участке 6, по формулам (14) и (15). На участке 6 воздухопровод меняет поперечное сечение: с размера 500x300 на 400x250, $F_1/F_2 = 1,5$. Результаты расчета представлены в таблице В.4.

Снижение уровня звукового давления в разветвлении воздухопровода $\Delta L_{w,разв}$, дБ, определяют по формуле (17). При расчете учитывают следующие параметры расчетного участка:

$$\sum F_{отв.i} = F_{отв.i} = 0,02 \text{ м}^2; F = 0,1 \text{ м}^2.$$

Таблица В.3 – Снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздухопроводов
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	2,43	3,82	7,70	9,19	10,76	11,57	12,40	13,32
7	3,74	7,00	14,99	18,05	21,28	22,94	24,65	25,37

Таблица В.4 – Снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздухопровода
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	0,18	0,18	0,18	0,18	1,76	1,76	1,76	1,76

Таблица В.5 – Снижение уровня звукового давления в разветвлении воздухопровода
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6–7	2,55	2,55	3,55	6,55	8,55	8,55	6,55	5,55

Таблица В.6 – Снижение уровня звукового давления в результате отражения от решетки
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	16	12	8	4	1	0	0	0

Таблица В.7 – Суммарное снижение звукового давления на участке вентиляционной сети 6–7
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6–7	24,90	25,55	33,42	33,97	38,35	40,82	44,36	46,00

Таблица В.8 – Снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздухопроводов
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	2,43	3,82	7,70	9,19	10,76	11,57	12,40	13,32
5	32,81	51,57	103,95	124,07	145,26	156,20	167,40	179,82
4'	8,51	13,37	26,95	32,17	37,66	40,50	43,40	46,62
8	2,43	3,82	7,70	9,19	10,76	11,57	12,40	13,32

Таблица В.9 – Снижение уровня звукового давления на поворотах воздухопровода
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	0	0	0	4	8	16	12	12
4'	0	0	0	0	1	2	3	3

Таблица В.10 – Снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздухопровода
В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	0,18	0,18	0,18	0,18	1,76	1,76	1,76	1,76
5	0,51	0,51	0,51	0,51	3,01	3,01	3,01	3,01

Поскольку воздухопровод отдельного ответвления в разветвлении повернут на 90°, то к величине $\Delta L_{w,разв}$, дБ, полученной по формуле (17), добавляют величину $\Delta L_{w,пов}$, дБ, определяемую по таблицам 6–8. Результаты расчета представлены в таблице В.5.

Снижение уровня звукового давления в результате отражения от решетки $\Delta L_{w,реш}$, дБ, определяют по таблице 10. При расчете учитывают, что площадь живого сечения решеток равняется 0,018 м². Результаты расчета представлены в таблице В.6.

Суммарное снижение звукового давления на участке 6–7 $\Delta L_{w,сум}$, дБ, определяют по формуле (18). Результаты расчета представлены в таблице В.7.

В.6 Акустический расчет для участка 6–5–4'–8.

Снижение уровня звукового давления в расчетных прямых участках воздухопроводов 6, 5, 4', 8 $\Delta L_{w,пр.уч}$, дБ, определяют по формуле (13) и таблице 5. Результаты расчета представлены в таблице В.8.

При расчете учитывают следующие параметры участков: участок 6 – $D_{экв} = 308$ мм, $l = 1$ м; участок 5 – $D_{экв} = 308$ мм, $l = 13,5$ м; участок 4' – $D_{экв} = 222$ мм, $l = 3,5$ м; участок 8 – $D_{экв} = 218$ мм, $l = 1$ м.

Снижение уровня звукового давления на поворотах воздухопроводов $\Delta L_{w,пов}$, дБ, в зависимости от типа поворота определяют по таблицам 6–8 (при расчете принимался тип поворотов – колено с круглым соединением). На участке 5 – 4 поворота, на участке 4' – 1 поворот. Результаты расчета представлены в таблице В.9.

Снижение уровня звукового давления при изменении поперечного сечения воздухопровода $\Delta L_{w,сеч}$, дБ, определяют на участках 6 и 5, по формулам (14) и (15). На участке 6 воздухопровод меняет поперечное сечение: с размера 500x300 на 400x250, $F_1/F_2 = 1,5$; на участке 5 воздухопровод меняет поперечное сечение: с размера 400x250 на 250x200, $F_1/F_2 = 2$. Результаты расчета представлены в таблице В.10.

Снижение уровня звукового давления в разветвлении воздухопровода $\Delta L_{w,разв}$, дБ, определяют по формуле (17). При расчете учитывают следующие параметры расчетных участков: для участка 6 – $\sum F_{отв.i} = F_{отв.i} = 0,02 \text{ м}^2; F = 0,1 \text{ м}^2$; для участка 5 – $\sum F_{отв.i} = F_{отв.i} = 0,05 \text{ м}^2; F = 0,1 \text{ м}^2$; для участка 4' – $\sum F_{отв.i} = F_{отв.i} = 0,06 \text{ м}^2; F = 0,05 \text{ м}^2$.

Таблица В.11 – Снижение уровня звукового давления в разветвлении воздуховода

В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6–5	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
5–4'	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
4'–8	0,03	0,03	0,03	1,03	2,03	4,03	3,03	3,03

Таблица В.12 – Снижение уровня звукового давления в результате отражения от решетки

В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	14	9	5	1	0	0	0	0

Таблица В.13 – Суммарное снижение звукового давления на участке вентиляционной сети 6–5–4'–8

В децибелах

Расчетный участок	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6–5–4'–8	63,95	85,36	155,08	184,39	223,3	249,69	261,46	278,94

Таблица В.14 – Подбор шумоглушителя

В децибелах

Параметр	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требуемое снижение уровня звукового давления для участка 6–7	-35,9	-26,5	-25,4	-20,0	-17,3	-18,8	-20,4	-26,0
Требуемое снижение уровня звукового давления для участка 6–5–4'–8	-67	-78	-138	-161	-192	-218	-227	-248
Расчетное значение для подбора шумоглушителя	0	0	0	0	0	0	0	0

Поскольку воздуховод отдельного ответвления в разветвлении участка 4' повернут на 90°, то к величине $\Delta L_w^{\text{разв}}$, дБ, полученной по формуле (17), добавляют величину $\Delta L_w^{\text{пов}}$, дБ, определяемую по таблицам 6–8. Результаты расчета представлены в таблице В.11.

Снижение уровня звукового давления в результате отражения от решетки $\Delta L_w^{\text{реш}}$, дБ, определяют по таблице 10.

При расчете учитывают, что площадь живого сечения решетки равняется 0,055 м². Результаты расчета представлены в таблице В.12.

Суммарное снижение звукового давления на участке 6–5–4'–8 $\Delta L_w^{\text{сеть}}$, дБ, определяют по фор-

муле (18). Результаты расчета представлены в таблице В.13.

В.7 Значение требуемого снижения звукового давления $\Delta L_w^{\text{сниж}}$, дБ, определяют по формуле (19) для обоих расчетных участков (6–7 и 6–5–4'–8) и выбирают больший для каждого значения среднегеометрической частоты октавной полосы. Результаты расчета представлены в таблице В.14.

По результатам расчета установка шумоглушителя не требуется, что обуславливается высоким снижением звукового давления в прямых участках воздуховодов из плит PIR.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Физико-механические и теплофизические показатели плит PIR марки PiroVentiDuct

Таблица Г.1 – Физико-механические показатели плит PIR

Показатель	Значение
Плотность	38 ± 2 кг/м ³
Прочность на сжатие при 10 % деформации	≥ 150 кПа
Водопоглощение плиты PIR по объему при полном погружении за 24 часа	1,2 %
Температура применения	от -70 до 120 °С

Таблица Г.2 – Теплофизические показатели плит PIR

Показатель	Значение	
Паропроницаемость облицовки	Паронепроницаема	
Коэффициент теплопроводности плиты PIR, λ_{25}	0,026 Вт/м·°С	
Плита PIR толщиной 20 мм	Термическое сопротивление R_T , $R_T = d/\lambda_{25}$	0,77 м ² ·°С/Вт
	Коэффициент теплопередачи K , $K = 1/R_T$	1,3 Вт/(м ² ·К)
Плита PIR толщиной 30 мм	Термическое сопротивление R_T , $R_T = d/\lambda_{25}$	1,15 м ² ·°С/Вт
	Коэффициент теплопередачи K , $K = 1/R_T$	0,87 м ² ·°С/Вт

Подготовка и поставка плит PIR марки PirroVentiDuct

Д.1 Существует три варианта форм поставки плит PIR марки PirroVentiDuct на объект. Выбор варианта зависит:

- от сроков монтажа системы вентиляции на объекте;
- от возможности организации участка нарезки плит PIR на строительном объекте;
- от количественного состава бригады для изготовления деталей и сборки воздуховодов.:

Д.1.1 Форма поставки Standart.

Плита PirroVentiDuct поставляется без раскроя. Раскрой деталей для изготовления воздуховодов, фасонных изделий, а также воздухораспределителей осуществляется на объекте.

Стандартный размер плит поставки Standart – 3000x1200 мм.

Плиты упаковываются в пачки и паллеты стандартных размеров.

Д.1.2 Форма поставки Line.

Плита PirroVentiDuct поставляется с раскроем деталей, необходимых для сборки воздуховодов.

Раскрой плиты выполняется по спецификации воздуховодов заказчика.

Для плит используется индивидуальная упаковка.

Д.1.3 Форма поставки Practic.

Плита PirroVentiDuct поставляется с раскроем деталей, необходимых для сборки фасонных изделий, а также воздухораспределителей.

Раскрой выполняется по спецификации заказчика.

Для плит используется индивидуальная упаковка.

Д.2 Характеристики пачек и паллет для формы поставки Standart сведены в таблицу Д.1.

Д.3 Упаковку пачек и паллет выполняют из полиэтиленовой термоусадочной пленки толщиной не менее 45 мкм и с нанесенной заводской маркировкой.

Таблица Д.1

Вид упаковки	Плита PirroVentiDuct 3000x1200 мм толщиной, мм		
	20	30	
Пачка	Плит в пачке		
	– в штуках	11	7
	– в метрах квадратных	39,6	25,2
	Вес пачки, кг	41	36
	Размер пачки, мм	3000x1200x220 (в)	3000x1200x210 (в)
Паллета	Плит в паллете		
	– в пачках	10	10
	– в штуках	110	70
	– в метрах квадратных	396	252
	Вес паллеты, кг	410	360
	Размер паллеты, мм	3000x1200x2200 (в)	3000x1200x2100 (в)

Пример аэродинамического расчета системы вентиляции с воздуховодами и фасонными изделиями из плит PIR

Е.1 Аксонометрическая схема системы приточной вентиляции представлена на рисунке В.1.

Е.2 Система вентиляции разветвляется на две ветви примерно равной длины, поэтому аэродинамический расчет выполняют для двух направлений: расчетные участки 6–5–4–3–2–1 и 6–5–4'–3'–2'–1'.

Е.3 Аэродинамический расчет выполняют в соответствии с методикой, приведенной в 8.2 настоящих рекомендаций.

Е.4 Удельные потери давления на трение принимают по таблице 3.

Значения коэффициентов местных сопротивле-

ний и их описание для каждого расчетного участка приведены в таблице Е.1.

Е.5 Результаты аэродинамического расчета приведены в таблицах Е.2 и Е.3.

Е.6 Потери давления в составных частях вентиляционной установки, по данным заводов-изготовителей, составили: для водяного нагревателя – 30 Па, для воздушного фильтра – 90 Па, для воздушного клапана – 10 Па, для шумоглушителя – 25 Па.

Е.7 Суммарные потери давления в вентиляционной сети составили 300 Па.

По результатам расчетов был подобран вентилятор на расчетное давление 300 Па и расход воздуха 1780 м³/ч.

Таблица Е.1 – Коэффициенты местного сопротивления расчетных участков системы вентиляции

Расчетный участок	Наименование местного сопротивления и его характеристики	Номер таблицы [1]	Значение характеристики	ξ	$\sum \xi$
6	Конфузор, отношение L/d	Табл. 22.30	0,92	0,1	0,1
	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,5	0	
5 (4)	Колено, α	Табл. 22.23	90°	1,2x4	6,75
	Тройник на ответвление, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,93	1,95	
4	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,36	0,4	0,5
	Конфузор, отношение L/d	Табл. 22.30	1,66	0,1	
3	Колено, α	Табл. 22.23	90°	1,2	1,6
	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,36	0,4	
2	Диффузор, α	Табл. 22.29	10°	0,07	0,07
1	Решетка	–	–	–	14 Па*
5 (4')	Колено, α	Табл. 22.23	90°	1,2x4	4,9
	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,93	0	
	Конфузор, отношение L/d	Табл. 22.30	2,56	0,1	
4'	Колено, α	Табл. 22.23	90°	1,2	1,7
	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,4	0,4	
	Конфузор, отношение L/d	Табл. 22.30	0,71	0,1	
3'	Z-образное колено, L/b_o	Табл. 22.23	5	2,92	3,32
	Тройник на проход, v_o/v_c	Табл. 22.27	0,4	0,4	
2'	Колено, α	Табл. 22.23	90°	1,2	1,25
	Диффузор, α	Табл. 22.29	10°	0,05	
1'	Решетка	–	–	–	10 Па*

* По данным завода-изготовителя.

Таблица Е.2 – Результаты аэродинамического расчета системы приточной вентиляции по расчетному направлению 6–5–4–3–2–1

Расчетный участок	Расход воздуха, м³/ч	Длина участка воздуховода l, м	Ширина воздуховода, мм	Высота воздуховода, мм	Эквивалентный диаметр воздуховода, мм	Скорость движения воздуха в воздуховоде v, м/с	Удельные потери давления на трение R, Па/м	Потери давления по длине Rl, Па	$\sum \xi$	Потери давления на местное сопротивление z, Па	Суммарные потери давления $\Delta P_{сет}^*$, Па
6	1780	1,0	400	250	308	4,94	0,95	0,95	0,10	1,47	2,41
5	1600	12,5	400	250	308	4,44	0,78	9,74	6,75	80,00	89,74
4	740	6,0	250	200	222	4,11	1,01	6,08	0,50	5,07	11,15
3	500	3,0	200	150	171	4,63	1,75	5,25	1,60	20,58	25,82
2	380	2,0	200	150	171	3,52	1,06	2,12	0,07	0,52	2,64
1	380	1,2	300	200	240	1,76	0,20	0,24	–	14,00	14,24
Суммарные потери в системе вентиляции											146

Таблица Е.3 – Результаты аэродинамического расчета системы приточной вентиляции по расчетному направлению 6–5–4'–3'–2'–1'

Расчетный участок	Расход воздуха, м³/ч	Длина участка воздуховода l, м	Ширина воздуховода, мм	Высота воздуховода, мм	Эквивалентный диаметр воздуховода, мм	Скорость движения воздуха в воздуховоде v, м/с	Удельные потери давления на трение R, Па/м	Потери давления по длине Rl, Па	$\sum \xi$	Потери давления на местное сопротивление z, Па	Суммарные потери давления $\Delta P_{сет}^*$, Па
6	1780	1,0	400	250	308	4,94	0,95	0,95	0,10	1,47	2,41
5	1600	13,5	400	250	308	4,44	0,78	10,52	4,90	58,07	68,59
4'	860	3,5	250	200	222	4,78	1,34	4,68	1,70	23,28	27,97
3'	570	3,0	200	200	200	3,96	1,08	3,24	3,32	31,21	34,45
2'	280	1,5	200	200	200	1,94	0,30	0,45	1,25	2,84	3,28
1'	280	1,0	400	150	218	1,30	0,13	0,13	–	10,00	10,13
Суммарные потери в системе вентиляции											146,8

Изготовление и сборка воздуховодов из плит PIR на примере плиты марки PirroVentiDuct

Ж.1 Детали для воздуховодов изготавливаются механизированным или ручным способом.

Ж.2 При сборке изделия стыкуемые поверхности деталей в местах соединений обрабатываются полиуретановым клеем.

Ж.3 Для герметизации внутренних стыковых соединений применяется силиконовый антибактериальный герметик.

Ж.4 Наружные стыковые соединения проклеиваются алюминиевым скотчем.

Ж.5 Для обеспечения жесткости воздуховодов большого сечения предусматривается их усиление изнутри алюминиевыми штангами с опорными дисками (рисунок Ж.1).

Ж.6 Схема сборки типовой секции воздуховода из плит PIR представлена на рисунке Ж.2.

Ж.7 Схема сборки фасонного изделия из плит PIR представлена на рисунке Ж.3.

Ж.8 Изготовление воздуховодов и фасонных изделий следует вести в соответствии с требованиями [4].

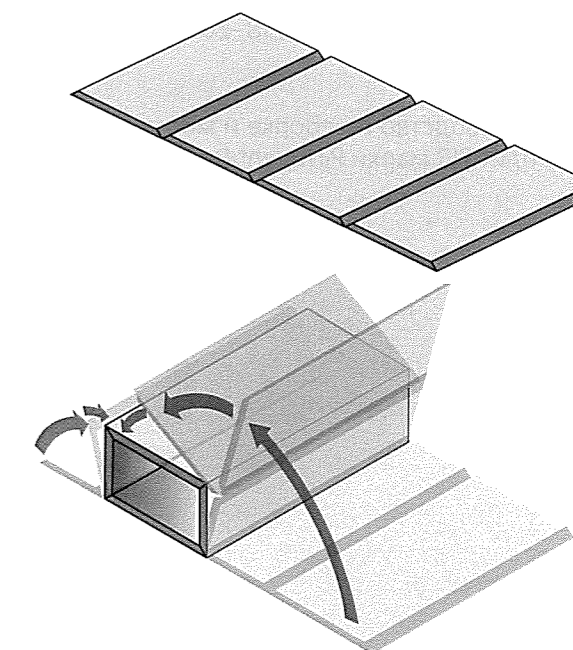


Рисунок Ж.2 – Схема сборки типовой секции воздуховода

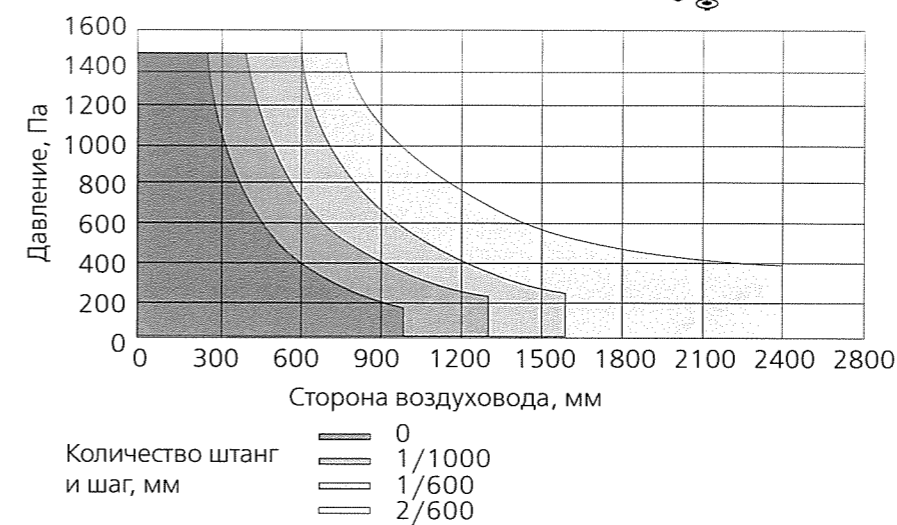
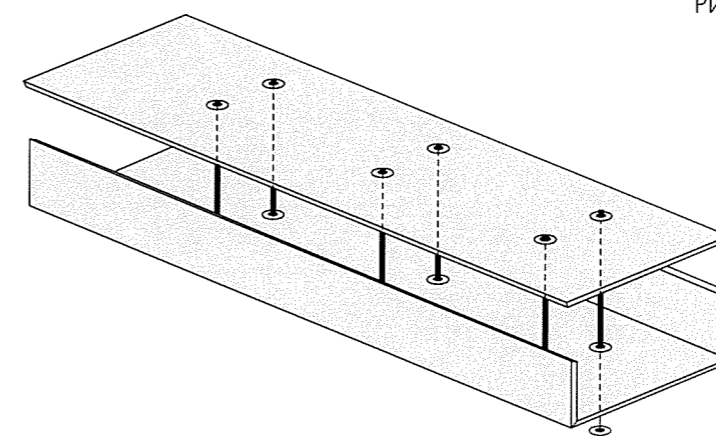


Рисунок Ж.1 – Установка штанг и дисков

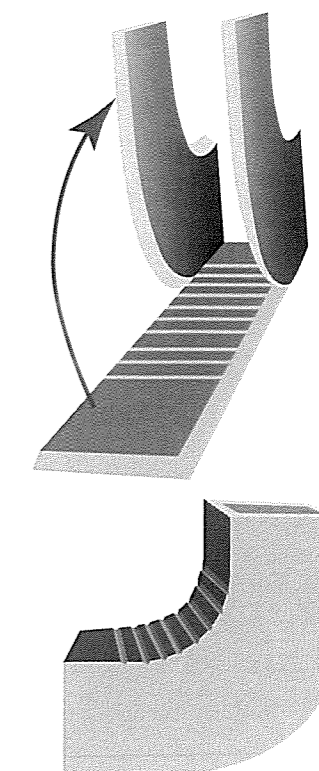


Рисунок Ж.3 – Схема сборки фасонного изделия

Библиография

- [1] Внутренние санитарно-технические устройства в 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2/Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов и др.; Под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992.
- [2] ТУ 5768-001-09151858-2015 Плиты термоизоляционные с мягкими облицовками PIRRO®.
- [3] ТУ 4863-001-09151858-2016 Воздуховоды прямоугольного сечения, воздухораспределители и фасонные изделия из термоизоляционных плит Pirro® на основе пенополиизоцианурата (PIR).
- [4] Руководство по сборке и монтажу воздуховодов, фасонных изделий и воздухораспределителей из плит PIR марки PirroVentiDuct. – Москва, 2017.

УДК 697.9 + 628.8

Ключевые слова: воздуховод, фасонное изделие, PIR, система вентиляции

УДК 697.9 + 628.8

Ключевые слова: воздуховоды, фасонные изделия, PIR, системы вентиляции

Руководитель проекта *М. М. Бродач*
Ответственный за производство *А. Г. Жучков*
Компьютерная верстка *А. Г. Жучков*

Подписано в печать 01.04.2017. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Фрисет-С.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
127051, Москва, а/я 141, «АВОК-ПРЕСС»
www.abok.ru, www.abokbook.ru, e-mail: book@abok.ru
Тел.: (495) 621-80-48, 621-64-29

ISBN 978-5-98267-098-4



9 785982 670984 >