



МИНОБРНАУКИ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Московский архитектурный институт (государственная академия)»  
(МАРХИ)

**Кафедра «Инженерное оборудование зданий и сооружений»**

Табунщиков Ю.А., Бродач М. М., Шилкин Н. В., Шонина Н. А., Миллер Ю. В.

Учебное задание и методические указания  
к расчетно-графической работе

## **Вентиляция и отопление жилого дома высотой 9-25 этажей**

по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»  
по выполнению курсового проекта

**«Вентиляция и отопление жилого дома высотой 9-25 этажей»**

для студентов

направления подготовки: 07.03.01 – Архитектура

07.03.03 - Дизайн архитектурной среды

уровень подготовки: академический бакалавр, прикладной бакалавр



Москва 2014

УДК 628.8:728(075.8)  
ББК 38.762я73

Табунщиков Ю.А., д.т.н., проф, Бродач М. М., к. т. н., проф., Шилкин Н. В., к. т. н., проф., Шонина Н. А., ст. преп., Миллер Ю. В., преп.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»/  
Табунщиков Ю.А., Бродач М. М., Шилкин Н. В., Шонина Н. А., Миллер Ю. В.– М.:  
, 2014. –36 с.

Рецензент – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
“Конструкции зданий и сооружений” Шубин А.Л.

Рецензент – кандидат технических наук, государственный эксперт В.И.Ливчак

Методические указания раскрывают цели, задачи, содержание и состав курсового проекта «Вентиляция и отопление жилого дома высотой 9-25 этажей» по дисциплине «Инженерное оборудование зданий» для студентов направления подготовки 07.03.01 – Архитектура и 07.03.03 - Дизайн архитектурной среды.

В данных методических указаниях представлен алгоритм проектирования и рассмотрены основные принципы конструирования общеобменной системы вентиляции, противодымной защиты, системы отопления для жилых зданий. Представлены рекомендации по выбору вида и типа системы вентиляции и отопления в зависимости от архитектурных особенностей проектируемого здания. Представлен расчет системы вентиляции.

Учебно-методическое пособие утверждено заседанием кафедры «Инженерное оборудование зданий и сооружений» протокол № 3 от 19.02.2014

Методические указания утверждены решением Научно-методического совета МАРХИ. Протокол №09-14/15 от 20 мая 2015 года.

© . . . . . А., . . . – 2014

© МАРХИ, 2014

## Учебное задание

### Цель работы

Выбор схем систем вентиляции, противодымной защиты и отопления жилого дома, характеристик и мест размещения инженерного оборудования этих систем, мероприятий по повышению тепловой эффективности здания и улучшения качества микроклимата помещений

### Исходные данные

1. Климатические характеристики района строительства
2. Чертежи проектируемого здания
3. Номенклатура помещений проектируемого здания

### Содержание работы

1. Графическая часть
  - поэтажный план типовой секции здания с указанием на них:
    - Вентиляционных каналов систем вентиляции квартир секции
    - Каналов системы дымоудаления лестничной клетки (не проектируются, если лестничные клетки здания незадымляемые, то есть с поэтажным входом через наружную воздушную зону)
    - Нагревательных приборов и стояков системы отопления помещений секции здания
    - Размещение трубопроводов системы отопления (в случае системы поквартирного отопления)
  - Разрез по вертикальному сборному каналу системы вентиляции квартир и каналу системы дымоудаления лестничной клетки
  - Узел подомового учета тепла и воды
2. Пояснительная записка
  - Характеристика проектируемого здания и района строительства
  - Таблицу организации воздухообмена помещений одной квартиры (по указанию преподавателя)
  - Характеристика выбранной системы вентиляции
  - Расчет основных размеров вентиляционных каналов систем вентиляции квартир и каналов системы дымоудаления лестничной клетки
  - Характеристика выбранной системы отопления
  - Энергосберегающие мероприятия
  - Мероприятия по улучшению качества микроклимата помещений

## Методические указания

### Вентиляция

1. На основании характеристик проектируемого здания и требований нормативных документов заполнить столбцы 2–10 таблицы организации воздухообмена помещений одной из квартир (выбор квартиры по согласованию с преподавателем) типовой секции здания (для жилых комнат указывается площадь, а для ванных комнат, туалетов или совмещенных санузлов – количество оборудования). Вариант заполнения приведен в табл. 1. Бланк таблицы организации воздухообмена приведен в приложении 1.

2. Определить расчетный воздухообмен каждой комнаты  $L_{\text{жил.}}$ , м<sup>3</sup>/ч, по формуле:

$$L_{\text{жил.}} = L_{\text{жил.}}^{\text{норм.}} \cdot F_{\text{жил.}} \quad (1)$$

где

$L_{\text{жил.}}^{\text{норм.}}$  – нормативный воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади комнаты (см. 9 столбец таблицы организации воздухообмена);

$F_{\text{жил.}}$  – площадь жилых комнат, м<sup>2</sup> (см. 3 столбец таблицы организации воздухообмена).

Результаты расчета занести в столбец 11 таблицы организации воздухообмена.

3. Определить расчетный воздухообмен туалетов  $L_{\text{туал.}}$  и ванных комнат  $L_{\text{ван.}}$  или совмещенных санузлов ( $L_{\text{с/у}}$ ), м<sup>3</sup>/ч, по формулам:

$$\begin{aligned} L_{\text{туал.}} &= L_{\text{туал.}}^{\text{норм.}} \cdot n \\ L_{\text{ван.}} &= L_{\text{ван.}}^{\text{норм.}} \cdot n \\ L_{\text{с/у}} &= L_{\text{с/у}}^{\text{норм.}} \cdot n \end{aligned} \quad (2)$$

где

$L_{\text{туал.}}^{\text{норм.}}$ ,  $L_{\text{ван.}}^{\text{норм.}}$ ,  $L_{\text{с/у}}^{\text{норм.}}$  – нормативный воздухообмен соответственно туалетов, ванных комнат, совмещенных санузлов, м<sup>3</sup>/ч на единицу оборудования (см. 9 столбец таблицы организации воздухообмена);

$n$  – количество, шт. приборов в ванной или в санузле (см. 4 столбец таблицы организации воздухообмена, для квартир жилого дома  $n = 1$ ).

Результаты расчета занести в столбец 11 таблицы организации воздухообмена.

4. Воздухообмен кухни  $L_{\text{кух.}}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется как разность воздухообменов жилых помещений и санузлов (туалетов, ванных комнат, совмещенных санузлов), но не менее 60 м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{\text{кух.}} = \sum L_{\text{жил.}} - (L_{\text{туал.}} + L_{\text{ван.}} + L_{\text{с/у}}) \geq 60 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3)$$

где

$\sum L_{\text{жил.}}$  – суммарный воздухообмен жилых помещений квартиры,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Результаты расчета занести в столбец 11 таблицы организации воздухообмена.

5. Оценив конструктивно-планировочное решение квартир, учтя наличие холодного или теплого чердака, принять инженерное решение систем естественной вентиляции помещений всех квартир данной секции, воспользовавшись типовым решением устройства систем, изображенных на рисунках 1 и 2.

При наличии теплого чердака можно решить системы вентиляции помещений квартир, воспользовавшись типовым решением изображенным, как на рисунках 1в и 1г, так и на рис. 1а и 1б.

Вентблоки или панели–перегородки, изображенные на рис. 1а-г, устанавливаются последовательно друг на друга с центровкой для совпадения отверстий каналов шахт, с опиранием на каждом этаже на плиты перекрытий посредством кронштейнов. Конструктивный стык заделывается для обеспечения герметизации прокладками и закладывается цементным раствором.

Вентиляционные каналы туалета, ванной комнаты или санузла могут быть объединены.

6. Проверить размеры вентиляционных каналов выбранной квартиры. Скорость воздушного потока, проходящего через канал,  $W$ ,  $\text{м}/\text{с}$ , не должна превышать требуемую:

$$W = \frac{L}{3600 \cdot F_{\text{канала}}} \leq W_{\text{тр.}} \quad (4)$$

где

$L$  – расчетный воздухообмен данного помещения,  $\text{м}^3/\text{ч}$  (см. 11 столбец таблицы организации воздухообмена)

$W_{\text{тр.}}$  – требуемая скорость воздушного потока,  $\text{м}/\text{с}$ , принимаемая по табл. 2;

$F_{\text{канала}}$  – сечение вентиляционного канала,  $\text{м}^2$ , рассчитанное по формулам:

$$\text{при круглом сечении канала } F_{\text{канала}} = \frac{\pi d^2}{4} \quad (5)$$

$$\text{при прямоугольном сечении } F_{\text{канала}} = a \cdot a \text{ или } F_{\text{канала}} = a \cdot b(h) \quad (6)$$

где  $d$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $h$  – размеры круглого или прямоугольного канала,  $\text{м}$ .

Если полученная скорость окажется больше требуемой, необходимо предусмотреть установку в подсобном помещении квартиры дополнительного вентиляционного блока или панели-перегородки, см. рис. 3.

При разработке нового (не типового) решения вентиляционных систем квартиры следует, воспользовавшись формулой (4), определить необходимые

сечения вентиляционных каналов  $F$ , задавшись требуемой скоростью  $W_{\text{тр}}$ , а затем произвести конструирование этой системы.

7. Отобразить выбранное решение на плане типового этажа и разрезе выбранной секции здания. Вентиляционные блоки отображаются отдельно в более крупном масштабе с указанием необходимых размеров.

8. При использовании в здании окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию следует предусматривать приточные устройства (см. Приложение 3), поскольку высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания: имеет место высокая влажность и низкое качество воздуха, возрастает вероятность грибковых поражений конструкций. Разгерметизация квартир путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяет обеспечить требуемый микроклимат в квартирах и значительно снижает эффективность использования тепла, затраты которого на подогрев вентиляционного воздуха в современной квартире превышают потери тепла через наружные ограждающие конструкции. Открывание форточек вызывает повышенный уровень шума, проникающего в квартиры домов, выходящих на улицы.

9. При проектировании здания повышенной комфортности студентом может быть запроектирована механическая вентиляция и предусмотрены приточные устройства, а также выполнен расчет воздухообмена, обеспечивающего повышенные показатели качества микроклимата (см. Приложения 2, 3 и 4). После расчета требуемого воздухообмена полученные значения постоянного, минимального и максимального воздухообмена заносятся в столбцы 11 и 12 таблицы и используются для проверки размеров вентиляционных каналов (см. п.6).

При проектировании здания повышенной этажности (высотой более 16 этажей), как правило, следует проектировать систему механической вентиляции (см. Приложения 2 и 3).

10. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха (СКВ) нежилых помещений первых этажей здания выполняются по указанию преподавателя. В этом случае должны выполняться следующие требования:

- каналы и шахты систем вентиляции или СКВ этих помещений решаются обособленно от систем вентиляции квартир и пропускаются через верхний теплый чердак транзитно с выпуском на крышу на высоту более 0,5 м при естественных системах и более 1,0 м при механических системах;
- вытяжные и приточные установки систем этих помещений должны размещаться в нижней зоне здания, поскольку из-за возникающего при их работе шуме не допускается их устройство над квартирами;
- приточные установки этих помещений следует располагать в подвалах или в подсобных помещениях нижнего уровня здания, а для вытяжных установок предусматривать технический этаж, разделяющий верхнюю жилую часть здания от нижней нежилых;
- при расположении вытяжных установок общественной зоны здания в низшем техническом этаже (жилой части здания) выпуски их вытяжных шахт должны выводиться выше крыши здания.

**Таблица 1**  
**Организация воздухообмена в помещениях жилого дома**

№ п/п	Наименование помещения	Объем, $V$ , м <sup>3</sup> , или площадь, $F$ , м <sup>2</sup> , помещения	Количество обособления	Температура воздуха $t_{в}$ , °С		Относительная влажность $\phi_{в}$ , %		Нормативный воздухообмен, 1/ч или м <sup>3</sup> /ч	Расчетный воздухообмен $L$ , м <sup>3</sup> /ч		№ системы вентиляции		Места размещения установок или шахт			
				Х.П.	Т.П.	Х.П.	Т.П.		приток	вытяжка	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Жилая комната			18 * **		не регламентируется		3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup> площади комнаты (через кухню, ванную, туалет, совмещенный санузел)	–							
2	Кухня			15		не регламентируется		–	$\geq 60$ м <sup>3</sup> /ч			ЕВС-1				
3	Ванная		1	25		не регламентируется		–	(25)			ЕВС-2				
4	Туалет		1	16		не регламентируется		–	(25)			ЕВС-2				
5	Санузел совмещенный		1	25		не регламентируется		–	(50)			ЕВС-3				
6	Лестничная клетка			12 ***		не регламентируется		–	–			ПДУ				

Х. П. – холодный период

Т. П. – теплый период

\* При строительстве в районах с расчетной температурой наружного воздуха  $t_{н} \leq -31$  °С температура воздуха в жилых комнатах  $t_{ж} = 20$  °С

\*\* В угловых помещениях температура воздуха в жилых комнатах выше на два градуса, то есть  $t_{ж} = 20$  (22) °С

\*\*\* Не нормируется, если лестничная клетка незадымляемая, то есть с поэтажным входом через наружную воздушную зону (см. рис. 6)

**Таблица 2**  
**Допустимые скорости воздушного потока в системах вентиляции**

№ п/п	Название вида вентиляционного канала или устройства (шахты, выпуска, решетки и т.д.)	Скорость потока, $W$ , м/с	
		В естественных системах	В механических системах
I. В системах вентиляции квартир			
1.	Вытяжное устройства у потолка помещения	0,5 ÷ 1,0	0,5 ÷ 1,0
2.	Вертикальные индивидуальные каналы	1,0 ÷ 1,5	2,0 ÷ 3,0
3.	Вертикальные каналы шахт блоков или панелей (сборные)	2,0 ÷ 3,5	2,0 ÷ 5,0
4.	Горизонтальные сборные каналы (на чердаке)	1,0 ÷ 1,5	2,0 ÷ 5,0
5.	Вытяжные шахты (на чердаке)	1,0 ÷ 1,5	3,0 ÷ 6,0
6.	Вытяжные шахты (в теплом техническом этаже)	0,8 ÷ 1,0	3,0 ÷ 6,0
II. В системах аварийной вентиляции			
1.	Устройства для забора наружного воздуха	—	10,0 ÷ 20,0
2.	Устройство для удаления дыма (противопожарный клапан)	—	15,0 ÷ 20,0
3.	Вертикальный канал и шахта	—	4,0 ÷ 8,0
4.	Вытяжная шахта аварийной вытяжки	—	4,0 ÷ 6,0

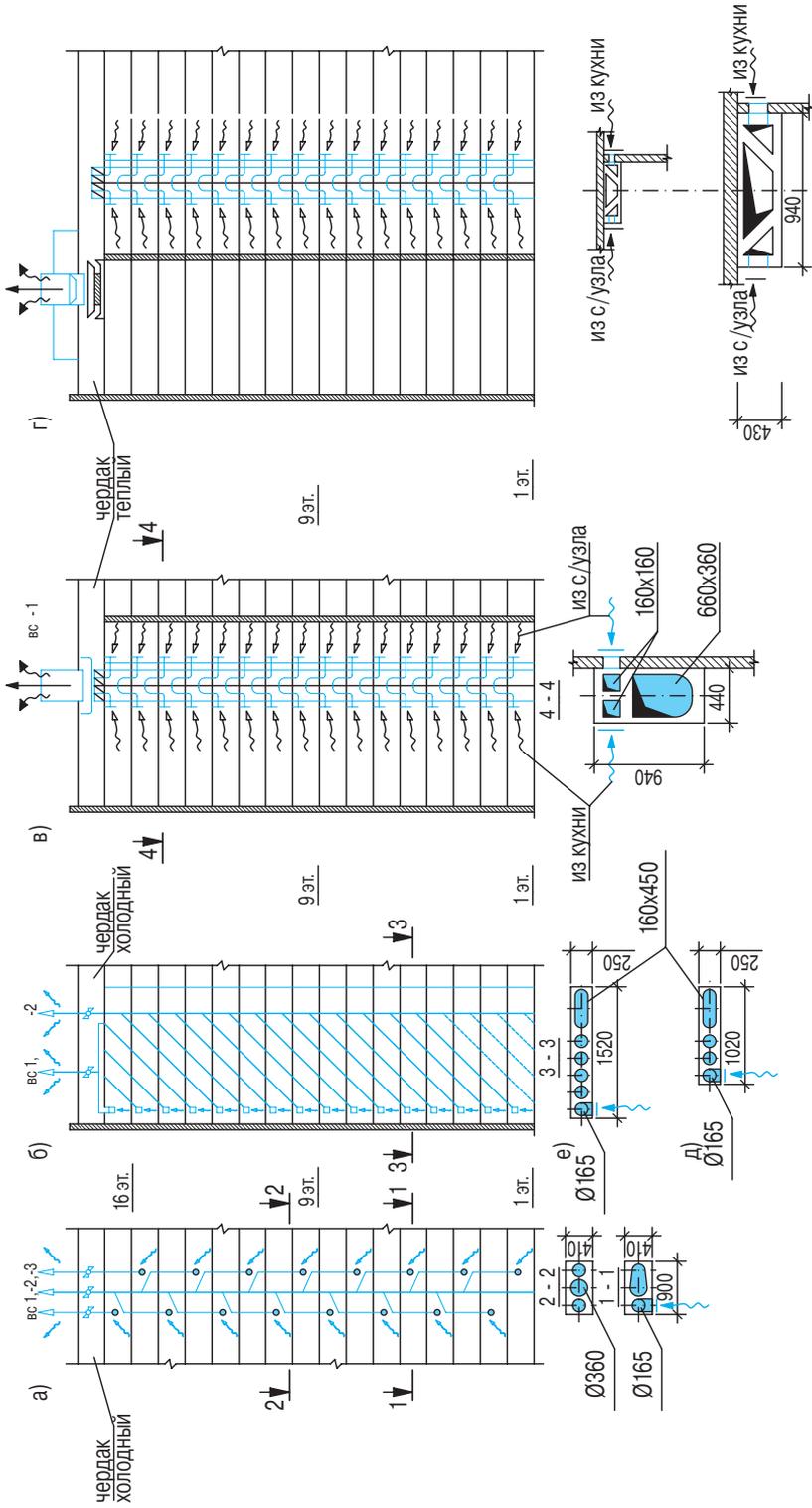


Рис. 1. Варианты решения вытяжной естественной вентиляции помещений жилого дома высотой 9-16 этажей (а – вертикальные каналы-спутники в бетонных блоках; б – наклонные каналы-спутники в бетонных перегородках-панелях; в и г – вертикальные каналы-спутники в бетонном блоке, служащем сразу для помещений кухни и санузла одной квартиры; е – вентиляционная перегородка для вентиляционных помещений здания высотой более 12 этажей; д – вентиляционная перегородка для вентиляционных помещений здания высотой от 9 до 12 этажей)

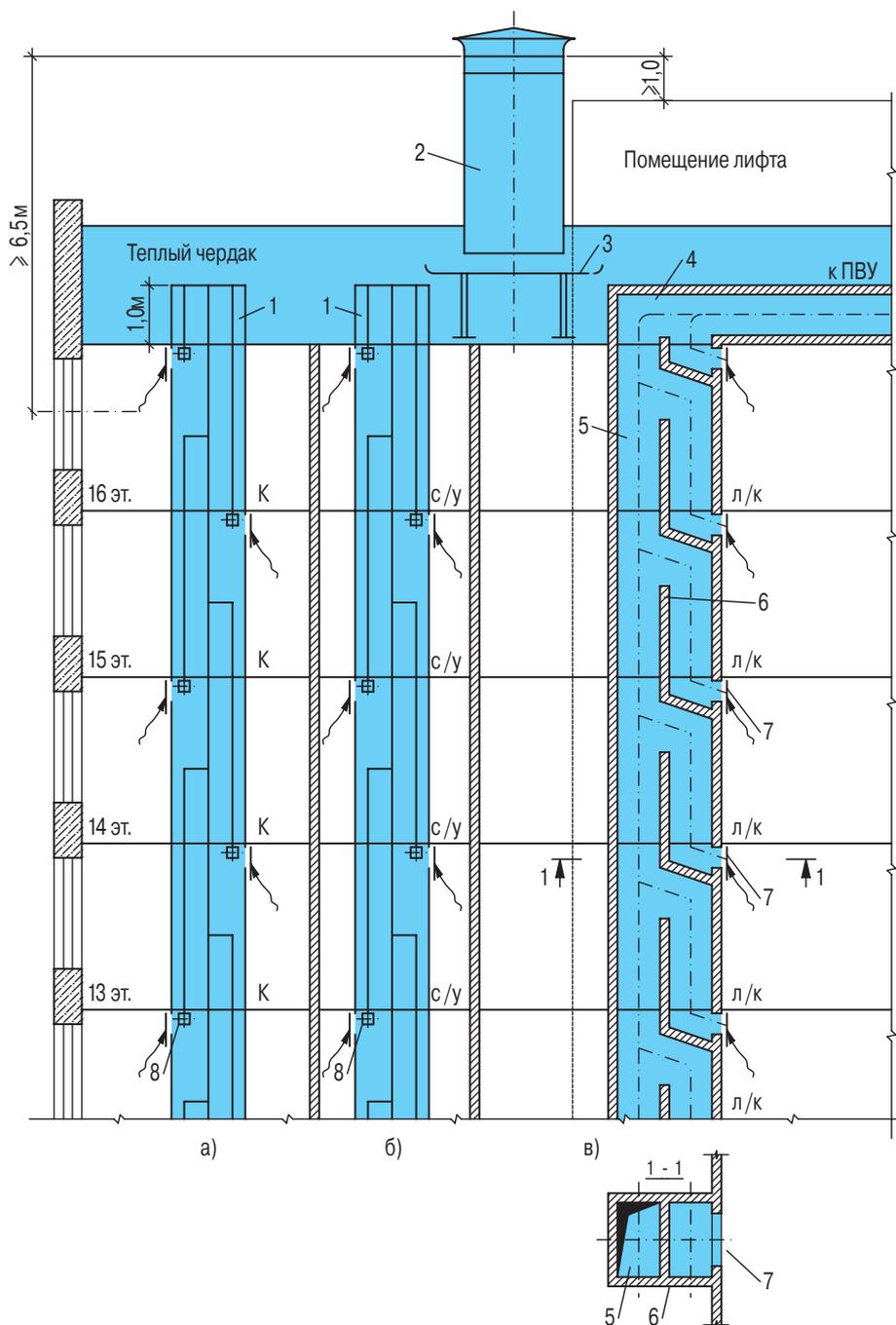


Рис. 2. Вентиляция жилого здания с теплым чердаком (а – каналы-спутники кухонь; б – каналы-спутники санузлов; в – противодымная вентиляция лестничной клетки (разрез и план); 1 – оголовники блоков каналов-спутников; 2 – вытяжная шахта естественной системы теплого чердака; 3 – поддон шахты для сбора конденсата; 4 – сборный канал механической противодымной системы; 5 – противодымная шахта; 6 – рассечка; 7 – автоматический клапан и датчик; 8 – жалюзийная решетка; к – кухни; с/у – санузлы; л/к – лестничные клетки; ПВУ – противодымная вытяжная механическая установка)

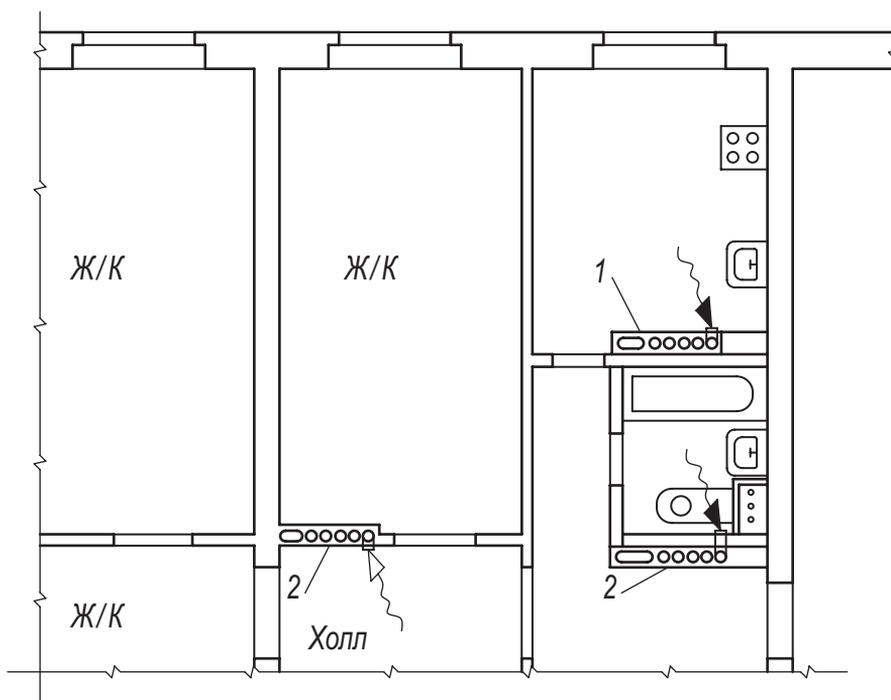


Рис. 3. Пример решения системы вентиляции квартиры большой площади шестнадцатизатажного жилого дома с применением вентиляционных панелей-перегородок с наклонными каналами (1 – вентиляционная панель-перегородка для кухни; 2 – вентиляционная панель-перегородка для санузла; 3 – дополнительная вентиляционная панель-перегородка с удалением воздуха из холла прихожей из-за недостаточности сечения вентиляционного канала кухни)

### Противодымная защита

1. Противодымная защита здания предназначена для исключения задымления лестничной клетки при эвакуации людей в определенное время, необходимое для осуществления их пожаробезопасности, а так же для осуществления пожаротушения.

При проектировании жилых зданий учитывают следующее:

- лестничные клетки должны быть изолированы от подвалов и чердаков;
- на пути движения людского потока должно быть не менее двух входных дверей (со шлюзованием);
- число различных вертикальных шахт, и способствующих гравитации воздуха, должно быть сведено до минимума;
- балконы здания должны обслуживать сразу несколько квартир.

В зданиях до 10 этажей проектируются балконные переходы в смежные секции на уровне, начиная с 6 этажа (см. рис. 4), а в зданиях 10 этажей и выше (с отметкой пола верхнего этажа от уровня планировочной отметки земли 26,5 м) проектируются незадымляемые лестницы с противодымной аварийной вентиляцией, которая оборудована противопожарной сигнализацией.

Противопожарная система вентиляции проектируется индивидуальной для каждой лестничной клетки, состоящей из двух самостоятельных частей: вытяжной и приточной, см. рис. 5.

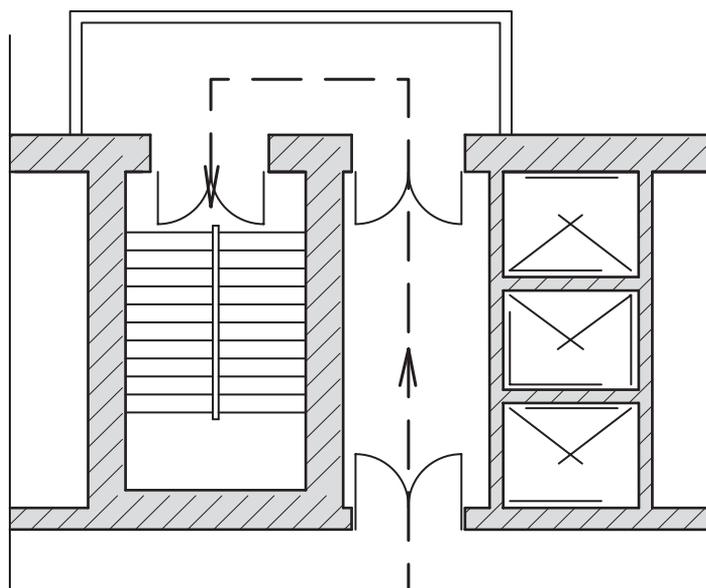


Рис. 4. Вариант решения незадымляемой лестничной клетки через балкон (подобные варианты – через лоджию, через галерею в зданиях галерейного типа, лестничная клетка, расположенная вне здания)

2. Вытяжная часть противодымной вентиляции проектируется для удаления дыма из коридоров и холлов лестничной клетки всех этажей жилого дома.

Состав вытяжной части противодымной вентиляции:

- противодымные клапаны, расположенные под потолком коридоров или холлов каждого этажа лестничной клетки секции жилого дома, см. рис. 6;
- вытяжные блоки-шахты с рассечками, см. рис. 2;
- камера с установкой в ней центробежного или осевого вентилятора с мотором на одной оси, см. рис. 7;
- бетонная вытяжная шахта, которая выводится над крышей на 2,0 и более метров;
- система автоматики с датчиками, расположенными в районе противопожарных клапанов.

3. Приточная часть противодымной вентиляции проектируется для поддержания в лестничной клетке в начальный период пожара (примерно в течение 1 часа) избыточного давления (до 20 Па) по отношению к наружному воздуху, т.е. для «раздымления» пожара подачей наружного воздуха (обычно в верхнюю зону лестничной клетки, но возможны и другие варианты, см. рис. 8).

Состав приточной части противодымной вентиляции:

- воздухозабор наружного воздуха, см. рис. 5;
- камера с установкой в ней осевого вентилятора в комплекте с мотором (на одной оси), см. рис. 7;
- устройство для выпуска воздуха в лифтовую шахту или в лестничную клетку, см. рис. 8, в зависимости от решения незадымляемой лестничной клетки;
- система автоматики с дистанционным управлением.

4. Вытяжные и приточные камеры противодымной системы должны выполняться из негорящего материала, имеющего предел огнестойкости >1 часа. Размещаются вытяжные и приточные камеры, как правило, в объеме холодного или теплого чердака, но возможно расположение и на крыше при условии, что расчетная температура наружного воздуха зоны строительства объекта выше  $-40^{\circ}\text{C}$ .

5. Определить основные размеры системы дымоудаления. Размеры вентиляционных установок и каналов с клапанами протпводымной системы определяются расчетом в зависимости от производительности вытяжной  $L_{\text{в.п.у.}}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , и приточной  $L_{\text{пр.п.у.}}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , частей системы.

6. При разработке учебного архитектурного проекта количество удаляемого воздуха лестничной клетки (производительность вытяжной установки) может определяться по формуле:

$$L_{\text{в.п.у.}} = (7500 \div 9000) \cdot F_{\text{дв.}} \quad (7)$$

где

7500  $\text{м}^3/\text{ч}$  на 1  $\text{м}^2$  – количество воздуха, врывающегося через проем открытой входной двери лестничной клетки жилого дома высотой 9-12 этажей;

9000  $\text{м}^3/\text{ч}$  на 1  $\text{м}^2$  – то же, но для домов высотой 13-16 этажей;

$F_{\text{дв.}}$  – площадь проема входной двери лестничной клетки,  $\text{м}^2$ .

Результаты расчета занести в столбец 11 таблицы.

7. Количество подаваемого воздуха в лестничную клетку (производительность приточной установки) может определяться по формуле:

$$L_{\text{пр.п.уст.}} = (3 \div 4) \cdot L_{\text{в.п.уст.}} \quad (8)$$

Результаты расчета занести в столбец 11 таблицы.

8. Размеры сечений каналов для транспортировки воздуха и противодымных клапанов определяются по формуле (4), задавшись скоростью потока воздуха и дыма, см. табл. 2. Размеры сечений типовых противопожарных клапанов – 0,2; 0,3; 0,4  $\text{м}^2$ .

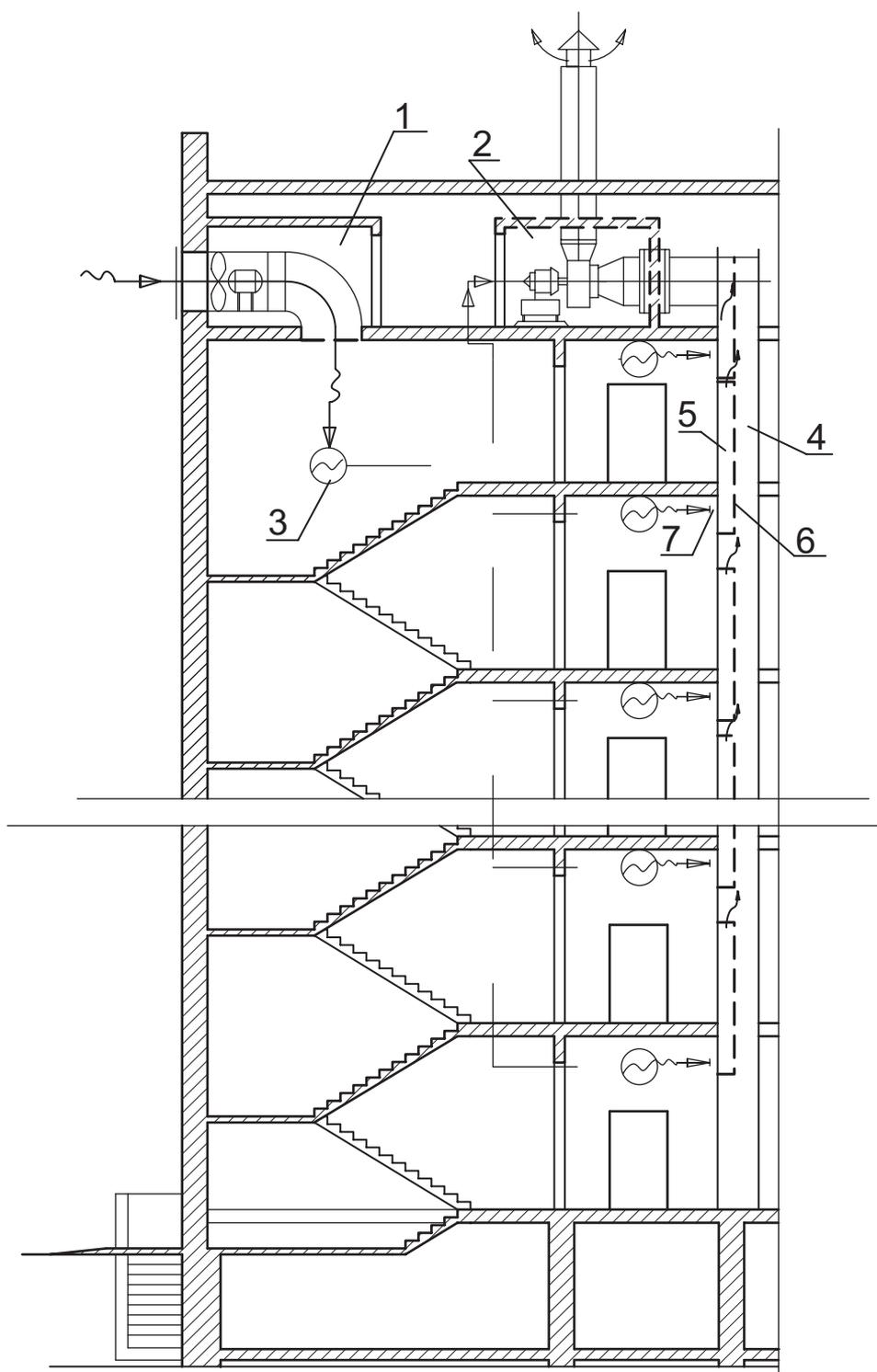
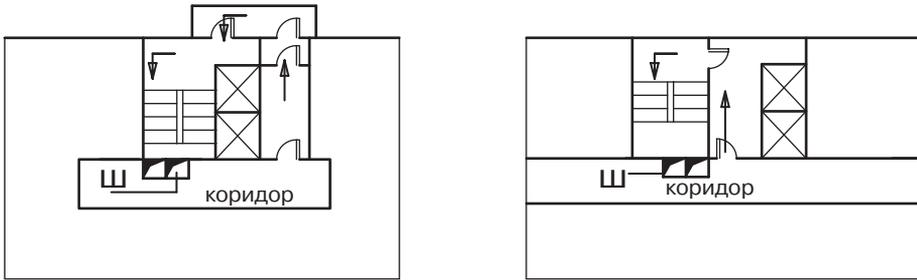


Рис. 5 Противодымная установка лестничной клетки (1 – приточная установка; 2 – вытяжная установка; 3 – система автоматики; 4 – блок-шахта; 5 – канал; 6 – рассечка; 7 – клапан)

Типовой этаж



а)

1-ый этаж

б)

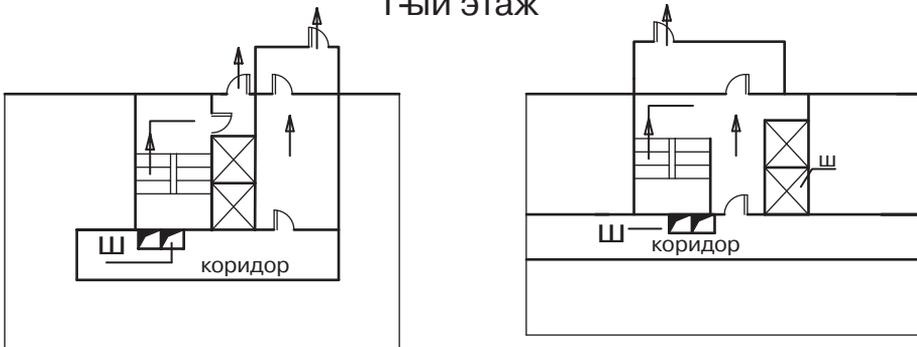


Рис. 6 Планировка лестнично-лифтовых узлов (а – лестница в незадымляемой лестничной клетке 1-го типа с переходом через наружную зону – балкон; б – лестница в незадымляемой лестничной клетке 2-го типа; ш – шахта дымоудаления). При планировке (а) воздух подается сверху только в лифтовую шахту, при планировке (б) воздух подается в лестничные клетки и лифтовые шахты. Удаление воздуха через шахту (ш) коридора с каждого этажа для всех случаев планировок

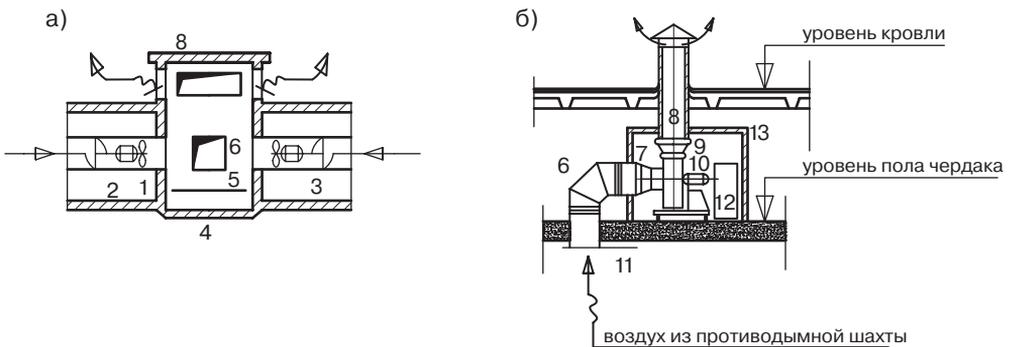


Рис. 7 Вытяжные установки противодымной системы лестничной клетки здания (а – дымовая вентиляционная шахта ДВШ в чердачном помещении с осевыми вентиляторами; б – дымовая вентиляционная шахта ДВШ в чердачном помещении с центробежными вентиляторами; 1 – осевой вентилятор; 2 – электродвигатель; 3 – автоматические задвижки; 4 – дымовой клапан; 5 – лоток для сбора конденсата; 6 – воздуховод вытяжной шахты; 7 – мягкие вставки; 8 – вытяжная шахта установки; 9 – клапан утепленный; 10 – центробежный вентилятор с мотором; 11 – станина; 12 – дверь камеры; 13 – кронштейны)

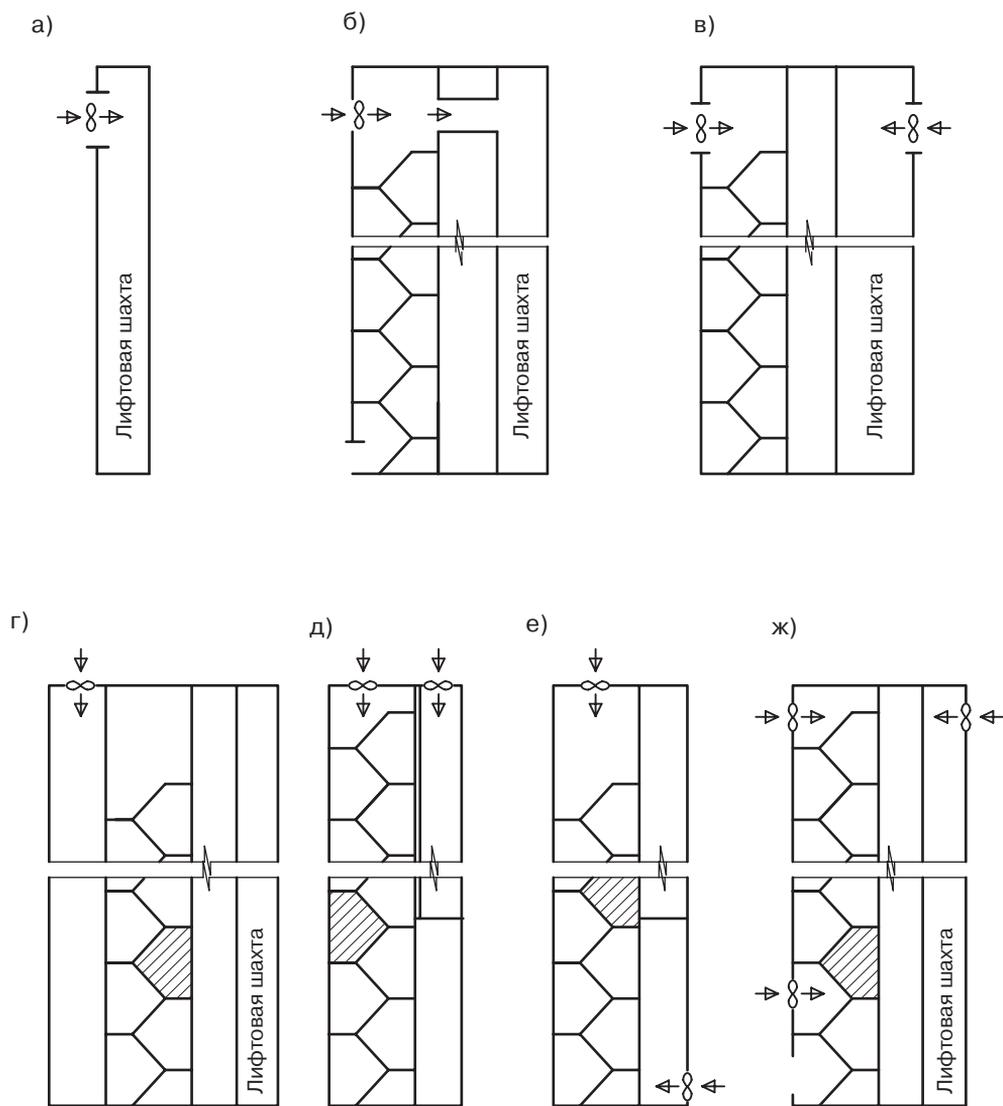


Рис. 8 Схемы подачи воздуха в лифтовые шахты и лестничные клетки (а – в лифтовую шахту; б – в лестничную клетку и частично в лифтовую шахту; в – отдельными системами в лестничную клетку и в лифтовую шахту; г, д, е, ж – в лестничные клетки с рассечками для внутреннего перепада)

## Отопление

Для проектирования системы отопления необходимо определить тип использованной системы, выбрать отопительные приборы, расположить в помещениях квартиры и разработать схему соединения отопительных приборов. При этом следует руководствоваться следующими соображениями.

1. В жилых зданиях проектируются, как правило, системы водяного отопления.

2. В качестве отопительных приборов в жилых зданиях с системой водяного отопления используются радиаторы или конвекторы. Для предупреждения сквозняков отопительные приборы располагаются под окнами.

3. Радиаторы бывают секционного (рис. 9а) и панельного (рис. 9б) типа. Радиаторы секционного типа выполнены из литых чугунных элементов, которые можно собирать для получения радиатора желаемого размера, а также из сварной стали. Радиаторы панельного типа изготовлены из двух пластин штампованной стали, сваренных вместе. Количество панелей можно увеличивать, чтобы получить достаточно большую поверхность.

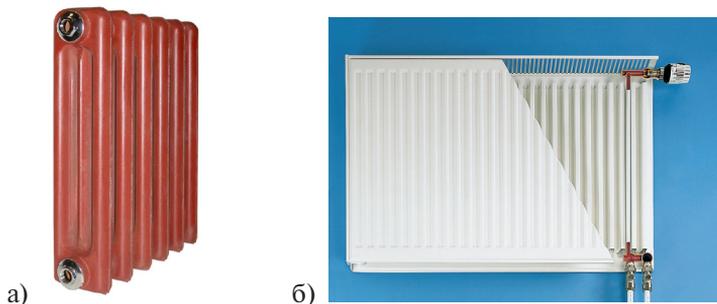


Рис. 9. Радиаторы: секционный (а) и панельный (б)

4. Конвекторы представляют собой разновидность оребренных труб, в которых одна или несколько параллельных труб оборудованы решеткой из пластин квадратной формы на расстоянии примерно 10 мм, причем расстояние изменяется с высотой. Конвекторный блок имеет плоское покрытие с двух сторон, образующее вертикальный канал для воздуха.

5. Для регулировки расхода теплоносителя (а, следовательно, и температуры нагревательного прибора) используются регулировочные вентили. Они бывают двух типов – ручные (рис.10а) и автоматические термостатические (рис.10б). Использование регулировочной арматуры позволяет установить желаемую температуру в помещении, повысив тем самым показатели комфортности, а также выполняют энергосберегающую функцию (снижение расхода тепла для периодов, когда помещение не используется).

Автоматические термостатические вентили снабжены приводом, который открывает и закрывает вентиль в соответствии с комнатной температурой. Приводы бывают электрические либо механические (с элементом, содержащим

жидкость или газ, которые расширяются в зависимости от температуры). Механические приводы (термостаты) представляют собой наиболее распространенный тип силового элемента, используемого для радиаторных клапанов.



Рис. 10. Ручной радиаторный вентиль (а) и термостатический вентиль (б)

6. По способу соединения отопительных приборов системы отопления подразделяются на однотрубные (отопительные приборы соединяются последовательно, рис. 11а), и двухтрубные (отопительные приборы соединяются параллельно, рис. 11б). По расположению труб, соединяющих нагревательные приборы, системы делят на вертикальные (отопительные приборы присоединяются к вертикальному стояку) и горизонтальные (отопительные приборы присоединяются к горизонтально расположенным трубопроводам). При горизонтальной схеме системы отопления возможен поквартирный учет тепла.

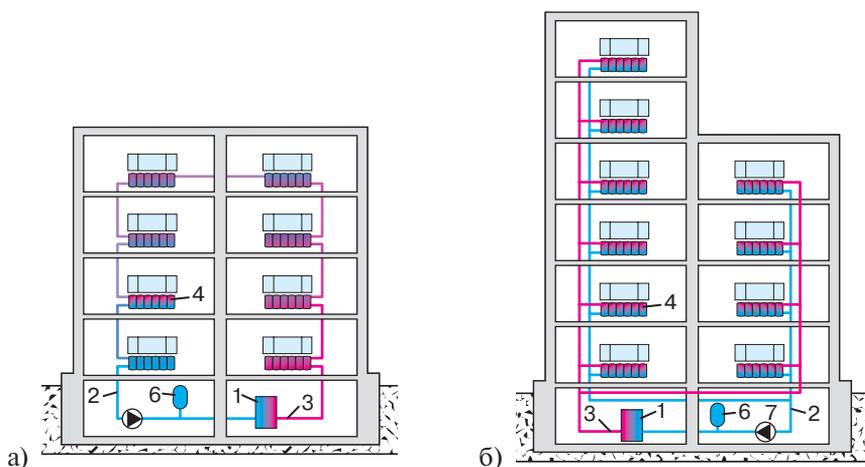


Рис. 11. Соединение отопительных приборов при однотрубной (а) и двухтрубной системе отопления (б)

7. Поквартирная система отопления – система с разводкой трубопроводов в пределах одной квартиры, обеспечивающая поддержание заданной температуры воздуха в помещениях этой квартиры. Поквартирные системы отопления управляются обитателями квартиры без изменения теплового режима соседних помещений и обеспечивают поквартирный учет расхода тепловой энергии. Для организации поквартирного учета тепла обеспечен один ввод в квартиру подающего и обратного трубопроводов и к ним присоединены все отопительные приборы, размещенные в квартире (рис. 12).

Поквартирные системы отопления имеют ряд преимуществ по сравнению с центральными системами:

- повышают уровень комфорта в квартирах за счет обеспечения температуры воздуха в каждом помещении по желанию потребителя;
- обеспечивают возможность учета тепла в каждой квартире и сокращение расхода тепла за отопительный период на 10-15% при автоматическом или ручном регулировании тепловых потоков;
- удовлетворяют требования заказчика по дизайну (возможность выбора типа отопительного прибора, труб, схемы прокладки труб в квартире);
- обеспечивают возможность замены трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и отопительных приборов в отдельных квартирах при перепланировке или при аварийных ситуациях без нарушения режима эксплуатации систем отопления в других квартирах, возможность проведения наладочных работ и гидростатических испытаний в отдельной квартире.

Подводящий и обратный магистральные вертикальные стояки для каждой части здания секции прокладываются в специальных шахтах общих коридоров, лестничных холлов. В шахтах на каждом этаже предусматриваются встроенные монтажные шкафы, в которых должны размещаться распределительные поэтажные коллекторы с отводящими трубопроводами для каждой квартиры, запорная арматура, фильтры, балансировочные клапаны, счетчики учета тепла.

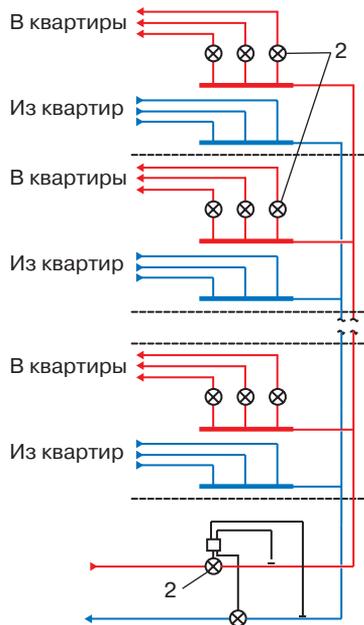


Рис. 12. Схема поквартирного учета тепла (1 – домовый теплосчетчик, 2 – узел поквартирного учета на лестничной клетке)

8. Однотрубные системы позволяют упростить трубчатую систему и использовать часть общего потока в качестве источника тепла в каждом радиаторе. Это снижает температуру подачи в нижней части контура. Такое уменьшение компенсируется большими размерами радиаторов в конце контура. При этом

в обратном трубопроводе отопительной системы получается более низкая температура. Однотрубные системы бывают с байпасом и без байпаса. Система без байпаса не позволяет регулировать температуру на отдельном отопительном приборе. Системы с байпасом (рис. 13), снабженные радиаторным клапаном, позволяют устанавливать требуемую температуру для каждого радиатора.

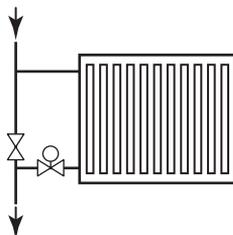


Рис. 13. Однотрубная система отопления с байпасом и радиаторным клапаном

Однотрубные системы отопления могут быть как вертикальные, так и горизонтальные. Однотрубные горизонтальные системы отопления с замыкающими участками и последовательным подсоединением отопительных приборов могут быть поквартирными (рис. 14).

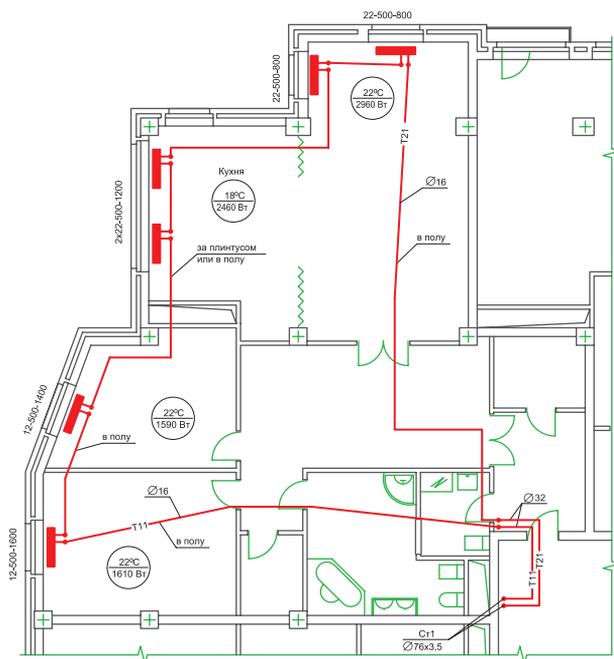


Рис. 14. План квартиры с однотрубной горизонтальной системой отопления

9. Двухтрубные системы отопления легче регулировать и получать нужный выход тепла во всех частях системы. Система имеет одну подающую и одну отводящую трубу (рис. 15), а каждый радиатор снабжается водой с одинаковой температурой. Кроме того, в этом случае возможен поквартирный учет тепла.



Рис. 15. Присоединение отопительного прибора при двухтрубной схеме

Поквартирная двухтрубная горизонтальная система отопления с теплосчетчиком, установленным на лестничной площадке, и с термостатическими вентилями на каждом отопительном приборе обеспечивает возможность поквартирного учета и регулирования расхода тепловой энергии и индивидуального регулирования температуры воздуха в помещениях.

Применяются две схемы поквартирного двухтрубного отопления: лучевая (рис. 16) и периметральная (рис. 17).

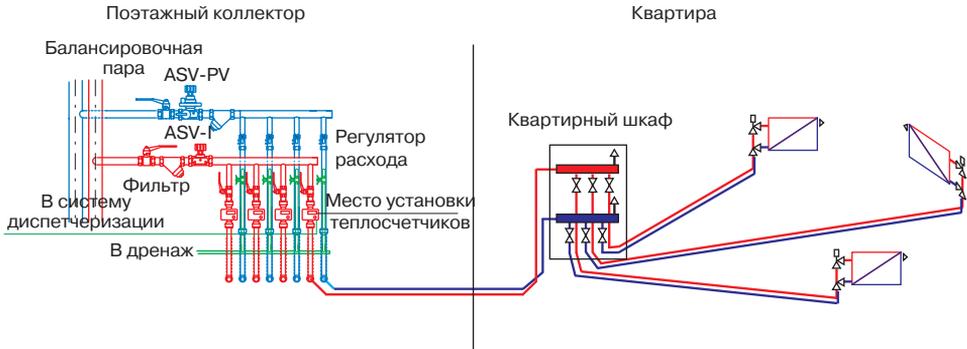


Рис. 16. Лучевая схема системы отопления

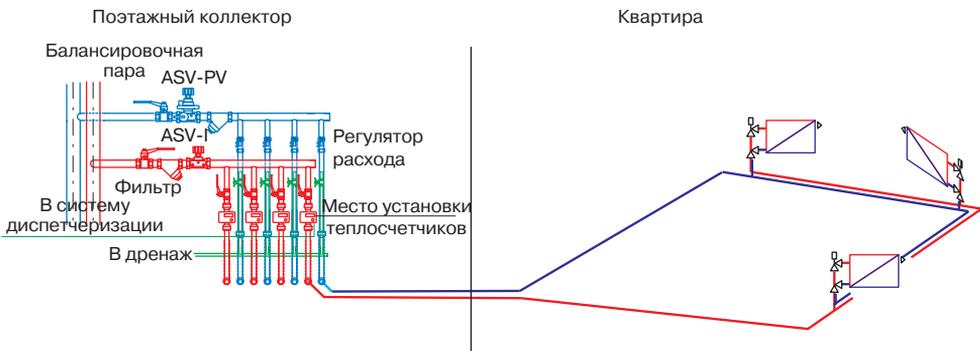


Рис. 17. Периметральная схема системы отопления

При лучевой схеме каждый из отопительных приборов присоединяется к подающему и обратному коллекторам (манифолдам) и регулируется автономно.

При периметральной схеме отопительные приборы гидравлически более зависимы, но эта схема требует меньшего количества труб и обладает лучшей ремонтпригодностью. Независимость развязки трубопроводов от других квартир предполагает возможность индивидуального проектирования отопления каждой квартиры.

Планы квартир с двухтрубной периметральной системой отопления и двухтрубной лучевой системой отопления приведены на рис. 18 и 19.

10. Полотенцесушители ванных помещений присоединяются:

- к системе горячего водоснабжения – при теплоснабжении здания от тепловых сетей или от автономного источника;
- к системе отопления – при индивидуальном источнике тепла.

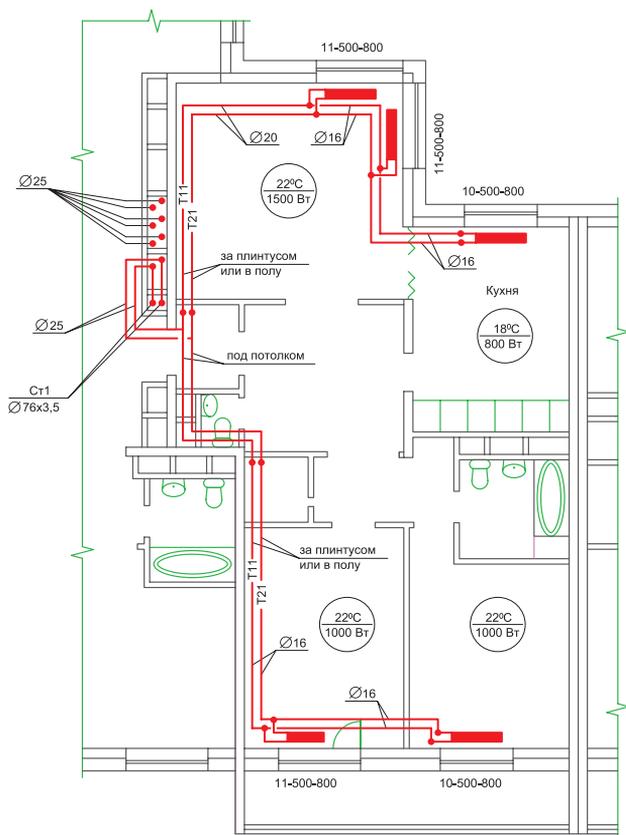


Рис. 18. План квартиры с двухтрубной периметральной системой отопления

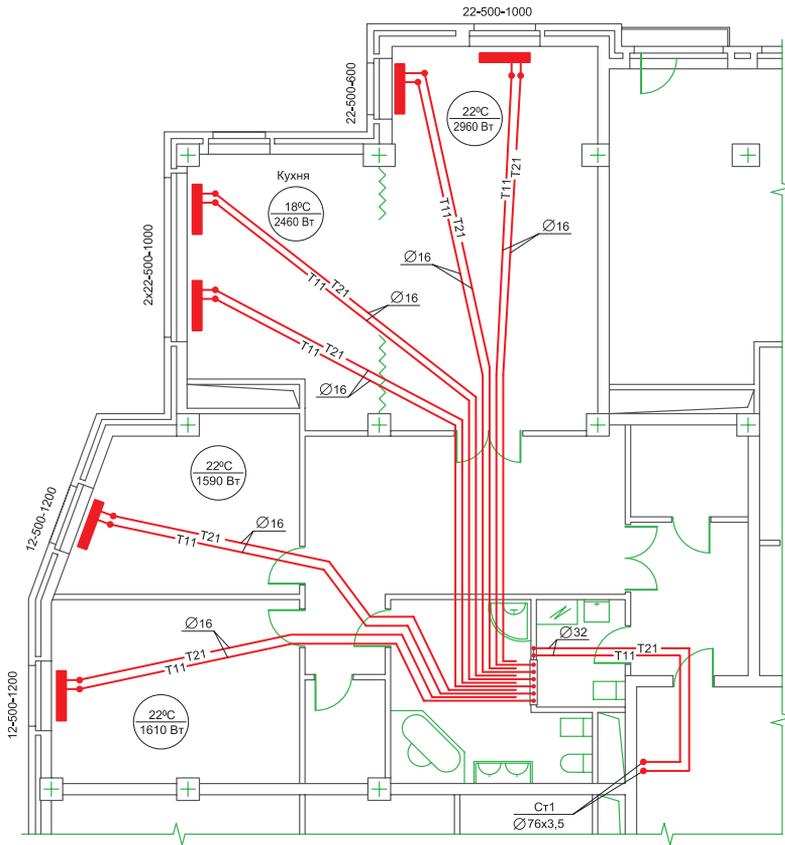


Рис. 19. План квартиры с двухтрубной лучевой системой отопления

11. В жилых зданиях с числом этажей более трех при центральном или общем автономном источниках теплоснабжения необходимо проектировать отопление лестничных клеток, лестничных и лифтовых холлов. В зданиях с числом этажей более трех, но не более 10 этажей, а также в зданиях любой этажности с индивидуальными источниками тепла допускается не проектировать отопление незадымляемых лестничных клеток первого типа.

12. При проектировании высотных зданий необходимо использовать специальные решения по отоплению. Высотные жилые здания должны зонироваться по вертикали – делиться на зоны высотой 50 м, между которыми помещаются технические этажи. На технических этажах размещается отопительное оборудование. Высота зоны обуславливается допустимым давлением в наиболее низко расположенных отопительных приборах этой зоны.

### Узел подомового учета тепла и воды

Для организации подомового учета потребленного тепла и воды должны быть установлены тепло- и водосчетчики. Схема узла учета приведена на рис. 20.

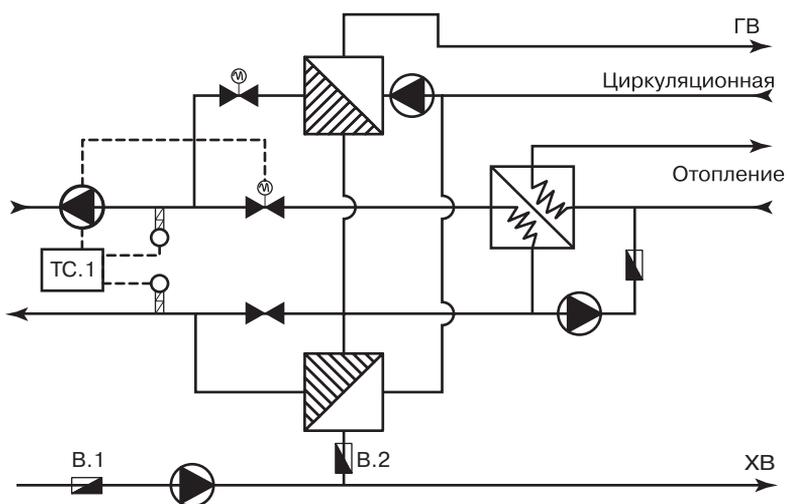


Рис. 20. Узел учета потребленного тепла и воды (ГВ – горячая вода для водоснабжения; ХВ – холодная вода для водоснабжения; ТС.1 – теплосчетчик; В.1, В.2 – водосчетчики)

## Рекомендуемая литература

1. «Инженерное оборудование зданий и сооружений» под ред. Ю.А. Табунщикова. М., Высшая школа, 1989
2. Шубина Т.С. Методические указания №2 к учебному заданию на выполнение курсовой работы «Вентиляция и отопление жилого дома высотой 9–16 этажей»
3. СНиП 2.04.05 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
4. СНиП 2.08.01 «Жилые здания»
5. АВОК СТАНДАРТ–1–2004 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена»
6. ТР АВОК–4–2004 «Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома»
7. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. М., АВОК-ПРЕСС, 2003
8. «Инженерное оборудование высотных зданий» под общ. ред. М. М. Бродач. М., АВОК-ПРЕСС, 2007
9. Библиотека научных статей журналов «АВОК» и «Энергосбережение» ([www.abok.ru](http://www.abok.ru))

## **Приложения**

1. Таблица организации воздухообмена помещений жилого дома
2. Схемы механической вентиляции
3. Приточные устройства
4. Методика расчета требуемого воздухообмена в квартирах жилого здания повышенной комфортности

Приложение 1

Организация воздухообмена в помещениях жилого дома

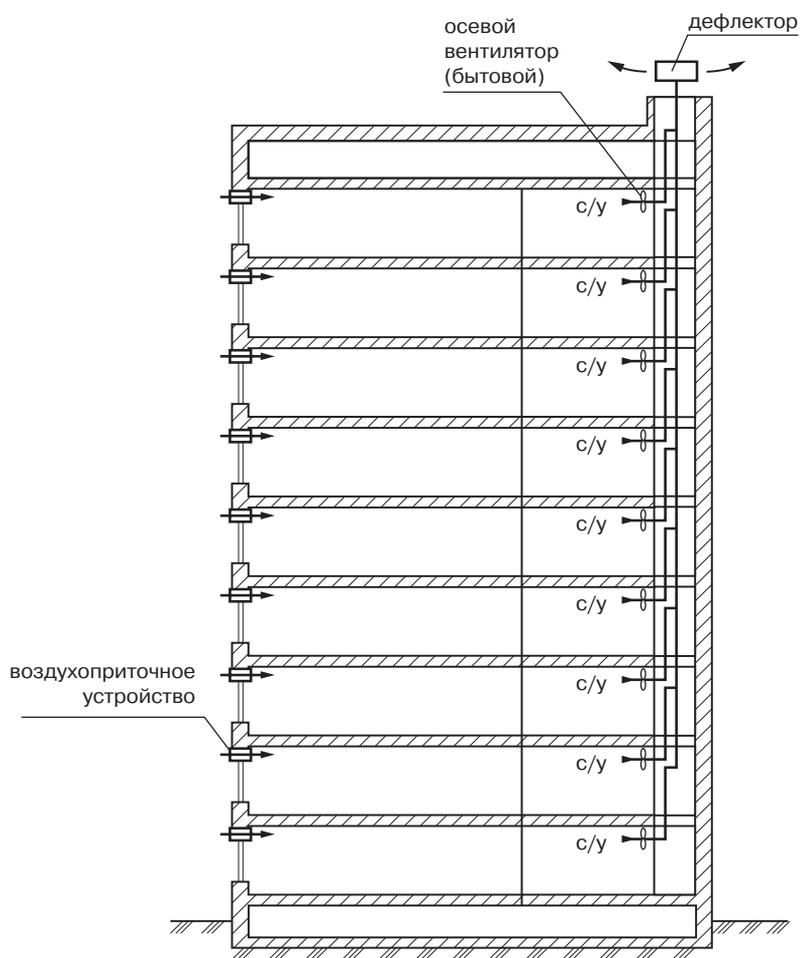
№ п/п	Наименование помещения	Объем, $V$ , м <sup>3</sup> , или площадь, $F$ , м <sup>2</sup> , помещения	Количество оборудования	Температура воздуха $t_b$ , °С		Относительная влажность $\phi_{в}$ , %		Нормативный воздухообмен, 1/ч или м <sup>3</sup> /ч		Расчетный воздухообмен $L$ , м <sup>3</sup> /ч		№ системы вентиляции		Места размещения установок или шахт	
				Х.П.	Т.П.	Х.П.	Т.П.	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка	приток
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

## Приложение 2

### Схемы механической вентиляции

#### Механическая вентиляция с бытовыми осевыми вентиляторами в каждой квартире

Удаление воздуха осуществляется из санузлов и кухонь через общие шахты и поэтажные ответвления (спутники) с подсоединением их выше обслуживаемых помещений не менее чем на 2 м. Для более устойчивой работы вытяжной системы на каждом ответвлении в санузел, ванную, кухню устанавливаются бытовые осевые вентиляторы, которые могут быть заблокированы с электроосвещением этих помещений или иметь отдельное включение.



Наружный воздух в помещения поступает через регулируемые воздухоприточные устройства, в качестве которых могут использоваться:

- саморегулирующиеся приточные устройства, с термостатом, регулирующим количество приточного воздуха в зависимости от наружной температуры;

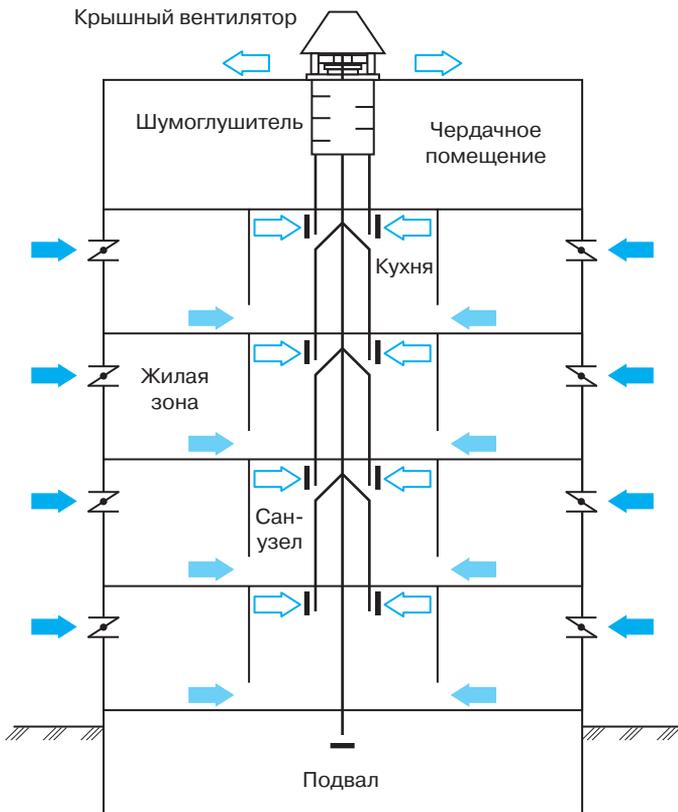
- гигрорегулируемые приточные устройства, регулирующие приток в зависимости от уровня влажности воздуха в помещении;
- регулируемые вручную приточные устройства типа аэроматов.

Все приточные устройства устанавливаются в верхней зоне наружных стен комнат или в верхнем переплёте оконных рам.

Положительными сторонами такого рода системы являются, во-первых, возможность периодической работы вентиляции, например, по датчику влажности в помещении, при ручном включении вентилятора или при включении света, и, во-вторых, установка вентилятора в зоне ответственности самого потребителя. При выключенном вентиляторе такая система может работать как естественная вытяжка, поддерживая минимальный воздухообмен. Недостатки такой системы – шум канальных вентиляторов в квартире и большая протяженность вытяжных воздуховодов по зданию.

### Централизованная механическая вытяжная вентиляция

Вытяжные установки – механические, централизованные. В качестве побудителя тяги используется канальный вентилятор (один на полусекцию), установленный на чердаке здания, или крышный вентилятор (один на полусекцию). Для защиты от шума на всасывающей стороне вентиляторов устанавливаются шумоглушители.



Приток осуществляется через регулируемые воздухоприточные устройства.

Схема включает в себя вертикальный сборный канал — «ствол» с боковыми ответвлениями — «спутниками». Воздух поступает в боковое ответвление через вытяжное отверстие, расположенное в кухне, ванной комнате или туалете, и, как правило, в междуэтажном перекрытии над следующим этажом перепускается в магистральный сборный канал. Такая схема значительно компактнее системы с индивидуальными каналами, может быть аэродинамически устойчивой и отвечает требованиям противопожарной безопасности.

Основное достоинство этого варианта — гарантированная устойчивая вытяжка из санузлов и кухонь вне зависимости от внешних погодных факторов.

### Централизованная механическая приточно-вытяжная вентиляция

Приток в помещения осуществляется от центральной приточной установки, в состав которой входят фильтры для очистки наружного воздуха и воздухоподогреватели, обеспечивающие нагрев до требуемой температуры.

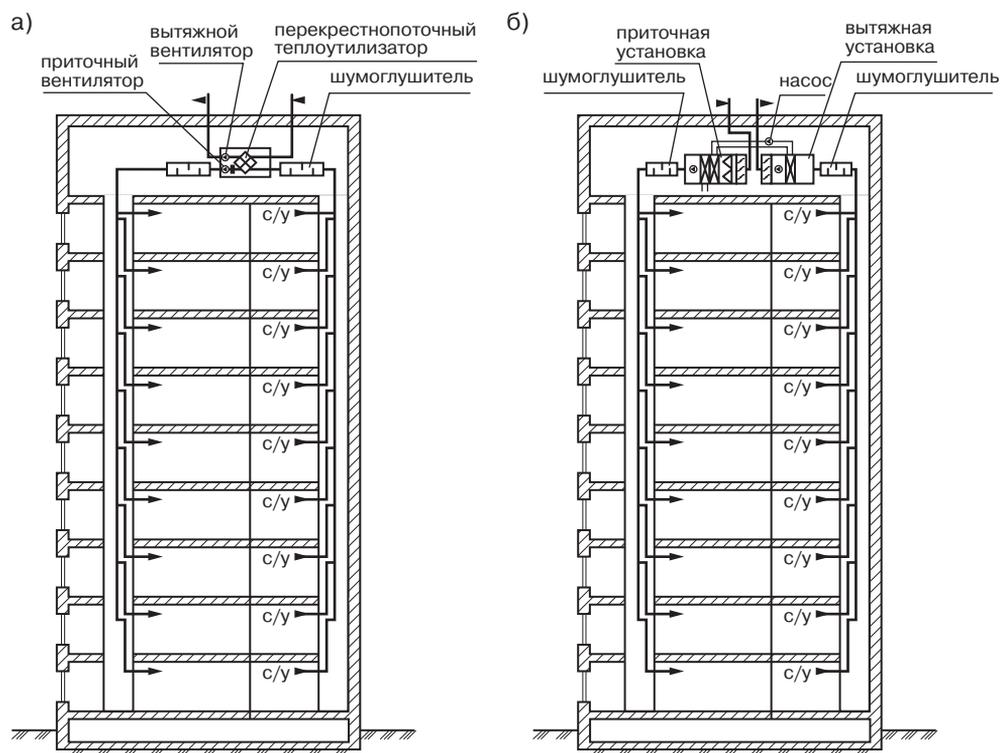


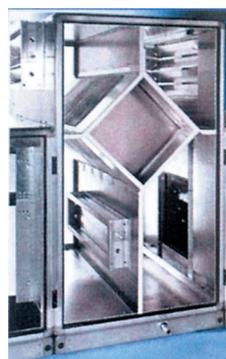
Схема централизованной механической приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией тепла удаляемого воздуха (а — с перекрестнопоточным теплоутилизатором, б — с глицеревыми теплообменниками)

Для снижения энергопотребления в случае механической приточно-вытяжной вентиляции, как правило, используется (утилизируется) тепло удаляемого воздуха для предварительного подогрева приточного воздуха. Возможны следующие способы утилизации тепла удаляемого воздуха:

- с использованием встроенного перекрестноточного теплоутилизатора (эффективность теплоутилизации составляет до 70%, зависит от разности температур между потоками воздуха, влажности и отношения расходов воздуха);
- с использованием гликолевых теплообменников (эффективность теплоутилизации составляет до 45%).

Недостатком данного варианта являются достаточно большие капитальные затраты, однако он обладает следующими существенными достоинствами:

- гарантированной устойчивой вытяжкой круглый год;
- поступлением предварительно очищенного и подогретого воздуха;
- значительной экономией тепла за счёт утилизации тепла удаляемого воздуха.



Перекрестноточный теплоутилизатор

### Вытяжные каналы

Вытяжные каналы зданий, строящихся по индивидуальным проектам, как правило, выполняются металлическими, по спутниковой схеме и, в случае высоких зданий, делятся по высоте на зоны не более 10–12 этажей. Прокладываются они в специальных внутриквартирных шахтах. Вентиляционные каналы типовых зданий обычно проектируются из бетонных вентблоков. Основной проблемой в этом случае является обеспечение герметичности междуэтажных стыков.



Вентиляционные каналы высотного здания (сборный канал и канал—«спутник» с шумоглушителем)

### Приложение 3

#### Приточные устройства

Для обеспечения поступления в помещение свежего воздуха, по объему соответствующего удаляемому количеству, в коробке оконного проема или в стене под окном предусматривается щель, закрываемая с внутренней стороны клапаном, имеющим глушитель и мембрану с отверстиями для прикрытия щели под действием сильного ветра. Клапаны могут допускать регулировку объема приточного воздуха. Кроме этого, возможно применение клапана, открывающегося при достижении определенной влажности в помещении (гигрорегулируемого).

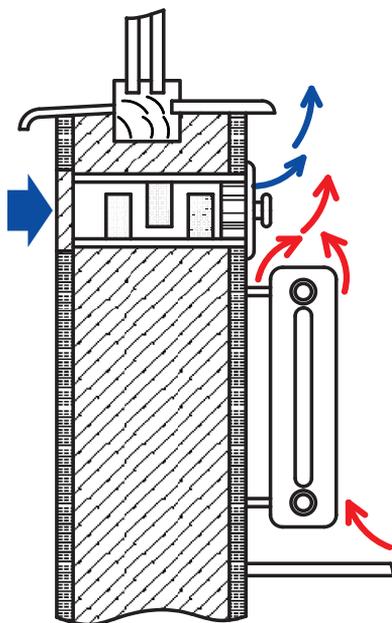
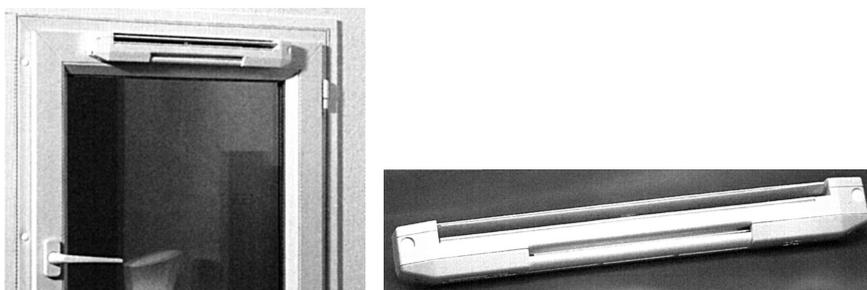


Схема приточного клапана, расположенного в стене под оконным проемом



Гигрорегулируемое приточное устройство с шумопоглощением, установленное в верхней части коробки оконного проема

## Приложение 4

### Методика расчета требуемого воздухообмена в квартирах жилого здания повышенной комфортности

Минимальный необходимый воздухообмен, достаточный для поддержания в помещениях требуемого качества воздуха, обеспечивается системой естественной или механической вентиляции путем подачи наружного воздуха и удаления воздуха, ассимилировавшего загрязняющие вещества в помещениях. При этом учитывается не только площадь (объем) помещения, но и количество людей, находящихся в помещении, а также режим работы помещения (постоянный, максимальный или минимальный).

В таблице представлены нормы удельного воздухообмена на одного человека или на 1 м<sup>2</sup> помещения.

#### Нормы минимального воздухообмена в помещениях жилых зданий и температуры внутреннего воздуха в холодный период

Помещения	Режим работы	Норма воздухообмена	Примечание
Жилая зона	Постоянный	Кратность воздухообмена 0,35 1/ч от общего объема квартиры, но не менее 30 м <sup>3</sup> /(ч·чел.) 3 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> жилых помещений, если общая площадь квартиры не более 20 м <sup>2</sup> /чел.	Для расчета расхода воздуха (м <sup>3</sup> /ч), по кратности объем помещений следует определять по общей площади квартиры. Квартиры с плотными для воздуха ограждающими конструкциями требуют дополнительного притока воздуха для каминов (по расчету) и механических вытяжек
Кухни	Постоянный	60 м <sup>3</sup> /ч при электрической плите 90 м <sup>3</sup> /ч при 4-конфорочной газовой плите	Приточный воздух может поступать из жилых помещений <sup>2</sup>
	Максимальный	180 м <sup>3</sup> /ч	
	Минимальный	30 м <sup>3</sup> /ч при электрической плите 45 м <sup>3</sup> /ч при 4-конфорочной газовой плите	
Ванные комнаты, туалеты <sup>2</sup>	Постоянный	25 м <sup>3</sup> /ч из каждого помещения 50 м <sup>3</sup> /ч при совмещенном санузле	То же
	Максимальный	90 м <sup>3</sup> /ч из каждого помещения 120 м <sup>3</sup> /ч при совмещенном санузле	
	Минимальный	10 м <sup>3</sup> /ч из каждого помещения 20 м <sup>3</sup> /ч при совмещенном санузле	
Постирочная	Максимальный	Кратность воздухообмена: 5 1/ч	
	Минимальный	1 1/ч	
Гардеробная, кладовая	Постоянный	Кратность воздухообмена 1 1/ч	
Помещение теплогенератора (вне кухни)	Постоянный	Кратность воздухообмена 1 1/ч	

Максимальный режим работы – кухонное оборудование, ванная комната и туалет используются; минимальный режим работы – кухонное оборудование, ванная комната и туалет не используются. Для максимальных режимов следует принимать коэффициент одновременности пользования кухней, ванной комнатой, туалетом, по стирочной  $K = 0,4-0,5$ .

Если приточный воздух поступает непосредственно в помещения кухни, ванны или туалета, не следует допускать его перетекание в жилые помещения.

Расчетной величиной воздухообмена является большая величина между притоком и вытяжкой.

### Пример расчета воздухообмена в квартире

#### I. Исходные данные

Общая площадь квартиры  $F_{\text{общ}} = 100 \text{ м}^2$ . Площадь жилых помещений  $F_{\text{жил}} = 60 \text{ м}^2$ .

Объем квартиры  $V = 280 \text{ м}^3$ . Кухня с 4-конфорочной газовой плитой.

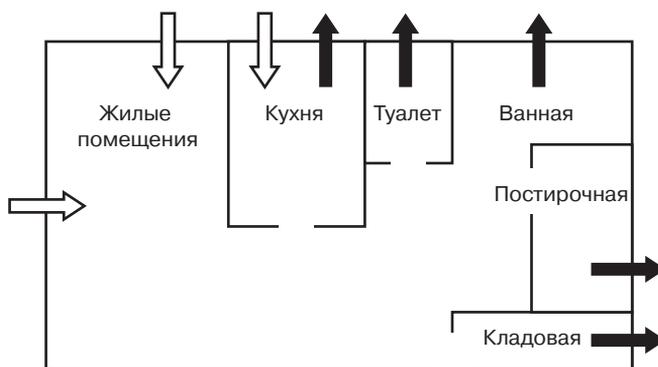


Схема организации воздухообмена в квартире

#### II. Расчет воздухообмена

Расчет воздухообмена производится для трех режимов работы – постоянного, максимального и минимального, и для трех вариантов заселенности – 5, 4 и 2 человек, проживающих в данной квартире.

##### 1. Расчет постоянного воздухообмена

1.1. Вариант 1. В квартире проживает 5 человек (заселенность  $100/5 = 20 \text{ м}^2/\text{чел.}$ ).

а) Объем притока (в жилые помещения):

по кратности –  $L_{\text{жил}} = 280 \cdot 0,35 = 98 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

по нормативу –  $L_{\text{жил}} = 60 \cdot 3 = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

б) Объем вытяжки (из кухни, ванной комнаты, туалета, кладовой и постирочной):

$L_{\text{кухни}} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{ванны}} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{туалета}} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{клад}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{постир}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$$\Sigma L_{\text{удал.}} = 170 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Расчетный воздухообмен следует принять по объему притока  $L_{\text{расч}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч.}$

1.2. Вариант 2. В квартире проживает 4 человека (заселенность  $100/4 = 25 \text{ м}^2/\text{чел.} > 20 \text{ м}^2/\text{чел.}$ ).

а) Объем притока (в жилые помещения):

$$\text{по кратности} - L_{\text{жил}} = 280 \cdot 0,35 = 98 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{по числу проживающих} - L_{\text{жил}} = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

б) Объем вытяжки – как и в варианте 1:

$$\Sigma L_{\text{удал.}} = 170 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчетный воздухообмен следует принять по объему вытяжки  $L_{\text{расч}} = 140 \text{ м}^3/\text{ч.}$

1.3. Вариант 3. В квартире проживает 2 человека (заселенность  $100/2 = 50 \text{ м}^2/\text{чел.} > 20 \text{ м}^2/\text{чел.}$ ).

а) Объем притока (в жилые помещения):

$$\text{по кратности} - L_{\text{жил}} = 280 \cdot 0,35 = 98 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{по числу проживающих} - L_{\text{жил}} = 30 \cdot 2 = 60 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

б) Объем вытяжки – как и в варианте 1:

$$\Sigma L_{\text{удал.}} = 170 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчетный воздухообмен следует принять по объему вытяжки  $L_{\text{расч}} = 170 \text{ м}^3/\text{ч.}$

Результаты занести в столбцы 11 и 12 таблицы организации воздухообмена.

## 2. Расчет максимального воздухообмена

а) Объем притока – как и в режиме постоянного воздухообмена.

б) Объем вытяжки (из кухни, ванной комнаты, туалета, кладовой и постирочной):

$$L_{\text{кухни}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{ванны}} = 90 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{туалета}} = 90 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{клад}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{постир}} = 100 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Sigma L_{\text{удал.}} = 470 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Sigma L_{\text{удал.расч}} = 470 \cdot 0,4 = 190 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчетный воздухообмен следует принять по объему вытяжки  $L_{\text{расч}} = 190 \text{ м}^3/\text{ч}$  при любой заселенности. Результаты занести в столбцы 11 и 12 таблицы организации воздухообмена.

## 3. Расчет минимального воздухообмена

а) Объем притока – как и в режиме постоянного воздухообмена:

В квартире проживает 5 человек: по нормативу  $L_{\text{жил}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч};$

В квартире проживает 4 человека: по числу проживающих  $L_{\text{жил}} = 120 \text{ м}^3/\text{ч};$

В квартире проживает 2 человека: по кратности  $L_{\text{жил}} = 98 \text{ м}^3/\text{ч.}$

б) Объем вытяжки (из кухни, ванной комнаты, туалета, кладовой и постирочной):

$$L_{\text{кухни}} = 45 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{ванны}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{туалета}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{клад}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{постир}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Sigma L_{\text{удал.}} = 95 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчетный воздухообмен следует принять:

$$L_{\text{расч}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ при заселенности } 5 \text{ человек};$$

$$L_{\text{расч}} = 120 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ при заселенности } 4 \text{ человека};$$

$$L_{\text{расч}} = 98 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ при заселенности } 2 \text{ человека}.$$

Результаты занести в столбцы 11 и 12 таблицы организации воздухообмена.