

## РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУХООБМЕНА  
В КВАРТИРАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

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

Ю.А. Табунщиков, доктор техн. наук (НП «АВОК») - руководитель;

М.М. Бродач, канд. техн. наук (МАрхИ);

А.Н. Колубков (ППФ «Александр Колубков»);

Л.В. Иванихина, канд. техн. наук (ОАО «ЦНИИПромзданий»);

В.А. Ионин (Москомархитектура);

В.И. Ливчак, канд. техн. наук (НП «АВОК»);

Е.Г. Малявина, канд. техн. наук (МГСУ);

А.Л. Наумов, канд. техн. наук (НПО «Термэк»);

**Е.О. Шилькрод**, канд. техн. наук (ОАО «ЦНИИПромзданий»).

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Президента НП «АВОК» от 19 марта 2012 г.

3 ВЗАМЕН [ТР АВОК 4-2008](#).

**Содержание**

[Введение](#)

[1 Область применения](#)

[2 Нормативные ссылки](#)

[3 Термины и определения](#)

[4 Виды и типы систем вентиляции](#)

[5 Общие технические требования](#)

[6 Требования санитарно-гигиенической и пожарной безопасности](#)

[7 Материалы и оборудование](#)

[7.1 Каналы и воздуховоды](#)

[7.2 Приточные и вытяжные устройства](#)

[7.3 Вентиляторы](#)

[8 Расчет систем вентиляции](#)

[8.1 Расчет системы естественной вентиляции](#)

[8.2 Расчет системы механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха](#)

[8.3 Расчет системы механической приточно-вытяжной вентиляции](#)

[Приложение А \(справочное\) Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов](#)

[Приложение Б \(справочное\) Кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий](#)

[Приложение В \(справочное\) Примеры расчета систем вентиляции](#)

[Библиография](#)

**Введение**

Организованный воздухообмен (вентиляция) является основным способом обеспечения чистоты воздуха в квартирах жилых зданий. От качества и надежности работы вентиляции зависят комфортность проживания, здоровье людей, сохранность и долговечность конструкций здания.

В жилищном строительстве в СССР и в России, как правило, применялись системы естественной приточно-вытяжной вентиляции. Наружный воздух поступал в квартиры через неплотности в оконных переплетах, форточки, фрамуги или открываемые окна и удалялся через вентиляционные каналы санитарных узлов и кухню. Применение естественной вентиляции в зданиях массового строительства обуславливалось ее простотой и невысокой стоимостью, а также практическим отсутствием необходимости ее обслуживания при существовавшей тогда герметизации наружных ограждений квартир. Недостатками естественной вентиляции являлись неустойчивый воздушный режим квартир, вызываемый значительным влиянием температуры наружного воздуха и влиянием ветра, дискомфорт от использования форточек при низких наружных температурах. Открывание форточек приводит обычно к избыточному проветриванию и охлаждению помещений, что особенно проявляется в холодный период года.

Высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания. Наблюдаются высокая влажность и низкое качество воздуха, что зачастую является причиной грибковых поражений конструкций. Попытки организовать проветривание путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяют обеспечивать требуемый микроклимат помещений и значительно снижают эффективность использования теплоты, затраты которой на подогрев приточного воздуха в современной квартире зачастую превышают потери теплоты через наружные ограждения. Открывание форточек способствует проникновению шума через окна квартир, выходящие на улицу.

Высокие требования к качеству вентиляции привели к необходимости использования других конструктивных схем вентиляции, таких как устройство регулируемой вентиляции с естественным притоком воздуха через специальные приточные клапаны, обеспечивающие нормативный воздухообмен и не позволяющие уличному шуму проникать в квартиры; устройство механической вытяжной или механической приточно-вытяжной вентиляции, в том числе с утилизацией теплоты удаляемого воздуха. Указанные схемы позволяют нормализовать воздушно-тепловой режим квартир, обеспечить требуемый воздухообмен, а также в случае осуществления регулирования воздухообмена по потребности и применения утилизации теплоты удаляемого воздуха снизить затраты теплоты на вентиляцию.

Требования федеральных законов и постановлений субъектов РФ также уделяют внимание повышению качества воздуха в помещениях.

Так, требования [1] содержат следующие положения:

«Статья 10. Требования безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях

<...>

2. Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения обеспечивались безопасные условия для проживания и пребывания человека в зданиях и сооружениях по следующим показателям:

1) качество воздуха в производственных, жилых и иных помещениях зданий и сооружений и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;

<...>

5) защита от шума в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;

6) микроклимат помещений;

7) регулирование влажности на поверхности и внутри строительных конструкций;

8) уровень вибрации в помещениях жилых и общественных зданий и уровень технологической вибрации в рабочих зонах производственных зданий и сооружений...

<...>

Статья 20. Требования к обеспечению качества воздуха

1. В проектной документации зданий и сооружений должно быть предусмотрено оборудование зданий и сооружений системой вентиляции. В проектной документации зданий и сооружений может быть предусмотрено оборудование помещений системой кондиционирования воздуха. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха должны обеспечивать подачу в помещения

воздуха с содержанием вредных веществ, не превышающим предельно допустимых концентраций для таких помещений или для рабочей зоны производственных помещений.

2. В проектной документации здания и сооружения с помещениями с пребыванием людей должны быть предусмотрены меры по:

1) ограничению проникновения в помещения пыли, влаги, вредных и неприятно пахнущих веществ из атмосферного воздуха;

2) обеспечению воздухообмена, достаточного для своевременного удаления вредных веществ из воздуха и поддержания химического состава воздуха в пропорциях, благоприятных для жизнедеятельности человека;

3) предотвращению проникновения в помещения с постоянным пребыванием людей вредных и неприятно пахнущих веществ из трубопроводов систем и устройств канализации, отопления, вентиляции, кондиционирования, из воздуховодов и технологических трубопроводов, а также выхлопных газов из встроенных автомобильных стоянок;

4) предотвращению проникновения почвенных газов (радона, метана) в помещения, если в процессе инженерных изысканий обнаружено их наличие на территории, на которой будут осуществляться строительство и эксплуатация здания или сооружения».

Приказ Министерства регионального развития РФ [2] в качестве минимальных требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений предписывает, что вводимое в эксплуатацию при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте здание должно быть оборудовано устройствами, оптимизирующими работу вентиляционных систем (воздухопропускные клапаны в окнах или стенах, автоматически обеспечивающие подачу наружного воздуха по потребности, утилизаторы теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного, использование рециркуляции).

Постановление Правительства Москвы [3] в качестве главных задач ставит следующие:

- внедрение при проектировании и строительстве зданий и сооружений энергоэффективных технологических и технических решений и оборудования «активного» энергосбережения, в том числе механических приточно-вытяжных систем вентиляции с утилизацией теплоты вентиляционных выбросов, теплонасосных систем теплоснабжения, систем аккумулирования тепловой энергии, эффективных отопительных приборов с регулируемой теплоотдачей, систем автоматизированного учета потребления энергоресурсов и управления микроклиматом и т.д.;

- разработка и введение в действие нормативов и регламентов холодоснабжения жилых и общественных зданий, включая требования по снижению летних пиков электрической нагрузки и регламенты оснащения системами кондиционирования как строящихся, так и эксплуатируемых жилых зданий.

Для продукции домостроительных комбинатов это постановление допускает использование регулируемой вытяжной вентиляции с механическим побуждением и с естественным притоком через вентиляционные\* клапаны в окнах или наружных ограждающих конструкциях.

\* В настоящих технических рекомендациях вместо термина «вентиляционные клапаны» используется термин «приточные клапаны».

Требования Постановления Правительства Москвы [4] в перечне мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности общего имущества собственников помещений в проектируемых, новых, капитально ремонтируемых и реконструируемых многоквартирных домах предписывают выполнение следующих мероприятий для систем вентиляции:

5. Применение авторегулируемой вытяжной вентиляции с механическим побуждением и естественным притоком через вентиляционные клапаны в наружных ограждающих конструкциях.

6. Рекуперация и утилизация тепла вентиляционных выбросов, в том числе с помощью теплонасосных систем теплоснабжения.

7. Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов».

## **РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК**

---

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУХООБМЕНА В КВАРТИРАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

# GUIDELINES FOR VENTILATION SYSTEM LAYOUT IN MULTIFAMILY RESIDENTIAL BUILDINGS

Дата введения - 2012-04-04

## 1 Область применения

1.1 Настоящие технические рекомендации распространяются на проектирование систем естественной и механической вентиляции помещений квартир вновь строящихся и реконструируемых жилых зданий и жилой части многофункциональных зданий.

1.2 Технические рекомендации разработаны в развитие [СП 60.13330.2010](#) «Отопление, вентиляция и кондиционирование», [СП 54.13330.2011](#) «Здания жилые многоквартирные» и с учетом требований [СП 7.13130.2009](#) «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования».

При проектировании, строительстве и эксплуатации систем вентиляции помещений жилых зданий следует руководствоваться нормативными документами, действующими в РФ, а также положениями настоящих технических рекомендаций.

1.3 Технические рекомендации распространяются на проектирование систем вентиляции помещений квартир, в которых сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей, входных дверей в квартиру, дверей и люков коммуникационных шахт соответствует требованиям [СП 50.13330.2010](#) «Тепловая защита зданий».

## 2 Нормативные ссылки

В настоящих технических рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

[ГОСТ 12.1.003-83\\*](#) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

[ГОСТ 30494-96](#) Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

[СанПиН 2.1.2.2645-2010](#) Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях

[СН 2.2.4/2.1.8.562-96](#) Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

[СНиП 23-01-99\\*](#) Строительная климатология

[СП 7.13130.2009](#) Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования

[СП 23-103-2003](#) Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий

[СП 50.13330.2010](#) Тепловая защита зданий

[СП 51.13330.2011](#) Защита от шума

[СП 54.13330.2011](#) Здания жилые многоквартирные

[СП 60.13330.2010](#) Отопление, вентиляция и кондиционирование

[ГН 2.1.6.1338-2003](#) Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

[ГН 2.1.6.2309-2007](#) Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

## 3 Термины и определения

В настоящих технических рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **вентиляция:** Искусственно организованный обмен воздуха в помещениях для обеспечения параметров микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой зоне помещений в пределах допустимых норм.

3.2 **вентиляция естественная:** Организованный обмен воздуха в помещениях под действием теплового (гравитационного) и/или ветрового давления.

3.3 **вентиляция механическая (искусственная):** Организованный обмен воздуха в помещениях под действием давления, создаваемого вентиляторами.

3.4 **воздух наружный:** Атмосферный воздух, забираемый системой вентиляции для подачи в обслуживаемое помещение.

3.5 **воздух приточный:** Воздух, подаваемый в помещение системой вентиляции.

- 3.6 **воздух удаляемый:** Воздух, забираемый из помещения и больше в нем не используемый.
- 3.7 **дефлектор:** Элемент системы вытяжной вентиляции, размещаемый над вытяжной шахтой.
- 3.8 **допустимое качество воздуха в помещениях (чистота воздуха):** Состав воздуха, в котором в соответствии с определением полномочных органов концентрация известных загрязняющих веществ не превышает предельно допустимых концентраций и к которому не имеют претензий более 80 % людей, подвергаемых его воздействию.
- 3.9 **зонт:** Элемент системы вытяжной вентиляции, размещаемый над вытяжной шахтой.
- 3.10 **микроклимат помещения:** Состояние внутренней среды помещения, характеризующееся следующими показателями: температурой воздуха, радиационной температурой, скоростью движения и относительной влажностью воздуха в помещении.
- 3.11 **регулируемая вентиляция:** Регулируемый воздухообмен в помещении при помощи устройств, которые его создают.
- 3.12 **сборный канал (воздуховод):** Участок воздуховода, к которому присоединяются воздуховоды из 2 или большего числа этажей.
- 3.13 **спутник:** Вертикальный участок воздуховода, изменяющий направление движения воздуха и препятствующий его перетеканию из одной квартиры в другую.
- 3.14 **теплый чердак:** Чердак, в пространство которого поступает воздух, удаляемый из помещений здания с дальнейшим удалением его наружу.

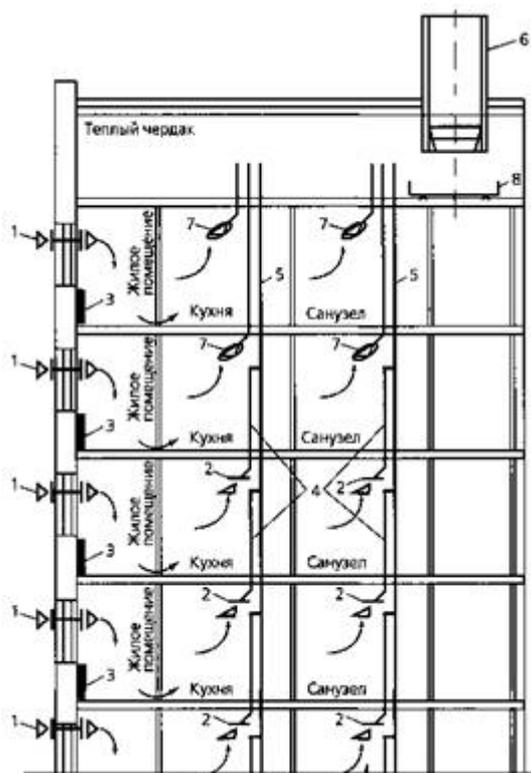
#### 4 Виды и типы систем вентиляции

- 4.1 В квартирах жилых зданий применяют следующие виды систем вентиляции:
- системы естественной вентиляции с естественным притоком и удалением воздуха;
  - системы вентиляции с механическим удалением и с естественным притоком воздуха;
  - системы вентиляции с механическим притоком и с естественным удалением воздуха;
  - системы механической приточно-вытяжной вентиляции.
- Выделяют следующие типы систем вентиляции: централизованные и децентрализованные.
- 4.2 Тип и вид системы вентиляции рекомендуется выбирать в соответствии с настоящими техническими рекомендациями и с учетом требований технического задания на проектирование.
- 4.3 Системы естественной вентиляции выполняют с удалением воздуха через теплый чердак с единой шахтой на кровле ([рисунок 1](#)) или через отдельные каналы, выводимые на кровлю ([рисунок 2](#)).
- Системы естественной вентиляции с удалением воздуха через теплый чердак не следует применять в зданиях ниже 7 этажей.
- При проектировании систем вентиляции в зданиях с теплым чердаком следует устраивать 1 вытяжную шахту на секцию при условии герметичного разделения секций друг от друга. Вытяжную шахту выполняют с соотношением сторон не более 1:2 с открытым оголовком и высотой не менее 4,5 м от верха перекрытия над последним этажом. Скорость воздуха в шахте не должна превышать 1 м/с, что обеспечивает ограничение сопротивления общих участков системы вентиляции до 1 Па и тем самым повышает устойчивость ее работы. Для сбора атмосферных осадков на полу чердака под шахтой следует размещать поддон глубиной 0,25 м. В расчетных условиях температура воздуха на чердаке должна быть не ниже 14°C.
- При проектировании систем естественной вентиляции следует предусматривать мероприятия по интенсификации воздухообмена в теплый период года путем устройства механической вытяжки на обводном воздуховоде вытяжной шахты в зданиях с теплым чердаком ([рисунок 3](#)).
- В зданиях без теплого чердака вытяжные шахты на кровле следует оборудовать дефлекторами. Допускается объединение шахт от разных систем вентиляции под одним зонтом или дефлектором ([рисунок 4](#)). Дефлектор в аэродинамическом отношении предпочтительнее зонта, устанавливаемого над блоком вентиляционных каналов, выведенных над кровлей в виде трубы.
- Приток воздуха в квартиры осуществляется через приточные клапаны, устанавливаемые в переплете окна или в наружной стене. Как исключение допускается использовать для притока воздуха форточки, фрамуги или открывающиеся створки окон, оборудованные фиксаторами положения, если уровень уличного шума не превышает допустимый.
- Удаление воздуха из помещений квартиры осуществляется через вытяжные устройства - вытяжные решетки или клапаны. Вытяжные устройства в зданиях выше 6 этажей присоединяют к вертикальному сборному каналу через спутник высотой не менее 2 м. Сопротивление спутника при расчетном расходе воздуха в нем должно составлять не менее 6-9 Па. Вертикальные сборные

каналы допускается предусматривать как общими, так и отдельными для кухонь и санитарных узлов, расположенных друг под другом на этажах здания. В случае использования общего вертикального сборного канала вытяжные устройства из кухонь и санитарных узлов должны присоединяться через отдельные спутники. Для притока воздуха под дверями кухонь и санитарных узлов следует оставлять щель высотой 0,03 м или устанавливать у пола решетку живым сечением не менее 0,03 м<sup>2</sup>.

Удаление воздуха из помещений квартир верхних этажей здания, как правило, осуществляется с помощью индивидуальных вытяжных вентиляторов через отдельные каналы. Число этажей, квартиры которых должны быть оборудованы индивидуальными вентиляторами, определяется расчетом. Для зданий с количеством этажей более 6 вентиляторами оборудуется верхняя треть здания, но не более чем 4 верхних этажа.

В системах естественной вентиляции допускается устанавливать бытовые индивидуальные вытяжные вентиляторы на вытяжных устройствах каждой квартиры в системах с отдельными вертикальными каналами.



**Рисунок 1 - Схема системы естественной вентиляции с отдельными и общими сборными вытяжными каналами в здании с теплым чердаком: 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник; 5 - сборный вытяжной канал; 6 - вытяжная шахта; 7 - вытяжной вентилятор (индивидуальный); 8 - поддон**

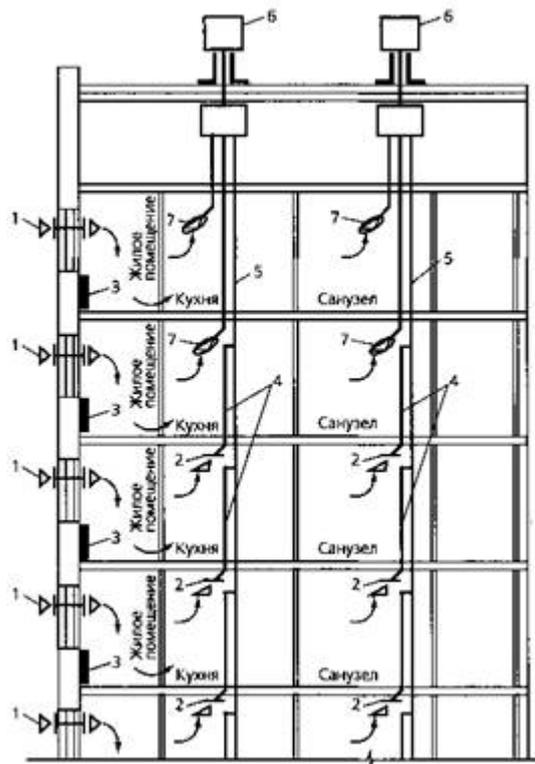


Рисунок 2 - Схема системы естественной вентиляции с отдельными и сборными вытяжными каналами:  
 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник;  
 5 - сборный вытяжной канал; 6 - вытяжная шахта с дефлектором; 7 - вытяжной вентилятор (индивидуальный)

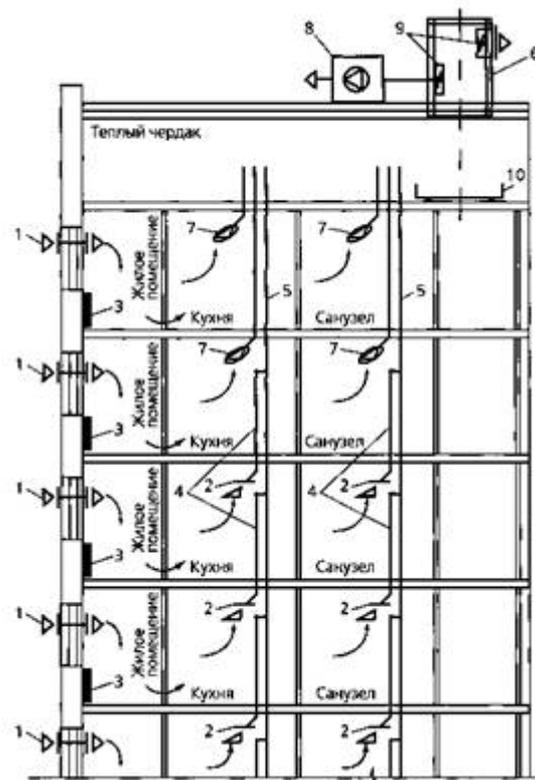
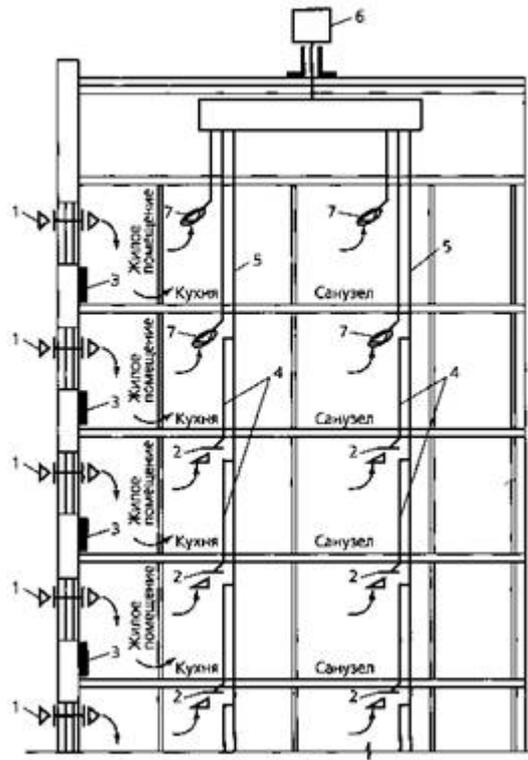


Рисунок 3 - Схема системы естественной вентиляции с интенсификацией воздухообмена в теплый период года:

- 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник;  
 5 - сборный вытяжной канал; 6 - вытяжная шахта; 7 - вытяжной вентилятор (индивидуальный);  
 8 - вытяжной вентилятор; 9 - клапан воздушный с приводом; 10 - поддон



**Рисунок 4 - Схема системы естественной вентиляции с общим сборным вытяжным каналом:**

**1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник; 5 - сборный вытяжной канал; 6 - вытяжная шахта с дефлектором; 7 - вытяжной вентилятор (индивидуальный)**

4.4 Системы механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха проектируют с центральным (рисунок 5) или индивидуальными (рисунок 6) вытяжными вентиляторами.

Приток воздуха в квартиры осуществляется так же, как и в системах естественной вентиляции.

Системы проектируют как с общими, так и раздельными сборными каналами для кухонь и санитарных узлов, расположенных друг под другом на этажах здания.

4.5 Системы механической приточной вентиляции с естественным удалением воздуха проектируют с центральным приточным вентилятором (рисунок 7) или индивидуальными приточными вентиляторами (рисунок 8).

Приток воздуха в квартиры осуществляют в жилые помещения или через обвязку внутренних блоков канальных кондиционеров при их наличии.

Системы проектируют как с общими, так и раздельными сборными каналами для кухонь и санитарных узлов, расположенных друг под другом на этажах здания.

4.6 Системы механической приточно-вытяжной вентиляции должны иметь устройства утилизации теплоты удаляемого воздуха для подогрева приточного воздуха (рисунки 9, 10 и 11), а также устройства для охлаждения и увлажнения (кондиционирования) воздуха исходя из климатических условий района строительства.

В качестве устройств утилизации теплоты для систем механической приточно-вытяжной вентиляции рекомендуется применять пластинчатые теплообменники, теплоутилизаторы на тепловых трубках, системы с промежуточным теплоносителем (рисунок 12). В квартирных децентрализованных системах допускается применение регенеративных утилизаторов.

Воздухораспределители для подачи приточного воздуха устанавливают в жилых помещениях, вытяжные устройства - в подсобных помещениях (кухнях, санитарных узлах, построчных, кладовых и т.п.).

Для подачи приточного воздуха в комнаты используют сеть воздуховодов или подают приточный воздух в обвязку внутренних блоков канальных кондиционеров, располагаемых в пространстве подшивного потолка квартиры.

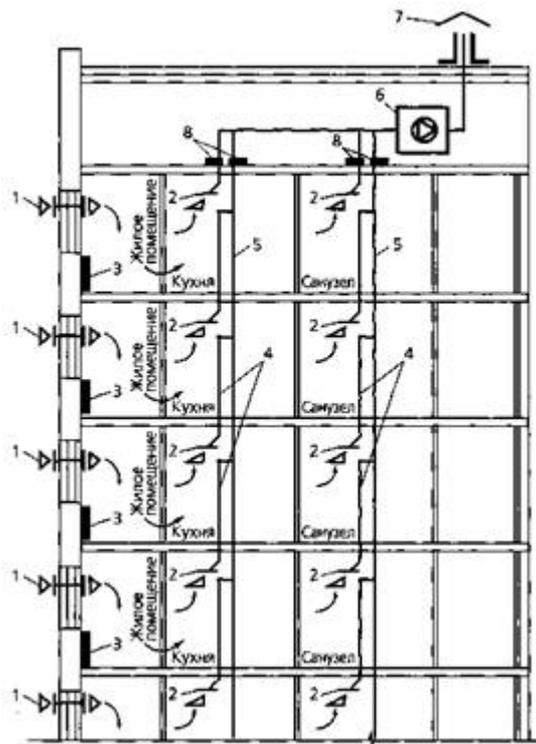


Рисунок 5 - Схема системы механической вытяжной вентиляции (централизованной) с естественным притоком воздуха:

1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник;  
5 - сборный вытяжной канал; 6 - вытяжной вентилятор; 7 - вытяжная шахта с зонтом; 8 - противопожарный клапан

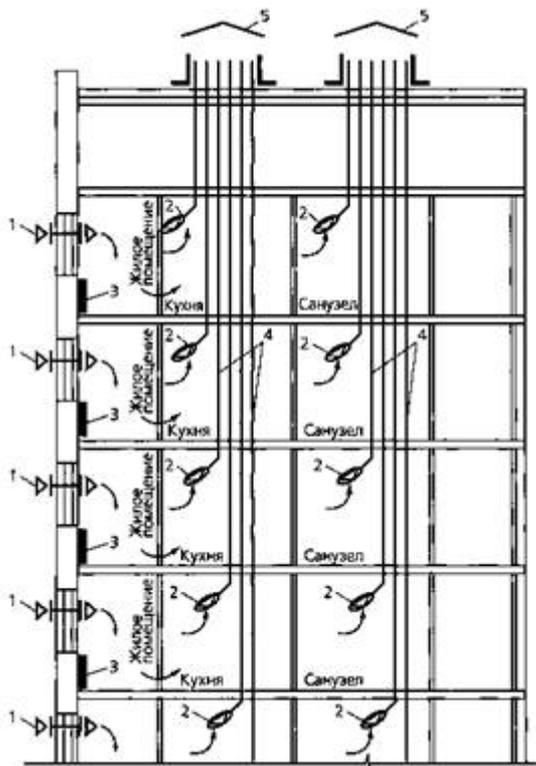


Рисунок 6 - Схема системы механической вытяжной вентиляции с индивидуальными вентиляторами с естественным притоком воздуха:

1 - приточное устройство; 2 - вытяжной вентилятор; 3 - отопительный прибор; 4 - вытяжной канал;  
5 - вытяжная шахта с зонтом

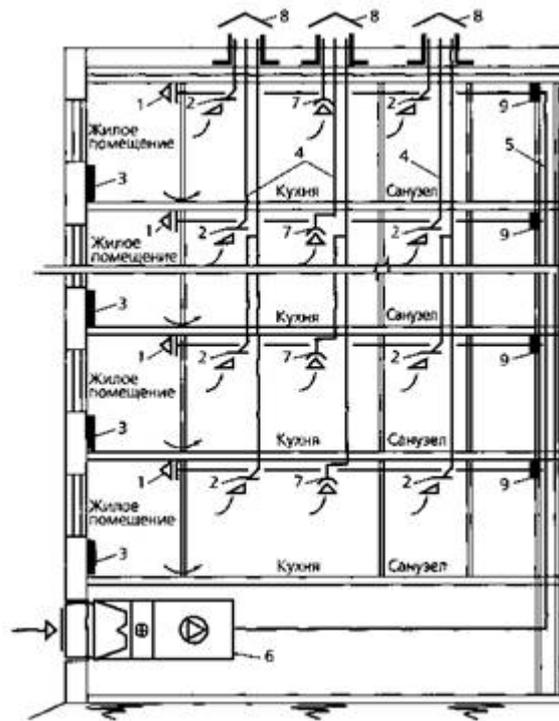


Рисунок 7 - Схема системы механической приточной вентиляции (централизованной) с естественным удалением воздуха:

- 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - вытяжной канал; 5 - приточный канал; 6 - приточная установка; 7 - надплитный зонт с индивидуальным вентилятором; 8 - вытяжная шахта; 9 - противопожарный клапан

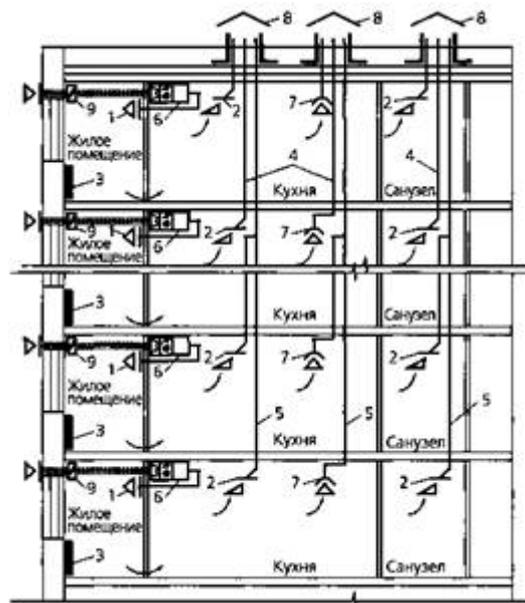


Рисунок 8 - Схема системы механической приточной вентиляции (децентрализованной) с естественным удалением воздуха:

- 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - вытяжной канал; 5 - сборный вытяжной канал; 6 - приточные индивидуальные установки; 7 - надплитный зонте индивидуальным вентилятором; 8 - вытяжная шахта; 9 - обратный клапан

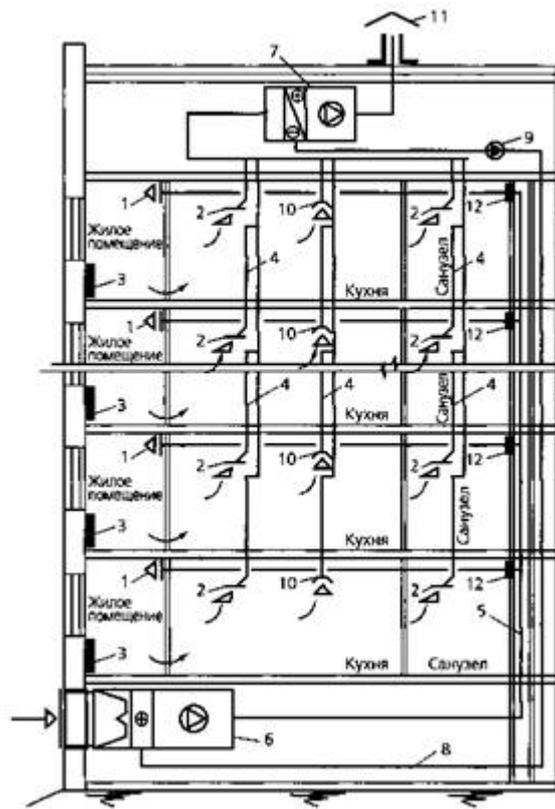


Рисунок 9 - Схема системы механической приточно-вытяжной вентиляции (централизованной) с утилизацией теплоты удаляемого воздуха (утилизация с промежуточным теплоносителем):

1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник;

5 - приточный канал (вне квартиры); 6 - приточная установка с утилизатором теплоты с промежуточным теплоносителем; 7 - вытяжная установка с утилизатором теплоты с промежуточным теплоносителем; 8 - трубопровод промежуточного теплоносителя; 9 - циркуляционный насос; 10 - надплитный зонт с индивидуальным вентилятором; 11 - вытяжная шахта; 12 - противопожарный клапан

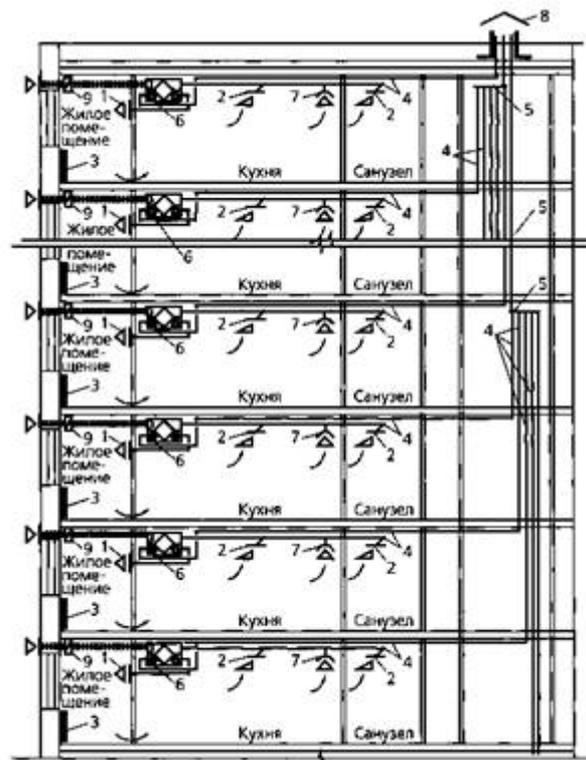
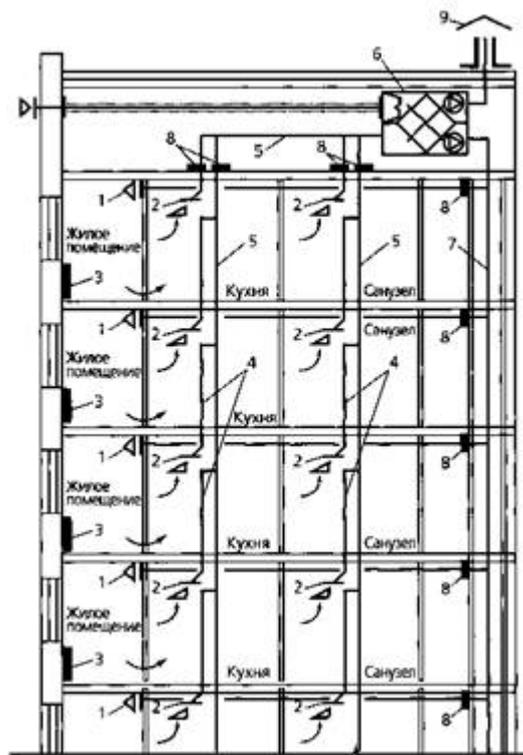


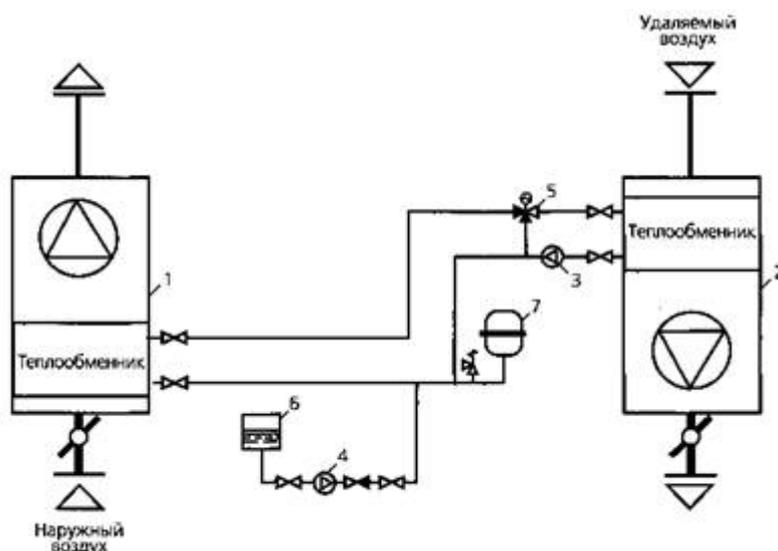
Рисунок 10 - Схема системы механической приточно-вытяжной вентиляции (децентрализованной) с утилизацией теплоты удаляемого воздуха:

1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - вытяжной канал; 5 - сборный вытяжной канал; 6 - приточно-вытяжная установка (индивидуальная) с рекуператором; 7 - надплитный зонт; 8 - вытяжная шахта с зонтом; 9 - обратный клапан



**Рисунок 11 - Схема системы механической приточно-вытяжной вентиляции (централизованной) с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха:**

- 1 - приточное устройство; 2 - вытяжное устройство; 3 - отопительный прибор; 4 - спутник;  
 5 - сборный вытяжной канал; 6 - приточно-вытяжная установка с рекуператором;  
 7 - приточный воздуховод; 8 - противопожарный клапан; 9 - вытяжная шахта



**Рисунок 12 - Принципиальная схема обвязки вентиляционных установок при использовании утилизации теплоты удаляемого воздуха с промежуточным теплоносителем:**

- 1 - приточная установка; 2 - вытяжная установка; 3 - циркуляционный насос; 4 - насос контура подпитки; 5 - трехходовой регулирующий клапан; 6 - бак приготовления незамерзающего раствора;  
 7 - расширительный бак

Обязательному оборудованию системами механической приточно-вытяжной вентиляции подлежит помещение кухни-ниши.

Примечание - Кухня-ниша - помещение или его часть без обеденной зоны, предназначенное для приготовления пищи.

## 5 Общие технические требования

5.1 Системы вентиляции жилых помещений квартир следует проектировать обеспечивая нормы воздухообмена по наружному воздуху (нормы расхода наружного воздуха) не ниже минимальных, поддерживающих в обслуживаемых помещениях необходимое качество воздуха.

Качество воздуха в помещениях должно быть обеспечено вне зависимости от принятой системы

вентиляции и схемы организации воздухообмена при предельно допустимых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не ниже приведенных в [приложении А](#).

5.2 Материалы и конструктивное исполнение системы вентиляции, приемные устройства для забора наружного воздуха и устройства для удаления воздуха в системах механической приточно-вытяжной вентиляции должны соответствовать требованиям [СП 60.13330.2010](#).

5.3 Системы вентиляции жилых помещений квартир рекомендуется проектировать с возможностью индивидуального регулирования величины воздухообмена. Следует применять регулируемые приточные и вытяжные устройства, работающие в том числе по контролю влажности воздуха в помещении. Допускается предусматривать возможность интенсификации воздухообмена в периоды использования помещений санитарных узлов и кухонь, устанавливая бытовые вытяжные вентиляторы в данных помещениях. Вентиляторы централизованных систем механической вентиляции должны иметь регулируемый привод и обеспечивать возможность изменения воздухообмена по потребности, создавая расчетный перепад давлений на самом удаленном регулируемом устройстве. Минимальный воздухообмен в квартире должен быть не менее 25 % от расчетного и не менее санитарной нормы вытяжки из санитарных узлов и кухонь.

5.4 Энергетическая эффективность систем вентиляции обеспечивается сокращением величины воздухообмена в зависимости от интенсивности эксплуатации отдельных помещений и квартиры в целом, использованием теплоты удаляемого воздуха для подогрева приточного (в системах механической приточно-вытяжной вентиляции).

5.5 Для проветривания квартир в теплый период года должны быть предусмотрены открывающиеся окна (створки окон), форточки или фрамуги.

5.6 Приточный воздух должен поступать в жилые помещения квартиры; удалять воздух следует из подсобных помещений.

5.7 Приточные устройства следует размещать в жилых помещениях квартир и кухнях-столовых в верхней части окна или наружной стены или над отопительным прибором, установленным под окном. При размещении приточного устройства над отопительным прибором следует обеспечить его незамерзание.

В системах с естественным притоком воздуха в качестве приточных устройств следует применять регулируемые приточные клапаны; в системах с механическим притоком воздуха - регулируемые воздухораспределители.

Размеры, количество и размещение приточных устройств должны обеспечивать требуемые параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещений при расчетных расходах наружного воздуха.

В системах с естественным притоком воздуха температура и скорость приточного воздуха при входе приточных струй в обслуживаемую зону помещений не должны превышать допустимых величин по [СП 60.13330.2010](#) при расчетных для проектирования отопления значениях температуры наружного воздуха.

В квартирах жилых зданий, расположенных в местах с повышенным уровнем шума и запыленности наружного воздуха, следует применять клапаны с шумоглушителями и воздушными фильтрами, доступными для очистки.

5.8 Вытяжные устройства следует размещать в верхней зоне подсобных помещений. В качестве вытяжных устройств следует применять регулируемые решетки и клапаны.

5.9 В системах вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха в пределах одной квартиры могут применяться регенеративные или рекуперативные утилизаторы; для централизованных систем с утилизацией теплоты - только рекуперативные, в том числе с промежуточным теплоносителем.

В системах вентиляции с механическим удалением воздуха при отсутствии приточной установки следует предусматривать мероприятия по утилизации теплоты удаляемого воздуха, используя его потенциал для других инженерных систем здания (ГВС, отопление, теплые полы и т.п.).

5.10 Системы местной вытяжной вентиляции (надплитный зонт или аналогичные устройства с удалением воздуха в атмосферу) должны иметь отдельный сборный канал для их подключения.

В кухнях, оборудованных надплитным зонтом или аналогичным устройством, а также в случае использования режима увеличенной вытяжки в период приготовления пищи следует устанавливать в наружной стене уравнивающий клапан, обеспечивающий дополнительный приток воздуха в помещение кухни.

5.11 Системы механической вентиляции должны обслуживаться службой эксплуатации здания

или специализированной организацией.

5.12 При конструктивном оформлении вентиляционных камер рекомендуется:

- применять тихоходные двигатели и не превышать окружную скорость роторов вентиляторов;
- соединять всасывающие и нагнетательные отверстия вентиляторов с воздуховодами при помощи гибких вставок;
- устанавливать двигатель и вентилятор на одном валу;
- применять радиальные вентиляторы с лопатками, загнутыми назад;
- устанавливать вентиляционные агрегаты на виброизолирующем основании с устройством «плавающего пола»;
- устраивать вентиляционные камеры с вентиляторами над или под помещениями подсобного назначения.

## **6 Требования санитарно-гигиенической и пожарной безопасности**

6.1 Материалы и конструкция вентиляционных каналов и камер должны сводить к минимуму условия, способствующие росту и распространению микроорганизмов через систему вентиляции.

6.2 Здания следует размещать в местностях, где концентрация вредных веществ в наружном (атмосферном) воздухе, используемом для вентиляции (кондиционирования), не превышает предельно допустимые концентрации в воздухе населенных мест.

Значения предельно допустимых концентраций следует принимать в соответствии с [ГН 2.1.6.1338-2003](#) и [ГН 2.1.6.2309-2007](#).

Значения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, наиболее часто присутствующих в атмосферном воздухе, представлены в [приложении А](#).

Если уровень загрязнения наружного воздуха превышает показатели, приведенные в [приложении А](#), необходимо проводить его очистку.

В случаях когда существующие технологии очистки не позволяют обеспечить требуемую чистоту воздуха, допускается кратковременное (например, в часы пик на автодорогах) уменьшение количества наружного воздуха, но не более чем на 75 % от расчетного.

6.3 Расчетный воздухообмен в квартирах определяют по [приложению Б](#), также его допускается определять в соответствии с нормами [СТО НП «АВОК» 2.1-2008](#) (таблица 2) независимо от принятой схемы вентиляции.

6.4 Уровень шума в квартирах должен соответствовать требованиям [СП 51.13330.2011](#), [СН 2.2.4/2.1.8.562-96](#).

6.5 Системы вентиляции следует предусматривать отдельными для каждого пожарного отсека.

6.6 Воздуховоды из негорючих материалов следует проектировать для прокладки в пределах помещений для вентиляционного оборудования, а также на технических этажах, чердаках и в подвалах. Предел огнестойкости воздуховодов, в том числе транзитных, необходимо выбирать в соответствии с [СП 7.13130.2009](#).

6.7 Места прохода воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий (в том числе в кухнях и шахтах) следует уплотнять негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемого ограждения.

## **7 Материалы и оборудование**

### **7.1 Каналы и воздуховоды**

7.1.1 Каналы систем естественной вентиляции выполняют из тонколистовой оцинкованной стали или поэтажных унифицированных бетонных, газобетонных и тому подобных блоков. В местах соединения поэтажных блоков должна быть обеспечена герметичность.

7.1.2 Каналы и воздуховоды систем механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха и систем механической приточно-вытяжной вентиляции изготавливают, как правило, из тонколистовой оцинкованной стали.

### **7.2 Приточные и вытяжные устройства**

7.2.1 В качестве приточных устройств в системах естественной вентиляции и механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха следует применять приточные клапаны.

7.2.2 Приточные клапаны должны обеспечивать изменение расхода приточного воздуха в ручном или автоматическом режимах. Изменение расхода воздуха может быть плавным или ступенчатым. В полностью закрытом положении приточные клапаны должны обеспечивать

минимально необходимый расход воздуха, равный 25 % от расчетного.

7.2.3 В качестве датчиков управления приточными клапанами с автоматическим регулированием расхода воздуха могут использоваться датчики перепада давления, влажности внутреннего воздуха, освещенности, присутствия людей и т.д.

7.2.4 Приточные клапаны следует устанавливать в каждом жилом помещении; в каждой квартире - не менее 2 приточных клапанов.

7.2.5 В здании следует применять приточные клапаны одного типа. Типоразмер или количество клапанов в разных квартирах на разных этажах может быть различным. Количество клапанов определяют расчетом.

7.2.6 В качестве вытяжных устройств в системах естественной вентиляции рекомендуется применять регулируемые решетки; в системах механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха следует применять регулируемые решетки или вытяжные клапаны.

7.2.7 Регулируемые решетки должны обеспечивать изменение расхода удаляемого воздуха в ручном режиме, вытяжные клапаны - в ручном или автоматическом режимах. Изменение расхода воздуха может быть плавным или ступенчатым.

В качестве датчиков управления вытяжными клапанами с автоматическим регулированием расхода воздуха могут использоваться датчики перепада давления, влажности внутреннего воздуха, освещенности, присутствия людей и т.п.

7.2.8 В здании следует применять вытяжные устройства одного типа и типоразмера.

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

## 7.3 Вентиляторы

7.3.1 Индивидуальные вытяжные вентиляторы рекомендуется оборудовать обратным клапаном, предотвращающим перетекание воздуха между квартирами через сборный канал. Включение вентиляторов, устанавливаемых в санитарных узлах, возможно объединить с включением освещения или осуществлять по датчику присутствия. В этом случае выключение вентиляторов будет осуществляться автоматически, с заданным запаздыванием после выключения освещения или ухода жильца из данного помещения.

7.3.2 Центральные вытяжные вентиляторы в системах с естественным притоком воздуха должны обеспечивать переменный расход воздуха в системе. Вентиляторы следует подбирать на расчетный расход удаляемого воздуха; глубина регулирования должна составлять 100-30 %. Поддержание расчетного расхода воздуха в системе вытяжной вентиляции происходит по сигналу датчика статического давления, установленного в нижней части сборного канала перед вентилятором.

7.3.3 Вентиляторы должны иметь резервирование, которое следует осуществлять либо установкой дополнительного вентилятора (в централизованных системах), либо наличием резервного двигателя в вентиляторном отсеке.

## 8 Расчет систем вентиляции

### 8.1 Расчет системы естественной вентиляции

8.1.1 Расчетный расход воздуха в квартире  $L_{\text{вент}}$ , м<sup>3</sup>/ч, принимают по [приложению Б](#).

8.1.2 Расчетную температуру наружного воздуха  $t_{\text{н}}$ , °С, и расчетную скорость ветра  $V_{\text{ветр}}$ , м/с, принимают в соответствии с [СП 60.13330.2010](#):  $t_{\text{н.расч}} = 5^\circ\text{C}$ ;  $V_{\text{ветр}} = 0$  м/с.

8.1.3 Расчетное располагаемое давление  $\Delta p_{\text{расп}}$ , Па, для квартир каждого этажа определяют по формуле

$$\Delta p_{\text{расп}} = g (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) h_{\text{расч}}, \quad (1)$$

где  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\rho_{\text{н}}$  и  $\rho_{\text{в}}$  - соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха при расчетных

температурах, кг/м<sup>3</sup>;

$h_{\text{расч}}$  - расстояние по вертикали от центра воздухозаборного устройства до верха вытяжной шахты, м.

8.1.4 Сопротивление воздушного тракта (потери давления) системы вентиляции  $\Delta p_{\text{сист}}$ , Па, определяют по формуле

$$\Delta p_{\text{сист}} = \Delta p_{\text{прит}} + \Delta p_{\text{выт}} + \Delta p_{\text{спут}} + \Delta p_{\text{кан}} + \Delta p_{\text{т.чер}} + \Delta p_{\text{шахт}}, \quad (2)$$

где  $\Delta p_{\text{прит}}$  - потери давления в приточных устройствах, Па;

$\Delta p_{\text{выт}}$  - потери давления в вытяжных устройствах, Па;

$\Delta p_{\text{спут}}$  - потери давления в спутниках, Па;

$\Delta p_{\text{кан}}$  - потери давления в сборном канале, в том числе потери давления в тройнике, Па;

$\Delta p_{\text{т.чер}}$  - потери давления на теплом чердаке, Па;

$\Delta p_{\text{шахт}}$  - потери давления в вытяжной шахте, Па.

Рекомендуется принимать следующие величины скорости воздуха в элементах сети:

- скорость воздуха в спутниках  $V_{\text{спут}} = 1,0 \dots 1,5$  м/с;

- скорость воздуха в сборном канале  $V_{\text{кан}} \leq 2,0 \dots 3,0$  м/с;

- скорость воздуха в вытяжной шахте  $V_{\text{шахт}} \leq 1$  м/с;  $\Delta p_{\text{шахт}} \approx 1$  Па.

Сопротивление воздушного тракта (потери давления) системы вентиляции  $\Delta p_{\text{сист}}$ , Па, не должно превышать величину располагаемого (расчетного) давления с запасом в 10 %.

8.1.5 Если сечения спутников и сборного вытяжного канала заданы, то определяют расчетные потери давления в остальных элементах системы из формулы (2).

8.1.6 Тип и типоразмер приточного клапана подбирают по его характеристикам (данные изготовителя) в зависимости от величины  $\Delta p_{\text{прит}}$ .

Если величина располагаемого давления недостаточна для установки приточных клапанов, например на верхних этажах, следует использовать форточки или устанавливать индивидуальные вытяжные вентиляторы с обратными клапанами.

Число этажей, на которых следует установить индивидуальные вытяжные вентиляторы, определяют расчетом.

Если установка клапана обязательна по санитарно-гигиеническим требованиям, следует увеличить сечение вытяжного канала или использовать механическую вытяжную вентиляцию.

8.1.7 Расчетный расход теплоты на вентиляцию  $Q_{\text{вент}}$ , Вт, определяют по формуле

$$Q_{\text{вент}} = c_p \rho_n L_{\text{вент}} (t_n - t_b), \quad (3)$$

где  $c_p$  - теплоемкость воздуха;  $c_p = 1,005$  кДж/(кг·°С);

$\rho_n$  - то же, что в формуле (1);

$L_{\text{вент}}$  - расчетный расход воздуха в квартире, м<sup>3</sup>/ч; принимают по [приложению Б](#);

$t_n$  и  $t_b$  - соответственно температура наружного и внутреннего воздуха в квартире при расчетных для проектирования вентиляции условиях, °С.

При расчете расхода теплоты на вентиляцию расход воздуха, удаляемого надплитным зонтом, не учитывают.

## 8.2 Расчет системы механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха

8.2.1 Расчет проводят при расчетной скорости ветра  $V_{\text{ветр}} = 0$  м/с.

8.2.1 Скорость воздуха в каналах и вытяжных устройствах следует принимать по акустическим требованиям. До и после вентилятора в случае необходимости следует предусматривать установку шумоглушителей.

Типоразмер приточных каналов, приточных клапанов и регулируемых решеток и клапанов выбирают по акустическим требованиям.

8.2.3 Вытяжной вентилятор, центральный или индивидуальный, подбирают в соответствии с данными фирмы-производителя. В системах с централизованной вытяжной вентиляцией следует устанавливать резервный вентилятор.

8.2.4 Расчетный расход теплоты на вентиляцию определяют по формуле (3).

## 8.3 Расчет системы механической приточно-вытяжной вентиляции

8.3.1 Расчет проводят аналогично представленному в 8.2.

8.3.2 В системах вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха утилизатор должен быть оборудован системой нагрева приточного воздуха, когда его температура ниже 15°C.

**Приложение А**  
(справочное)

**Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов**

Таблица А.1

Вещество	Предельно допустимая концентрация в наружном воздухе	
	$q_{н-пдк}$ мг/м <sup>3</sup>	
	максимальная разовая	среднесуточная
Азота двуокись	0,085	0,04
Пыль нетоксичная	0,5	0,15
Свинец	0,001	0,0003
Сернистый ангидрид (сера диоксид)	0,5	0,05
Углеводороды (бензол)	0,3	0,1
Углерода окись	5	3
Фенол	0,01	0,003
Углекислый газ*:		
- населенная местность (село)	650	650
- малые города	800	800
- большие города	1000	1000

\* ПДК для углекислого газа не нормируется, данная величина является справочной.

**Приложение Б**  
(справочное)

**Кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий**

Б.1 Кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий и многоквартирных домов жилища I категории следует принимать в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1

Помещения	Кратность воздухообмена или расход воздуха	
	приточного	удаляемого
Общая комната (гостиная), спальня, жилая комната общежития	- Не менее 0,35 краты при площади более 20 м <sup>2</sup> ·чел.; - не менее 1,0 краты при площади менее 20 м <sup>2</sup> ·чел.; - не менее 30 м <sup>3</sup> /(ч·чел.)	-
Кухня квартиры и общежития с плитами:		Не менее 60 м <sup>3</sup> /ч
- с электрическими	-	
- с газовыми:		
- двухконфорочными		Не менее 60 м <sup>3</sup> /ч
- трехконфорочными		Не менее 75 м <sup>3</sup> /ч
- четырехконфорочными		Не менее 90 м <sup>3</sup> /ч
Кухня-ниша	Механическая приточно-вытяжная по расчету	
Ванная комната	-	50 м <sup>3</sup> /ч
Санузел	-	25 м <sup>3</sup> /ч
Совмещенный санузел	-	75 м <sup>3</sup> /ч
Совмещенный санузел с индивидуальным подогревом	-	50 м <sup>3</sup> /ч
Душевая	-	5 крат
Гардеробная для чистки и глажения одежды	-	1 крат

	По заданию на проектирование	
Вестибюль, общий коридор, передняя, лестничная клетка в жилом доме и общежитии		
Постирочная	По расчету, но не менее 4 крат	7 крат
Гладильная и сушильная в общежитии	По расчету, но не менее 2 крат	3 крат
Кладовые в квартирах (одноквартирных домах), хозяйственные и бельевые в общежитиях	-	0,5 крат
Машинное помещение лифтов	-	По расчету, но не менее 0,5 крат
Мусоросборная камера	-	1 крат (через ствол мусоропровода)
Сауна	-	По расчету
Тренажерный зал	-	100 м <sup>3</sup> /(ч·чел.)
Биллиардная	-	По расчету, но не менее 2 крат
Библиотека, кабинет	-	0,5 крат
Гараж-стоянка	-	По расчету

Б.2 В помещениях общественного назначения общежитий и специализированных квартирных жилых зданий для престарелых и семей с инвалидами кратность воздухообмена следует принимать по соответствующим нормативным документам или техническому заданию в зависимости от назначения этих помещений.

### Б.3 Требования к воздухообмену по [СП 54.13330.2011](#)

Расчетные параметры воздуха в помещениях жилого здания следует принимать по СП 60.13330 и с учетом оптимальных норм [ГОСТ 30494](#). Кратность воздухообмена в помещениях в режиме обслуживания следует принимать в соответствии с таблицей Б.2.

Таблица Б.2

Помещение	Величина воздухообмена
Спальная, общая, детская комнаты при общей площади квартиры на одного человека менее 20 м <sup>2</sup>	3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup> жилой площади
То же, при общей площади квартиры на одного человека более 20 м <sup>2</sup>	30 м <sup>3</sup> /ч на одного человека, но не менее 0,35 ч <sup>-1</sup>
Кладовая, бельевая, гардеробная	0,2 ч <sup>-1</sup>
Кухня с электроплитой	60 м <sup>3</sup> /ч
Помещение с газоиспользующим оборудованием	100 м <sup>3</sup> /ч
Помещение с теплогенераторами общей теплопроизводительностью до 50 кВт:	
- с открытой камерой сгорания	100 м <sup>3</sup> /ч **
- с закрытой камерой сгорания	1,0 м <sup>3</sup> /ч **
Ванная, душевая, туалет, совмещенный санузел	25 м <sup>3</sup> /ч
Машинное отделение лифта	По расчету
Мусоросборная камера	1,0*
* Воздухообмен по кратности следует определять по общему объему квартиры.	
** При установке газовой плиты воздухообмен следует увеличить на 100 м <sup>3</sup> /ч.	
Примечание - Кратность воздухообмена в помещениях другого назначения следует назначать по СНиП 31-06 и СП 60.13330.	

Приложение В  
(справочное)

### Примеры расчета систем вентиляции

#### Пример В.1 - Расчет системы естественной вентиляции

##### Исходные данные

Секция 17-этажного жилого здания, высота этажа - 2,8 м. Квартиры категории 2 («экономические», по [МГСН 3.01-2001](#)). На каждом этаже расположены 2 однокомнатные и 2 трехкомнатные квартиры. В примере рассмотрена вертикаль однокомнатных квартир. Общая

площадь квартиры - 54 м<sup>2</sup>; жилая площадь - 22 м<sup>2</sup>; в квартире проживает 2 человека.

Система вентиляции собирается из вентиляционных блоков по схеме с общим вертикальным сборным каналом и поэтажными спутниками. Спутники проходят вертикально параллельно сборному каналу и присоединяются к нему через этаж на 0,3 м ниже отверстия для вытяжного устройства. Схема системы соответствует [рисунку 1](#).

К сборному каналу на каждом этаже присоединяется 1 квартира.

Для повышения аэродинамической устойчивости системы (за счет увеличения аэродинамического сопротивления входу воздуха в спутник) входной участок спутника выполнен в виде конфузора. Спутники присоединены к вертикальному сборному каналу через диффузор.

В каждой квартире установлено 2 вытяжных клапана и 2 спутника: 1 в кухне и 1 в совмещенном санузле. Вытяжной клапан кухни вставлен непосредственно в вентиляционный блок, а клапан санузла соединяется со спутником коробом из гипсокартона.

Сборный канал выведен на теплый чердак. В месте выхода на чердак канал накрыт бетонным оголовком, представляющим собой диффузор.

На чердак поступает воздух из всех квартир секции жилого здания (2 вертикалей однокомнатных квартир и 2 вертикалей трехкомнатных квартир).

Из теплого чердака воздух удаляется в атмосферу через утепленную вытяжную шахту (без зонта). Высота шахты равна 2,5 м над кровлей чердака (4,5 м от пола чердака).

Для притока наружного воздуха в наружных стенах установлены регулируемые приточные клапаны. В однокомнатной квартире установлено 3 клапана (2 в комнате и 1 на кухне).

#### *Порядок расчета*

Расчетный расход воздуха в квартире определяют по [приложению Б](#).

Расчетный расход приточного воздуха (проживает 2 человека)  $L_{\text{прит}} = 30 \cdot 2 = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчетный расход удаляемого воздуха  $L_{\text{уд}} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$  (в том числе из кухни  $L_{\text{кух}} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$  и из совмещенного санузла  $L_{\text{с/у}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

В качестве расчетного принимают больший расход воздуха:

$$L_{\text{расч}} = L_{\text{уд}} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетный расход воздуха в трехкомнатных квартирах (проживает 3 человека) такой же, как в однокомнатных.

Расчетный расход воздуха теплого чердака  $L_{\text{расч.т.чер}} = 4 \cdot 17 \cdot 110 = 7480 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчетное располагаемое давление  $\Delta p_{\text{расп. Па}}$ , для квартир каждого этажа определяют по формуле (1).

Сопротивление воздушного тракта (потери давления) системы вентиляции  $\Delta p_{\text{сист. Па}}$ , находят в соответствии с [8.1.4](#).

Предварительно принимают скорость воздуха в спутнике  $V_{\text{спут}} = 1,0 \text{ м/с}$  и определяют площадь его поперечного сечения:

$$f_{\text{спут}} = \frac{60}{3600 V_{\text{спут}}} = 0,0167 \text{ м}^2.$$

Диаметр спутника  $d_{\text{спут}} = 0,146 \text{ м}$ .

Принимают для спутника диаметр  $d_{\text{спут}} = 0,14 \text{ м}$ , площадь поперечного сечения  $f_{\text{спут}} = 0,0154 \text{ м}^2$ , скорость воздуха  $V_{\text{спут}} = 1,08 \text{ м/с}$ .

Предварительно принимают скорость воздуха в сборном канале  $V_{\text{кан}} = 2,5 \text{ м/с}$  и определяют площадь его поперечного сечения:

$$f_{\text{кан}} = \frac{1870}{3600 V_{\text{кан}}} = 0,0208 \text{ м}^2.$$

Принимают площадь поперечного сечения сборного канала  $f_{\text{кан}} = 0,192 \text{ м}^2$ ; сечение имеет форму прямоугольника 0,45 × 0,36 м, соединенного с половиной круга  $d = 0,369 \text{ м}$ ;  $V_{\text{кан}} = 2,7 \text{ м/с}$ .

Предварительно принимают скорость воздуха в шахте  $V_{\text{шахт}} = 1,0 \text{ м/с}$  и определяют площадь ее

поперечного сечения:

$$f_{\text{шахт}} = \frac{7480}{3600 V_{\text{шахт}}} = 2,08 \text{ м}^2.$$

Принимают площадь поперечного сечения шахты  $f_{\text{шахт}} = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ м}^2$ ,  $V_{\text{шахт}} = 0,92 \text{ м/с}$ .

Принимают к установке приточные клапаны с расходом воздуха при полном открытии клапана:

$$L_{\text{клап}} = \frac{L_{\text{уака}}}{3} = \frac{110}{3} = 37 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потери давления в приточном клапане при расчетном расходе воздуха составят  $\Delta p = 6 \text{ Па}$ .

Принимают к установке регулируемые вытяжные клапаны диаметром  $d_{\text{выт}} = 0,13 \text{ м}$ ; площадью сечения  $f_{\text{выт}} = 0,0133 \text{ м}^2$ ; с коэффициентом местного сопротивления, отнесенным к фронтальному сечению,  $\xi = 1,5$ .

Потери давления в вытяжных клапанах составят:

- в кухне:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 1,25^2 \cdot 1,2}{2} = 1,41 \text{ Па}$$

при скорости во фронтальном сечении  $V = 1,25 \text{ м/с}$ ;

- в совмещенном санузле:  $\Delta p = 0,98 \text{ Па}$  при скорости во фронтальном сечении  $V = 1,04 \text{ м/с}$ .

Потери давления в конфузорах перед вытяжными клапанами при  $\xi = 0,1$  составят:

- в воздуховоде из кухни:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 1,25^2 \cdot 1,2}{2} = 0,09 \text{ Па};$$

- в воздуховоде из совмещенного санузла:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 1,04^2 \cdot 1,2}{2} = 0,06 \text{ Па}.$$

Потери давления в гипсокартонном воздуховоде сечением  $0,15 \cdot 0,15 \text{ м}$ , проложенном от совмещенного санузла до вентиляционного блока, составят

$$\Delta p = \beta_{\text{ш}} R / l = 1,073 \cdot 0,105 \cdot 1,6 = 0,18 \text{ Па}$$

при эквивалентной шероховатости гипсокартона  $k_{\text{ш}} = 1 \text{ мм}$  и скорости воздуха

$$V = \frac{50}{3600 \cdot 0,15 \cdot 0,15} = 0,62 \text{ м/с}.$$

Потери давления в диффузорах перед входом в сборный канал при  $\xi = 0,12$  составят:

- в кухне:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{0,12 \cdot 0,53^2 \cdot 1,2}{2} = 0,02 \text{ Па},$$

$$V = \frac{50}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2} = 0,53 \text{ м/с}.$$

где  $\frac{4}{\pi}$  ;

- в совмещенном санузле:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{0,12 \cdot 0,44^2 \cdot 1,2}{2} = 0,014 \text{ Па},$$

$$V = \frac{50}{\frac{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2}{4}} = 0,44 \text{ м/с.}$$

где

Потери давления в коленах при входе воздуха в спутник и выходе из него при площади поперечного сечения колена

$$f = \frac{3,14 \cdot 0,14^2}{4} = 0,0154 \text{ м}^2,$$

$\xi = 1,2$  составят:

- в воздуховоде из кухни:

$$\Delta p = \frac{2\xi V^2 \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 1,08^2 \cdot 1,2}{2} = 1,68 \text{ Па},$$

$$V = \frac{60}{3600 \cdot 0,0154} = 1,08 \text{ м/с};$$

где

- в воздуховоде из совмещенного санузла:

$$\Delta p = \frac{2\xi V^2 \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,9^2 \cdot 1,2}{2} = 1,17 \text{ Па},$$

$$V = \frac{50}{3600 \cdot 0,0154} = 0,9 \text{ м/с.}$$

где

Потери давления в спутниках по длине при шероховатости  $k_{ш} = 2$  мм составят:

- в спутниках из кухни:

$$\Delta p = \beta_{ш} R / = 1,23 \cdot 0,163 \cdot 2,5 = 0,5 \text{ Па};$$

- в спутниках из совмещенного санузла:

$$\Delta p = \beta_{ш} R / = 1,2 \cdot 0,115 \cdot 2,5 = 0,35 \text{ Па}.$$

Проверяют равенство потерь давления в воздушном тракте от приточного клапана до сборного канала по формуле (2):

- для кухни:

$$\Delta p = 6 + 1,41 + 0,09 + 0,02 + 1,68 + 0,5 = 9,7 \text{ Па};$$

- для совмещенного санузла:

$$\Delta p = 6 + 0,98 + 0,06 + 0,18 + 0,014 + 1,17 + 0,35 = 8,8 \text{ Па}.$$

Для выравнивания потерь давления по обоим трактам при наладке системы необходимо прикрыть вытяжной клапан в совмещенном санузле.

Для дальнейших расчетов принимают потери давления в воздушном тракте от приточного клапана до сборного канала  $\Delta p = 9,7$  Па.

Общие потери давления в оголовке сборного канала в вытяжной шахте составят:

- в диффузоре:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{0,15 \cdot 1,215^2 \cdot 1,2}{2} = 0,13 \text{ Па},$$

где  $\xi = 0,15$ ;

$$V = \frac{110 \cdot 17}{3600 \cdot 0,95 \cdot 0,45} = 1,215 \text{ м/с};$$

- в шахте подлине:

$$\Delta p = \beta_{ш} R / = 1 \cdot 0,011 \cdot 4,5 = 0,05 \text{ Па}$$

при эквивалентном диаметре шахты

$$d_{\text{эв}} = \frac{2AB}{A+B} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{1,5+1,5} = 1,5 \text{ м}$$

и расходе воздуха 7480 м<sup>3</sup>/ч;

- потери давления на местные сопротивления при входе воздуха в шахту и выходе из нее:

$$\Delta p = \frac{\xi V^2 \rho}{2} = \frac{(0,5+1,5) \cdot 0,92^2 \cdot 1,2}{2} = 1,01 \text{ Па},$$

при  $\xi_{\text{вх}} = 0,5$ ;  $\xi_{\text{вых}} = 1,5$ ;  $V_{\text{шахт}} = 0,92$  м/с. Общие потери давления в шахте составят

$$\Delta p_{\text{шахт}} = 0,05 + 1,01 = 1,06 \text{ Па}.$$

Общие потери давления в оголовке и шахте составят

$$\Delta p = 0,13 + 1,06 = 1,19 \text{ Па}.$$

Основные результаты дальнейших расчетов приведены в [таблице В.1](#).

В графах [таблицы В.1](#) представлены:

- графа 1 - расстояние по вертикали от центра воздухозаборного устройства до верха вытяжной шахты  $H-h$ , м;
- графа 2 - располагаемое естественное давление  $\Delta p_{\text{расп}}$ , Па, рассчитанное по формуле (1);
- графа 3 - расчетный расход воздуха  $L_{\text{расч}}$ , м<sup>3</sup>/ч в сборном канале после тройника этажа, указанного в графе А;
- графы 4 и 5 - коэффициенты местных сопротивлений в тройниках при входе в сборный канал соответственно на проход  $\xi_{\text{п}}$  и в спутнике  $\xi_{\text{спут}}$ ;
- графа 6 - скорость воздуха после тройников  $V_{\text{п}}$ , м/с;
- графа 7 - потери давления в тройнике на проход:

$$\Delta p_{\text{т}} = \frac{\xi_{\text{т}} V_{\text{т}}^2 \rho}{2}$$

при соответствующей скорости воздуха;

- графа 8 - потери давления в тройнике на спутнике:

$$\Delta p_{\text{спут}} = \frac{\xi_{\text{спут}} V_{\text{спут}}^2 \rho}{2}$$

при скорости воздуха в спутнике  $V_{\text{спут}} = 1,08$  м/с;

- графа 9 - удельные потери давления на трение на участке сборного канала от присоединения спутников указанного этажа до следующего  $R$ , Па/м;
- графа 10 - поправочный коэффициент на шероховатость сборного воздуховода  $\beta_{\text{ш}}$ ;
- графа 11 - потери давления по длине на участке сборного воздуховода от присоединения спутников указанного этажа до следующего  $\beta_{\text{ш}} R /$  (эквивалентный диаметр сборного воздуховода

$$d_{\text{эв}} = \frac{2 \cdot 0,533 \cdot 0,4}{0,533 + 0,4} = 0,46 \text{ м},$$

- графа 12 - полные потери давления от приточного клапана рассматриваемого этажа до верха вытяжной шахты  $\Delta p$ , Па. Величина этих потерь складывается из потерь на спутнике (9,7 Па), потерь на общих участках (1,19 Па), суммы потерь в тройниках на проход начиная с 17-го этажа и включая рассматриваемый, потерь в тройнике на спутнике данного этажа и суммы потерь по длине сборного канала отданного этажа до 17-го включительно;

- графа 13 - суммарные расходы воздуха в квартире на вентиляционных вытяжных решетках  $L$ , м<sup>3</sup>/ч. Расходы воздуха соответствуют режиму без наладки системы вентиляции по данным расчета.

Данные таблицы В.1 показывают:

- в квартирах на 14 - 17-м этажах потери давления в воздуховодах при проходе расчетного расхода воздуха превышают располагаемое естественное давление; на этих этажах естественная

вентиляция не обеспечивает расчетный расход воздуха при расчетных условиях. Для обеспечения вентиляции квартир на 14 - 17-м этажах необходимо установить индивидуальные вытяжные вентиляторы;

- в квартирах на 1 - 13-м этажах с системой естественной вентиляции в расчетных условиях при установке принятых приточных и вытяжных клапанов и размерах шахты и спутников имеет место большая неравномерность в распределении расходов воздуха по этажам (плюс 40 % на 1-м этаже и минус 20 % на 13-м этаже);

- для уменьшения неравномерности в распределении расходов воздуха по этажам следует провести монтажную регулировку системы (например, настройкой вытяжных клапанов) либо изменить сечение шахты, уменьшив его на участке с 1-го до 7-го этажа на 30 %. В этом случае в расчетных условиях неравномерность в распределении расходов воздуха снизится до +20...-10 %. В процессе эксплуатации системы при понижении температуры наружного воздуха и увеличении располагаемого давления проводится индивидуальная регулировка системы.

**Пример В.2 - Расчет системы механической вытяжной вентиляции (централизованной) с естественным притоком воздуха**

*Исходные данные*

Секция 17-этажного жилого здания, рассмотренная в примере В.1.

Воздуховоды системы вентиляции выполняются из стали по схеме с общим вертикальным сборным каналом и поэтажными спутниками. Спутники проходят вертикально параллельно сборному каналу и присоединяются к нему через этаж на 0,3 м ниже отверстия для решетки. Схема системы соответствует [рисунку 5](#).

Таблица В.1

Этаж	$H-h$ , м	$\Delta p_{расп}$ , Па	$L_{расч}$ , м <sup>3</sup> /ч	$\xi_{п}$	$\xi_{спут}$	$V_{п}$ , м/с	$\Delta p_{п}$ , Па	$\Delta p_{спут}$ , Па	$R$ , Па/м	$\beta_{ш}$	$\beta_{ш}R$	$\Delta p$ , Па	$L$ , м <sup>3</sup> /ч
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	51,4	32,89	110	1,60	1,00	0,12	0,013	0,70	0,002	1,01	0,01	18,46	157
2	48,6	31,10	220	1,00	1,00	0,25	0,037	0,70	0,008	1,04	0,02	18,44	149
3	45,8	29,31	330	0,75	1,00	0,38	0,065	0,70	0,010	1,07	0,03	18,38	141
4	43,0	27,52	440	0,44	1,00	0,50	0,066	0,70	0,021	1,10	0,06	18,29	134
5	40,2	25,73	550	0,36	0,83	0,63	0,085	0,58	0,030	1,12	0,08	18,04	128
6	37,4	23,94	660	0,31	0,75	0,75	0,105	0,52	0,039	1,15	0,11	17,81	122
7	34,6	22,14	770	0,27	-0,46	0,88	0,125	-0,28	0,055	1,17	0,16	16,80	116
8	31,8	20,35	880	0,24	-0,67	1,00	0,144	-0,47	0,068	1,20	0,20	16,32	110
9	29,0	18,56	990	0,21	-1,09	1,13	0,161	-0,76	0,082	1,22	0,24	15,69	105
10	26,2	16,77	1 100	0,19	-1,50	1,25	0,178	-1,05	0,095	1,23	0,29	15,00	100
11	23,4	14,97	1 210	0,17	-2,30	1,38	0,194	-1,61	0,105	1,24	0,32	14,18	96
12	20,6	13,18	1 320	0,16	-2,83	1,51	0,219	-1,98	0,145	1,25	0,45	12,93	91
13	17,8	11,39	1 430	0,14	-3,63	1,62	0,220	-2,54	0,157	1,26	0,49	11,71	86
14	15,0	9,60	1 540	0,12	-3,89	1,76	0,223	-2,72	0,183	1,26	0,58	10,82	81
15	12,2	7,81	1 650	0,11	-4,15	1,89	0,235	-2,98	0,206	1,27	0,65	9,76	75
16	9,4	6,02	1 760	0,10	-4,35	2,01	0,242	-3,10	0,227	1,27	0,72	8,75	69
17	6,6	4,22	1 870	-	-4,56	2,14	-	-3,19	-	-	-	7,70	63

К сборному вентиляционному каналу на каждом этаже присоединяется 1 квартира.

В каждой квартире установлено 2 регулируемых вытяжных клапана и 2 спутника: 1 в кухне и 1 в совмещенном санузле.

Спутники соединяются со сборным каналом и с вытяжным клапаном коленом. Вытяжной клапан кухни вставлен непосредственно в спутник, а клапан санузла соединяется со спутником коробом из гипсокартона. Центр отверстия регулируемого вытяжного клапана расположен на расстоянии 0,3 м от потолка.

Сборный канал выведен на верхний технический этаж, где устанавливается радиальный вентилятор с шумоглушителями до и после него. Вентилятор удаляет воздух непосредственно в атмосферу. Утепленная вытяжная шахта выполнена из стали. Высота шахты равна 1 м над кровлей чердака.

Для притока наружного воздуха в наружных стенах жилого помещения установлены регулируемые приточные клапаны. В однокомнатной квартире установлено 2 клапана.

*Порядок расчета*

Расчетный расход воздуха тот же, что в [пример В.1](#).

Размеры вентиляционных каналов выбирают по акустическим требованиям.

Принимают для спутников диаметр  $d_{\text{спут}} = 0,1$  м, площадь поперечного сечения  $f_{\text{спут}} = 0,00785$  м<sup>2</sup>, скорость воздуха  $V_{\text{спут}} = 2,1$  м/с.

Принимают диаметр сборного канала на первых 4 этажах  $d_{\text{кан1-4}} = 0,3$  м (площадь поперечного сечения  $f_{\text{кан}} = 0,141$  м<sup>2</sup>,  $V_{\text{кан}} = 0,9$  м/с); на остальных этажах  $d_{\text{кан5-17}} = 0,47$  м ( $f_{\text{кан}} = 0,173$  м<sup>2</sup>,  $V_{\text{кан}} = 3,0$  м/с).

Принимают диаметр соединительных участков спутника и сборного канала  $d = 0,1$  м. Вытяжной клапан санузла соединяется со спутником коробом сечением  $0,1 \times 0,1$  м, длиной 1,6 м.

Принимают диаметр шахты  $d_{\text{шахт}} = 0,47$  м, скорость воздуха в шахте и на конечном участке сборного канала  $V_{\text{шахт}} = 3,0$  м/с.

Потери давления в регулируемом приточном клапане при расходе воздуха  $L_{\text{пр.кл}} = 55$  м<sup>3</sup>/ч составит  $\Delta p = 15$  Па.

Потери давления в регулируемых вытяжных клапанах составят:

- в кухне:  $\Delta p = 6,76$  Па при расходе воздуха  $L_{\text{кух}} = 60$  м<sup>3</sup>/ч;

- в совмещенном санузле:  $\Delta p = 4,5$  Па при расходе воздуха  $L_{\text{с/у}} = 50$  м<sup>3</sup>/ч.

Потери давления в гипсокартонном воздуховоде составят

$$\Delta p = \beta_{\text{ш}} R / l = 1,25 \cdot 0,588 \cdot 1,6 = 1,18 \text{ Па}$$

при эквивалентной шероховатости гипсокартона  $k_{\text{ш}} = 1$  мм и скорости воздуха

$$V = \frac{50}{3600 \cdot 0,01} = 1,39 \text{ м/с}$$

Потери давления в коленах при входе воздуха в спутник и выходе из него при  $\xi = 1,2$  составят:

- в воздуховоде из кухни:  $\Delta p = 6,49$  Па;

- в воздуховоде из совмещенного санузла:  $\Delta p = 4,5$  Па.

Потери давления в спутниках по длине при шероховатости  $k_{\text{ш}} = 0,1$  мм составят:

- в воздуховоде из кухни:  $\Delta p = 2$  Па;

- в воздуховоде из совмещенного санузла:  $\Delta p = 1,47$  Па.

Проверяют равенство сопротивлений прохождению воздуха до слияния со сборным каналом по трактам:

- для кухни:

$$\Delta p = 15 + 6,76 + 6,49 + 1,68 + 2 = 31,93 \text{ Па};$$

- для совмещенного санузла:

$$\Delta p = 15 + 4,5 + 1,18 + 4,5 + 1,47 = 26,65 \text{ Па}.$$

Для выравнивания потерь давления при наладке системы необходимо прикрыть вытяжной клапан в совмещенном санузле.

Для дальнейших расчетов принимают потери давления до сборного канала на каждом этаже  $\Delta p = 31,93$  Па.

Общие потери давления на конечном участке сборного канала, шумоглушителях и в вытяжной шахте составят:

- в круглом воздуховоде длиной 1,5 м с отводом 90°:

$$\Delta p = \beta_{\text{ш}} R / l + \frac{\xi V^2 \rho}{2} = 1 \cdot 0,215 \cdot 1,5 + \frac{0,21 \cdot 3^2 \cdot 1,2}{2} = 1,45 \text{ Па}$$

при  $\xi = 0,21$ ;  $V = 3$  м/с;

- в шахте при длине 2,5 м с учетом сопротивления на выходе из шахты с зонтом:

$$\Delta p = \beta_{\text{ш}} R / l + \frac{\xi V^2 \rho}{2} = 1 \cdot 0,215 \cdot 2,5 + \frac{0,15 \cdot 3^2 \cdot 1,2}{2} = 6,75 \text{ Па}$$

при  $\xi = 1,15$ ;  $V = 3$  м/с;  
 - в шумоглушителях:

$$\Delta p = 20 + 15 = 35 \text{ Па.}$$

Потери давления на общих участках составят

$$\Delta p = 1,45 + 6,75 + 35 = 43,2 \text{ Па.}$$

Длина прохода на каждом этаже равна 2,8 м. Основные результаты дальнейших расчетов приведены в таблице В.2.

Таблица В.2

Этаж	$H-h$ , м	$\Delta p_{расп}$ , Па	$L_{расч}$ , м <sup>3</sup> /ч	$\xi_{п}$	$\xi_{спут}$	$V_{п}$ , м/с	$\Delta p_{п}$ , Па	$\Delta p_{спут}$ , Па	$R$ , Па/м	$\beta_{ш}R/$	$\Delta p$ , Па	$\Delta p_{р}$ , Па	$L$ , м <sup>3</sup> /ч
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	48,4	29,17	110	2,50	1,00	0,22	0,070	2,70	0,002	0,01	87,9	58,7	142
2	45,6	27,38	220	1,00	1,00	0,43	0,111	2,70	0,008	0,02	87,8	60,4	138
3	42,8	25,59	330	0,71	1,00	0,65	0,180	2,70	0,011	0,03	87,7	62,1	134
4	40,0	23,81	440	0,44	1,00	0,87	0,199	2,70	0,019	0,05	87,5	63,3	130
5	37,2	22,02	550	0,36	1,00	0,88	0,167	2,70	0,027	0,08	87,2	65,2	126
6	34,4	20,23	660	0,31	1,00	1,06	0,209	2,70	0,032	0,09	87,0	66,8	122
7	31,6	18,45	770	0,27	0,89	1,24	0,249	2,07	0,046	0,13	86,1	67,7	118
8	28,8	16,66	880	0,24	0,67	1,41	0,286	1,26	0,058	0,16	84,9	68,2	114
9	26,0	14,87	990	0,21	0,37	1,59	0,318	0,69	0,073	0,20	83,9	69,0	110
10	23,2	13,09	1100	0,19	0,15	1,77	0,357	0,28	0,089	0,25	83,3	70,2	107
11	20,4	11,30	1210	0,17	-0,02	1,94	0,384	-0,01	0,095	0,27	82,0	70,7	104
12	17,6	9,51	1320	0,16	-0,14	2,12	0,431	-0,26	0,110	0,31	81,2	71,7	101
13	14,8	7,73	1430	0,15	-0,25	2,23	0,476	-0,47	0,162	0,45	80,2	72,4	98
14	12,0	5,94	1540	0,14	-0,33	2,30	0,448	-0,62	0,190	0,53	79,1	73,2	95
15	9,2	4,16	1650	0,13	-0,40	2,65	0,547	-0,75	0,206	0,58	78,0	73,8	92
16	6,4	2,37	1760	0,12	-0,46	2,83	0,576	-0,86	0,227	0,64	76,8	75,0	89
17	3,6	0,38	1870	0,11	-0,51	3,00	0,594	-0,96	0,241	0,67	75,4	75,0	86

В графах таблицы В.2 представлены:

- графа 1 - расстояние по вертикали от центра воздухозаборного устройства до верха вытяжной шахты  $H-h$ , м;
- графа 2 - располагаемое естественное давление  $\Delta p_{расп}$  Па, рассчитанное по формуле (1);
- графа 3 - расчетный расход воздуха  $L_{расч}$ , м<sup>3</sup>/ч, в сборном канале после тройника этажа, указанного в графе А;
- графы 4 и 5 - коэффициенты местных сопротивлений в тройниках при входе в сборный канал соответственно на проход  $\xi_{п}$  и в спутнике  $\xi_{спут}$ ;
- графа 6 - скорость воздуха после тройников  $V_{п}$ , м/с;
- графа 7 - потери давления в тройнике на проход:

$$\Delta p_{п} = \frac{\xi_{п} V_{п}^2 \rho}{2}$$

при соответствующей скорости воздуха;

- графа 8 - потери давления в тройнике на спутнике:

$$\Delta p_{спут} = \frac{\xi_{спут} V_{спут}^2 \rho}{2}$$

при скорости воздуха в спутнике  $V_{спут} = 2,12$  м/с;

- графа 9 - удельные потери давления на трение на участке сборного канала от присоединения спутников указанного этажа до следующего  $R$ , Па/м;
- графа 10 - потери давления по длине на участке сборного канала от присоединения спутников указанного этажа до следующего  $\beta_{ш}R/$ ;
- графа 11 - полные потери давления от приточного клапана рассматриваемого этажа до верха вытяжной шахты. Величина этих потерь складывается из потерь в спутнике (31,93 Па), потерь на

общих участках (42,29 Па), суммы потерь в тройниках на проход начиная с 17-го этажа и включая рассматриваемый, потерь в тройнике на спутнике данного этажа и суммы потерь по длине сборного канала от данного этажа до 17-го включительно;

- графа 12 - расчетные потери давления за вычетом располагаемого естественного давления. Данные графы 12 показывают, что самые большие потери давления (с учетом естественного давления) составляют потери для квартир 16-го и 17-го этажей. Для обеспечения расчетных расходов воздуха необходима монтажная регулировка клапанов, увеличивающая сопротивление воздушного тракта квартир нижележащих этажей. Вытяжной вентилятор должен быть подобран на расход воздуха  $1\ 870\ \text{м}^3/\text{ч}$  и давление не менее 75 Па. Если вентилятор подбирать на давление без учета естественного давления, то в наиболее холодный зимний период воздух будет удаляться с увеличенным расходом из нижних этажей и с уменьшенным - из верхних;

- графа 13 - суммарные расходы воздуха в квартире на вентиляционных вытяжных решетках. Расходы воздуха соответствуют режиму без наладки системы вентиляции поданным расчетом.

Данные таблицы В.2 показывают:

- неравномерность в распределении расходов воздуха по этажам составляет плюс 30 % на 1-м этаже и минус 20 % на 17-м этаже;

- для уменьшения неравномерности в распределении расходов воздуха по этажам следует провести монтажную регулировку системы.

### Библиография

- [1] Федеральный закон РФ от Технический регламент о безопасности зданий и сооружений 30.12.2009 г. [№ 384-ФЗ](#)
- [2] Приказ Министерства Требования энергетической эффективности зданий, строений, регионального развития РФ сооружений от 28.05.2010 г. [№ 262](#)
- [3] Постановление О городской программе «Энергосберегающее домостроение в Правительства Москвы от городе Москве на 2010-2014 годы и на перспективу до 2020 9.06.2009 г. [№ 536-ПП](#) года»
- [4] Постановление О повышении энергетической эффективности жилых, Правительства Москвы от социальных и общественно-деловых зданий в городе Москве и внесении изменений в постановление Правительства Москвы от 9.06.2009 г. [№ 536-ПП](#)
- [5] Стандарт организации [СТО](#) Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена [НП «АВОК» 2.1-2008](#)

**Ключевые слова:** вентиляция, воздухообмен, схемные решения вентиляции, микроклимат помещения, квартира, жилые здания