



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство  
«Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири»  
(СРО НП СПАС)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ  
МНОГОКВАРТИРНЫХ  
ЗДАНИЙ**

СТО СРО НП СПАС-05-2013

Омск 2014



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство  
«Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири»  
(СРО НП СПАС)

---

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ  
МНОГОКВАРТИРНЫХ  
ЗДАНИЙ**

СТО СРО НП СПАС-05-2013

Омск 2014

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН ФГБОУ ВПО «СибАДИ», СРО НП СПАС, ФГБОУ ВПО «ОмГТУ», ООО ИЦ «Стройтест-СибАДИ» согласно Федеральному закону №184-ФЗ "О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. в соответствии с ГОСТ Р 1.0-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения", ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

2 УТВЕРЖДЕН председателем правления СРО НП «СПАС» на основании решения общего собрания.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ .

4 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 27 марта 2014 г. в качестве стандарта организации.

© СРО НП СПАС , 2014

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве издания без разрешения СРО НП СПАС.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	1
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	1
3	ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	1
4	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	1
5	ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	2
5.1.	Расчетные условия .....	2
5.2.	Нормативный воздухообмен .....	3
5.3.	Защита от шума .....	4
5.4.	Организация воздухообмена .....	5
5.5.	Системы вентиляции .....	6
5.6.	Основные положения аэродинамического расчета систем вентиляции .....	13
6	ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ .....	15
6.1.	Приточные устройства .....	15
6.2.	Вытяжные вентиляционные блоки, воздуховоды, вентиляторы .....	16
7	ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	17
8	ИСПЫТАНИЯ, ПУСКОНАЛАДКА И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	17
9	ЭКСПЛУАТАЦИЯ .....	18
	ПРИЛОЖЕНИЯ .....	19
	Приложение А. Перечень использованных нормативных документов .....	20
	Приложение Б. Основные термины и их определения .....	21
	Приложение В. Пример расчета требуемого воздухообмена .....	22
	Приложение Г. Справочные значения звукоизоляции некоторых ограждающих конструкций без приточных вентиляционных устройств .....	23
	Приложение Д. Характеристики звукоизоляции некоторых приточных вентиляцион- ных устройств (клапанов) .....	23
	Приложение Е. Метод расчета звукоизоляции ограждающих конструкций зданий с учетом приточных вентиляционных устройств .....	24
	Приложение Ж. Примеры расположения приточных и вытяжных вентиляционных устройств в квартирах различной планировки .....	27
	Приложение И. Коэффициенты местных сопротивлений элементов систем вентиляции .....	28
	Приложение К. Рекомендуемые скорости движения воздуха в воздуховодах и кана- лах систем вентиляции .....	34
	Приложение Л. Аэродинамические коэффициенты некоторых дефлекторов .....	34
	Приложение М. Значения поправочных коэффициентов, учитывающих шерохова- тость поверхности воздуховодов .....	34
	Приложение Н. Номограмма для определения потерь давления на трение в круглых воздуховодах .....	35
	Приложение О. Характеристики некоторых приточных вентиляционных устройств (клапанов) .....	37
	Приложение П. Схемы монтажа некоторых приточных вентиляционных устройств ..	40
	Приложение Р. Схемы подключения кухонных вытяжек к вентиляционным каналам .....	42
	Приложение С. Примеры аэродинамического расчета систем вентиляции .....	43
	Приложение Т. Методика оценки производительности системы вентиляции эксплуа- тируемого здания .....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Стандарт организации «Энергосбережение в зданиях. Расчет и проектирование систем вентиляции жилых многоквартирных зданий» разработан в соответствии с решением общего собрания саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Союз проектировщиков и архитекторов Сибири» (протокол № 3 от 26 сентября 2012 г.) на основании запроса ряда строительных и проектных организаций г. Омска (ЗАО «Омскстрой», ЗАО «Завод сборного железобетона № 6», ООО «Стройбетон», ООО «Трест № 4», ОАО ТПИ «Омскгражданпроект», ООО «Горпроект»).

Необходимость разработки и ввода в действие настоящего стандарта обусловлена:

- внедрением в практику строительства герметичных светопрозрачных ограждающих конструкций, требующих специальных решений по организации притока свежего воздуха в помещения;

- несовершенством методик расчета и проектирования систем вентиляции жилых многоквартирных зданий с современными ограждающими конструкциями;

- несогласованностью требований к системам вентиляции жилых зданий и их отдельных элементов в различных нормативных документах.

Настоящий стандарт устанавливает требования к воздухообмену помещений жилых многоквартирных зданий, требования к конструктивным элементам и схемам систем вентиляции, определяет порядок их расчета, проектирования и пусконаладки.

Совокупность требований настоящего нормативного документа преследует цель проектирования систем вентиляции жилых многоквартирных зданий с учетом режима их эксплуатации, внешних и внутренних воздействий, сокращения энергозатрат на теплоснабжение за счет управления и регулирования процессами притока и удаления воздуха из квартир, в том числе с использованием тепла удаляемого воздуха.

При разработке стандарта основное внимание уделено методическим аспектам проектирования систем вентиляции, в частности организации воздухообмена, проектированию систем вентиляции, аэродинамическим расчетам различных типов систем, подбору вентиляторов, проверке работоспособности систем при различных сочетаниях внешних климатических воздействий.

Следует отметить ряд положений, отличающих данный документ.

1. Требуемый воздухообмен квартир предложено определять для рабочего (основного) режима эксплуатации и нерабочего режима (при отсутствии проживающих в квартире).

Конструктивное решение системы вентиляции должно обеспечивать возможность регулирования производительности в пределах рабочего и нерабочего режимов.

2. Одним из критериев, определяющих выбор принципиального конструктивного решения системы вентиляции, принят уровень шума у фасада здания и требуемой звукоизоляции ограждающих конструкций при условии обеспечения нормативного воздухообмена помещений.

Предложены показатели для оценки звукоизоляции приточных вентиляционных устройств, формулы и примеры расчетов звукоизоляции ограждающих конструкций зданий с приточными устройствами различного типа.

3. Оговорены требования к приточным вентиляционным устройствам.

4. При проектировании систем вентиляции предложено проводить проверку их работоспособности расчетом при климатических условиях переходного, теплого и холодного периодов года.

5. Внесены уточнения и дополнения в методики аэродинамического расчета систем вентиляции различного типа (с естественным побуждением, децентрализованным механическим удалением воздуха, централизованным механическим удалением воздуха и децентрализованным притоком и др.). Приведены необходимые справочные данные и примеры расчетов.

6. Оговорены особенности проведения обследований систем вентиляции многоквартирных зданий при оценке их работоспособности и пусконаладке.

Настоящий стандарт подготовлен рабочей группой в составе: Андреев И.В. (ФГБОУ ВПО «СибАДИ»), Алешков Д.А. (ООО «ИЦ Стройтест-СибАДИ»), Бороздин Е.Г. (ФГБОУ ВПО «СибАДИ»), Кривошеин А. Д. (ФГБОУ ВПО «СибАДИ», руководитель работы), Кривошеин М.А. (ФГБОУ ВПО «ОмГТУ»), Кулишкина В.М. (ФГБОУ ВПО «СибАДИ»), Пахотин Г.А. (ФГБОУ ВПО «СибАДИ»), Мосенкис Ю.М. (СРО НП СПАС).

Стандарт организации

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ.

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ МНОГOKВАРТИРНЫХ  
ЗДАНИЙ**

**CALCULATION AND DESIGNING OF VENTILATION RESIDENTIAL APARTMENT  
BUILDINGS**

СТО СРО НП СПАС-05-2013

*Дата введения 2014-03-27*

**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**1.1** Настоящий стандарт разработан в дополнение к СП 60.13330, СП 54.13330, СП 55.13330, СП 51.13330, с учетом требований и рекомендаций СТО СРО НП СПАС-04-2011, Р НП «АВОК» 5.2-2012

**1.2** Стандарт устанавливает требования, предъявляемые к воздухообмену помещений, системам вентиляции жилых многоквартирных зданий, их конструктивным элементам, определяет порядок расчета и проектирования систем вентиляции жилых многоквартирных зданий с естественным и механическим побуждением движения воздуха.

**1.3** Требования стандарта должны соблюдаться при проектировании, экспертизе, строительстве, приемке и эксплуатации новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых жилых многоквартирных зданий, общежитий квартирного типа, а также жилых помещений, входящих в состав помещений зданий другого функционального назначения.

**1.4** Стандарт не распространяется на:

- здания, строения и сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
- мобильные (передвижные) жилые здания;
- временные здания и сооружения, которые находятся на одном месте не более двух отопительных сезонов;
- здания и сооружения, отапливаемые сезонно не более четырех месяцев в году;
- объекты, начатые строительством по проектной документации, разработанной и утвержденной до момента ввода в действие настоящего СТО.

**1.5** Возможность применения настоящего стандарта при реконструкции, капитальном ремонте и модернизации зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, определя-

ется на основании согласования с органами государственного контроля охраны и использования памятников истории и культуры в каждом конкретном случае.

**1.6** Стандарт вводится в качестве методического документа для применения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, входящими в саморегулируемую организацию Некоммерческое партнерство «Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири», независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности.

**2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в данном документе, приведен в приложении А.

**3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Термины и определения, применяемые в настоящем нормативном документе, приведены в приложении Б.

**4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**4.1** В жилых многоквартирных зданиях следует предусматривать технические решения систем вентиляции, обеспечивающие:

а) нормируемые метеорологические условия и чистоту воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий согласно ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.2645, требований настоящего СТО;

б) нормируемые уровни шума и вибраций от внешних источников шума, а также от работы оборудования систем вентиляции согласно СП 51.13330;

в) надежность, долговечность и ремонтнопригодность систем;

г) взрыво-, электро-, пожаробезопасность;

д) энергосбережение.

**4.2** Вентиляционное оборудование, воздуховоды, приточные и вытяжные устройства, теплоизоляционные конструкции следует выполнять из материалов, разрешенных к применению в строительстве.

Используемые в системах вентиляции материалы и изделия должны иметь подтверждение их соответствия требованиям нормативных документов.

**4.3** Требования к системам аварийной вентиляции и системам противодымной защиты следует принимать в соответствии с СП 54.13330, СП 60.13330, СП 7.13130.

**4.4** Требования к электрооборудованию и средствам автоматизации систем механической вентиляции следует принимать в соответствии с СП 60.13330.

**4.5** Системы вентиляции здания должны быть запроектированы и смонтированы с учетом требований безопасности, содержащихся в нормативных документах органов государственного надзора, указаний и инструкций завод-изготовителей оборудования.

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

### 5.1 Расчетные условия

**5.1.1** При проектировании систем вентиляции жилых зданий следует различать:

- оптимальные и допустимые параметры внутреннего воздуха помещений, принимаемые

согласно ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.2645;

- расчетные параметры внутреннего воздуха, принимаемые в соответствии с п.5.1.2.

Допустимые параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещений (таблица 5.1) должны обеспечиваться системами отопления и вентиляции в течение всего периода эксплуатации здания.

Расчетные параметры предназначены для расчета и проектирования систем отопления и вентиляции.

**5.1.2** В качестве расчетных параметров внутреннего воздуха при проектировании систем вентиляции следует принимать:

- температуру внутреннего воздуха  $t_{int}$ , °С;  
- допустимую скорость движения воздуха  $v_{int}$ , м/с;

- относительную влажность воздуха  $\phi_{int}$ , %.

В качестве расчетных параметров наружного воздуха следует принимать:

- температуру наружного воздуха  $t_{ext}$ , °С;

- скорость ветра  $v_{ext}$ , м/с.

**5.1.3.** Расчет систем вентиляции следует проводить на расчетные условия переходного периода с проверкой обеспечения нормативного воздухообмена помещений в холодный и теплый периоды года.

Расчетные параметры внутреннего воздуха для проектирования систем вентиляции приведены в таблице 5.2.

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования систем вентиляции приведены в таблице 5.3.

Т а б л и ц а 5.1 – Оптимальные и допустимые параметры внутреннего воздуха помещений жилых зданий\*

Наименование помещений	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
<b>Холодный период года</b>								
Жилая комната***	21—23	20—24	20—22	19—23	45—30	60	0,15	0,2
Кухня	19—21	18—26	18—20	17—25	Н/Н**	Н/Н**	0,15	0,2
Туалет	19—21	18—26	18—20	17—25	Н/Н**	Н/Н**	0,15	0,2
Ванная, совмещенный санузел	24—26	18—26	23—27	17—26	Н/Н**	Н/Н**	0,15	0,2
Межквартирный коридор	18—20	16—22	17—19	15—21	45—30	60	0,15	0,2
Вестибюль, лестничная клетка	16—18	14—20	15—17	13—19	Н/Н**	Н/Н**	0,2	0,3
Кладовые	16—18	12—22	15—17	11—21	Н/Н**	Н/Н**	Н/Н**	Н/Н**
<b>Теплый период года</b>								
Жилая комната	22—25	20—28	22—24	18—27	60—30	65	0,2	0,3

\* Допустимые параметры внутреннего воздуха, представленные в таблице 5.1, соответствуют СанПиН 2.1.2.2645, оптимальные параметры – ГОСТ 30494.

\*\* Н/Н – не нормируется.

\*\*\* Соответствует климатическим районам с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже

Таблица 5.2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха, принимаемые при проектировании систем вентиляции жилых зданий

Расчетная температура воздуха $t_{int}$ , °C	Расчетная относительная влажность $\phi_{int}$ , %	Допустимая скорость движения воздуха $v_{int}$ , м/с
<b>Переходный и холодный периоды года</b>		
21	45	0,2
<b>Теплый период года</b>		
22	60	0,3

Таблица 5.3 – Расчетные параметры наружного воздуха, принимаемые при проектировании систем вентиляции жилых зданий

Населенный пункт	Расчетная температура воздуха $t_{ext}$ , °C	Расчетная скорость движения воздуха $v_{ext}$ , м/с
<b>Переходный период</b>		
Для всех населенных пунктов	+5	0
<b>Холодный период года</b>		
Для всех населенных пунктов	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь по СП 131.13330
<b>Теплый период года</b>		
Для всех населенных пунктов	Температура воздуха обеспеченностью 0,95 по СП 131.13330	0

## 5.2 Нормативный воздухообмен

**5.2.1** Проектирование систем вентиляции жилых зданий следует производить с учетом обеспечения нормативного воздухообмена помещений в режиме обслуживания (в режиме эксплуатации с учетом проектной загруженности помещений) и в нерабочем режиме.

**5.2.2** Величину нормативного воздухообмена (кратность воздухообмена) в отдельных помещениях жилых зданий следует принимать в соответствии с таблицей 5.4.

**5.2.3** Требуемый воздухообмен отдельных квартир должен определяться из расчета заселения их одной семьей. Количественный состав семьи следует принимать на основании задания на проектирование.

При отсутствии информации допускается принимать количественный состав семьи, равный количеству жилых комнат ( $k = N$ ).

**5.2.4** В квартирах общей площадью более 20 м<sup>2</sup> на 1-го человека величину нормативного воздухообмена жилых комнат  $L_i$  следует определять из расчета 30 м<sup>3</sup>/ч на 1-го проживающего:

$$L_i = 30 \cdot k_i, \quad (5.1)$$

где  $k_i$  – расчетное количество человек, проживающих в  $i$ -й квартире.

В квартирах общей площадью менее 20 м<sup>2</sup> на 1-го человека величину нормативного воздухообмена жилых комнат  $L_i$  следует определять из расчета 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений  $F_i$ :

$$L_i = 3 \cdot F_i, \quad (5.2)$$

**5.2.5** Нормативный воздухообмен помещений в нерабочем режиме  $L_i$  следует определять по нормативной кратности  $n_i$ , 1/ч:

$$L_i = n_i \cdot V_i, \quad (5.3)$$

где  $V_i$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

**5.2.6** При определении объема помещений их площадь следует определять по размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен и перегородок на уровне пола (без учета плинтусов). Высоту помещений следует определять по разности отметок чистого пола и потолка помещений.

**5.2.7** В качестве расчетного воздухообмена квартиры следует принимать наибольшую из величин:

- суммарного нормативного воздухообмена жилых комнат (гостиные, спальни, кабинеты, библиотеки);
- суммарного нормативного воздухообмена кухни, санузлов (уборных, ванных, душевых), кладовых, гардеробных и т.п.

**5.2.8** Технические решения систем вентиляции должны обеспечивать возможность регулируемого воздухообмена в пределах от расчетного воздухообмена в нерабочем режиме до расчетного воздухообмена в режиме обслуживания с учетом проектной загруженности помещений. Пример расчета требуемого воздухообмена помещений квартиры приведен в приложении В.



Т а б л и ц а 5.4 – Нормативные значения воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещение	Кратность $n$ , 1/ч, или величина воздухообмена $L$ , $\text{м}^3/\text{ч}$	
	в режиме обслуживания*	в нерабочем режиме
Спальная, общая, детская комнаты общей площадью квартиры на 1 человека менее $20 \text{ м}^2$	$3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на $1 \text{ м}^2$ жилой площади	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
То же, при общей площади квартиры на 1 человека более $20 \text{ м}^2$	$30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 человека, но не менее $0,35 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
Кухня квартиры с электрической плитой*	$60 \text{ м}^3/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Помещение с газоиспользующим оборудованием	$100 \text{ м}^3/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Ванная комната, душевая	$25 \text{ м}^3/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Уборная	$25 \text{ м}^3/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Совмещенный санузел (ванная+уборная)	$50 \text{ м}^3/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Библиотека, кабинет	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
Кладовая, бельевая, гардеробная	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
Тренажерный зал	$100 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{чел.})$	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
Бильярдная	По расчету, но не менее $2,0 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,2 \text{ }^1/\text{ч}$
Постирочная, гладильная, сушильная	По расчету, но не менее $2,0 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Помещение с теплогенераторами общей теплопроизводительностью до 50 кВт: - с открытой камерой сгорания - с закрытой камерой сгорания	$100 \text{ м}^3/\text{ч}^{**}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
	$1,0 \text{ }^1/\text{ч}^{**}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Сауна	$10 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Машинное отделение лифта	По расчету, но не менее $0,5 \text{ }^1/\text{ч}$	$0,5 \text{ }^1/\text{ч}$
Автостоянка	По расчету	
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в жилом доме или общежитии	По расчету	
Автостоянка	По расчету	$1,0 \text{ }^1/\text{ч}$
Мусоросборная камера	$1,0 \text{ }^1/\text{ч}$	$1,0 \text{ }^1/\text{ч}$

\* Нормативные значения в режиме обслуживания приведены в соответствии с СП 54.13330 и дополнены по ряду помещений согласно СТО НП «АВОК» 2.1-2008.

\*\* При установке газовой плиты воздухообмен следует увеличить на  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$

### 5.3 Защита от шума

**5.3.1** Нормативные требования по уровням шума в помещениях жилых зданиях следует принимать в соответствии с СП 51.13330.2011.

**5.3.2** Нормируемым параметром звукоизоляции наружных ограждающих конструкций (наружных стен, окон, дверей и др., в том числе с приточными и вытяжными вентиляционными устройствами) является звукоизоляция  $R_{Атран}$ , дБА, представляющая собой изоляцию внешнего шума, производимого потоком городского транспорта.

Требуемая звукоизоляция наружных ограждающих конструкций от транспортного шума  $R_{Атран}^{mp}$ , дБА, определяется в зависимости от назначения помещения и расчетного эквивалентного уровня транспортного шума у фасада здания  $L_{A2M}$ , дБА.

**5.3.3** Нормативные значения  $R_{Атран}^{mp}$  наружных ограждающих конструкций для ряда помещений жилых зданий, площадью до  $25 \text{ м}^2$  приведены в таблице 5.5.

Для промежуточных значений расчетных уровней требуемую величину  $R_{Атран}^{mp}$  следует определять интерполяцией.

Нормативные требования, приведенные в таблице 5.5, относятся к конструкциям (стенам, окнам, остекленным витражам, балконным дверям и т.п.), в том числе с приточными вентиляционными устройствами.

**5.3.4** Требуемую звукоизоляцию наружных ограждающих конструкций  $R_{Атран}^{mp}$  помещений площадью более  $25 \text{ м}^2$ , а также помещений, не указанных в таблице 5.5, следует определять согласно СП 51.13330.2011, СП 23-103-2003.

Таблица 5.5 – Нормативные требования к звукоизоляции ограждающих конструкций\*

N п/п	Назначение помещений	Требуемые значения $R_{Атран}^{мп}$ , дБА, при эквивалентных уровнях звука у фасада здания $L_{А2м}$ , дБА**				
		60	65	70	75	80
1	Жилые комнаты квартир в домах	-	15	20	25	30
2	Жилые комнаты общежитий	-	-	15	20	25
3	Номера гостиниц:					
	- четыре и пять звезд	15	20	25	30	35
	- три звезды	-	15	20	25	30
	- менее трех звезд	-	-	15	20	25
4	Жилые помещения домов отдыха, домов-интернатов для инвалидов	15	20	25	30	35

\* Величины, представленные в таблице, рассчитаны в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011.

\*\* Эквивалентные уровни звука у фасада здания  $L_{А2м}$  определяются по шумовым картам территории проектируемой застройки (на расстоянии 2 м от фасада здания при наиболее интенсивном движении транспорта, в дневное время, час "пик") либо по заданию на проектирование.

**5.3.5** Величину эквивалентного уровня транспортного шума у фасада здания  $L_{А2м}$  следует принимать в соответствии с заданием на проектирование либо определять расчетом на основании карт шума улично-дорожной сети с учетом строительно-акустических мероприятий по снижению уровня шума транспортных потоков (экранов, зеленых насаждений, расстояния от фасада до проезжей части и др.).

**5.3.6** Величину фактической звукоизоляции ограждающих конструкций  $R_{Атран}$ , дБА, следует принимать по результатам испытаний, проведенных в соответствии с ГОСТ 27296, ГОСТ 26602.3.

**5.3.7** В системах вентиляции с притоком воздуха через стеновые или оконные клапаны, открывающиеся форточки, оконные фрамуги, створки (в том числе в режиме щелевого проветривания) величина звукоизоляции ограждающих конструкций должна определяться с учетом этих элементов, открытых в режиме обеспечения нормативного воздухообмена помещений,  $R_{Атран}^{вент}$ .

В системах вентиляции с принудительной подачей приточного воздуха (механические системы вентиляции) величина  $R_{Атран}$  ограждающих конструкций должна приниматься по результатам испытаний в закрытом состоянии.

Справочные значения  $R_{Атран}$  для некоторых конструкций приведены в приложении Г.

**5.3.8** Показателем, характеризующим звукоизоляционные свойства непосредственно приточных вентиляционных устройств (проветривателей, стеновых или оконных клапанов), является приведенная разница уровней звукового давления  $D_{п.е.в}(C;C_{tr})$ , дБ, где  $C$  и  $C_{tr}$  – коэффициенты согласования, позволяющие учитывать различные спектры источников шума, таких как розовый шум и шум потока городского транспорта соответственно.

Величину  $D_{п.е.в}(C;C_{tr})$  принимают по результатам испытаний по ГОСТ 27296 с учетом требований ISO 140-10:1991, ISO 717-1:1996.

Характеристики звукоизоляции некоторых приточных вентиляционных устройств приведены в приложении Д.

**5.3.9** При отсутствии данных по результатам испытаний звукоизоляции ограждающих конструкций совместно с приточными вентиляционными устройствами, допускается определять их характеристики расчетом на основании известных данных по звукоизоляции отдельных частей (элементов) ограждающих конструкций  $R_{Атран}$  и звукоизоляции приточных вентиляционных устройств.

Методика расчета представлена в приложении Е.

## 5.4 Организация воздухообмена

**5.4.1** В жилых многоквартирных зданиях следует предусматривать системы вентиляции с организованным притоком и организованным удалением воздуха.

Подачу чистого воздуха следует предусматривать в жилые помещения (гостиные, спальни, детские комнаты, библиотеки, кабинеты), удаление загрязненного воздуха следует предусматривать из вспомогательных помещений (кухонь, санузлов, кладовых, гардеробных, постирочных, тренажерных залов и т.п.).

Схема распределения воздушных потоков должна обеспечивать зонирование квартиры по чистоте помещений, исключая перетекание воздуха из «грязных» помещений в «чистые».

Примеры расположения приточных и вытяжных вентиляционных устройств в квартирах различной планировки, обеспечивающие зонирование помещений по чистоте воздуха, приведены в приложении Ж.

**5.4.2** Движение воздуха в системах вентиляции может обеспечиваться за счет естественного побуждения (тепловые и ветровые перепады давлений), за счет искусственных источников (механические системы вентиляции) либо их сочетания.

Возможные схемы организации воздухообмена:

- с притоком и удалением воздуха за счет естественного побуждения (системы с созданием пониженного давления в помещениях квартир вытяжной вентиляцией, действующей за счет тепловых и ветровых перепадов давлений);

- с децентрализованным удалением воздуха за счет механического побуждения вытяжными вентиляторами, устанавливаемыми в вытяжных каналах квартир, и децентрализованным естественным притоком воздуха в жилые помещения (системы с созданием пониженного давления в помещениях квартир);

- с централизованным удалением воздуха за счет механического побуждения вытяжной системой вентиляции и децентрализованным естественным притоком воздуха в жилые помещения (так называемые гибридные системы);

- с притоком воздуха за счет механического побуждения и удалением воздуха через вытяжные вентиляционные каналы с естественным побуждением (системы с созданием подпора воздуха в жилых комнатах квартир);

- с механическим притоком и удалением воздуха (системы приточно-вытяжной механической вентиляции с регулируемым балансом по приточному и вытяжному воздуху).

**5.4.3** Приток чистого воздуха в помещения должен осуществляться посредством приточных вентиляционных устройств (стеновых или оконных клапанов), оконных створок, фрамуг или форточек, либо через воздухораспределительные устройства приточных систем вентиляции с механическим побуждением.

Удаление загрязненного воздуха должно осуществляться через вытяжные вентиляционные каналы (встроенные или пристроенные), расположенные в строительных конструкциях здания, или самостоятельные вытяжные воздуховоды (каналы) систем вытяжной вентиляции.

**5.4.4** Приток воздуха следует предусматривать:

- в системах без подогрева приточного воздуха – в верхнюю зону помещений, обеспечивая возможность смешивания холодного приточного воздуха с нагретым воздухом помещений;

- в системах с подогревом приточного воздуха за счет отопительных приборов системы

отопления – за (или над) отопительными приборами, обеспечивая возможность смешивания приточного воздуха с теплым воздухом от отопительных приборов;

- в системах с подогревом воздуха в приточных вентиляционных устройствах встроенными нагревателями (системы с децентрализованным притоком) – в верхнюю или нижнюю зону помещения;

- в системах механической вентиляции с централизованным подогревом приточного воздуха – в верхнюю или нижнюю зону помещения через воздухораспределительные плафоны и решетки.

**5.4.5** Удаление загрязненного воздуха следует предусматривать из верхней зоны вспомогательных помещений через вентиляционные решетки, располагаемые на расстоянии не ниже 2 м от пола до низа решетки.

## 5.5 Системы вентиляции

**5.5.1** Системы вентиляции жилых многоквартирных зданий должны обеспечивать нормативный воздухообмен помещений с учетом возможности его регулирования в процессе эксплуатации.

Рекомендуемые схемы систем вентиляции жилых многоквартирных зданий приведены на рисунках 5.1 – 5.4.

**5.5.2** Выбор системы вентиляции для конкретного здания осуществляется проектной организацией с учетом назначения и планировочного решения здания, его этажности, расчетного уровня транспортного шума у фасада здания, обеспечения нормативных показателей и положений данного стандарта.

**5.5.3** Системы вентиляции с притоком и удалением воздуха за счет естественного побуждения допускается проектировать в жилых зданиях при их расположении внутри кварталов с уровнем транспортного шума у фасада  $L_{A2m}$  не более 60 дБА.

В теплый период года данные системы должны предусматривать проветривание через открывающиеся оконные фрамуги, створки или форточки.

При необходимости (по результатам аэродинамического расчета) вытяжные каналы квартир верхних этажей могут оснащаться индивидуальными вытяжными вентиляторами с обратными клапанами.

Принципиальные схемы систем вентиляции с естественным побуждением приведены на рисунке 5.1.

**5.5.4** При уровне транспортного шума у фасада здания  $L_{A2m}$  более 60 дБА следует про-

ектировать системы вентиляции с механическим побуждением притока или вытяжки. В частности:

- с децентрализованным удалением воздуха за счет механического побуждения вытяжными вентиляторами, устанавливаемыми в вытяжных каналах квартир, и естественным децентрализованным притоком воздуха в жилые помещения;

- с централизованным удалением воздуха за счет механического побуждения вытяжными вентиляторами, устанавливаемыми на оголовках вентиляционных шахт (или в чердачном пространстве), и естественным децентрализованным притоком воздуха в жилые помещения;

- с притоком воздуха за счет механического побуждения и удалением воздуха через вытяжные вентиляционные каналы с естественным побуждением.

Принципиальные схемы систем вентиляции с механическим побуждением удаления или притока воздуха приведены на рисунке 5.2 и 5.3.

**5.5.5** Системы вентиляции с механическим побуждением притока и удаления воздуха следует проектировать при соответствующем технико-экономическом обосновании, как правило, с применением установок утилизации тепла вытяжного воздуха.

Системы вентиляции с механическим побуждением могут быть как центральными – с одной или несколькими системами на здание, так и с поквартирным размещением приточных и вытяжных систем.

Принципиальные схемы систем вентиляции с механическим побуждением приведены на рисунке 5.4.

**5.5.6** Системы приточно-вытяжной механической вентиляции могут быть оборудованы установками для охлаждения и увлажнения (кондиционирования) воздуха, утилизации тепла вытяжного воздуха.

**5.5.7** Системы вентиляции встраиваемых объектов (встроенных и встроенно-пристроенных групп помещений различного назначения) следует проектировать отдельными с системами вентиляции жилой части здания.

Допускается вытяжную вентиляцию помещений общественного назначения, размещаемых в габаритах одной квартиры (при площади до 110 м<sup>2</sup>) – нотариальных контор, юридических консультаций, контор жилищно-эксплуатационных организаций, банков и других встроенных помещений (кроме предприятий питания), где отсутствуют пожаровзрывоопасные вещества и вредные выделения не превышают

нормируемых значений, присоединять к общей вытяжной системе жилого здания.

**5.5.8** Кухни или кухни-ниши в помещениях без естественного освещения должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией с механическим побуждением согласно СП 60.13330.2012.

**5.5.9** Системы вентиляции жилых зданий должны обеспечивать возможность индивидуального регулирования величины воздухообмена квартир и (или) отдельных помещений с учетом режима их эксплуатации.

Регулирование может обеспечиваться за счет ручного или автоматического управления:

- расходом приточного воздуха, подаваемого в помещения;

- расходом удаляемого воздуха.

Вентиляторы систем механической вентиляции (как централизованной, так и децентрализованной) должны иметь регулируемый привод и обеспечивать ступенчатое или плавное изменение производительности.

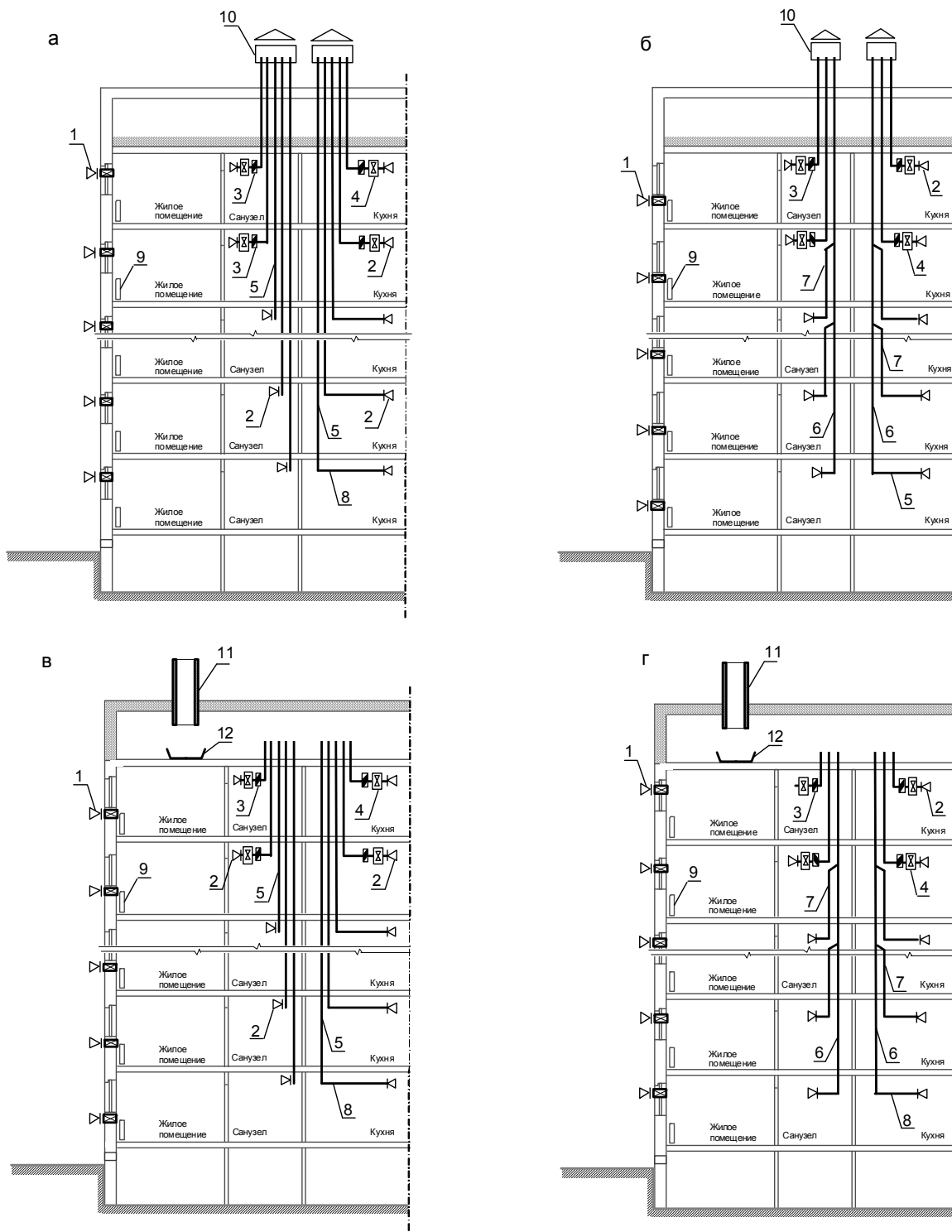
**5.5.10** Воздухозаборные устройства приточных систем вентиляции следует размещать на расстоянии не менее 1 м от уровня устойчивого снегового покрова, определяемого по данным гидрометеостанций или расчетом.

Проектом должна предусматриваться защита воздухозаборных устройств от загрязнения взвешенными примесями растительного происхождения.

**5.5.11** Для удаления воздуха из помещений следует предусматривать вытяжные вентиляционные каналы (воздуховоды), встроенные в строительные конструкции, или в виде отдельно стоящих вентиляционных блоков, располагаемых в санузлах, кухне и кладовых. Со стороны помещения вход в вытяжные каналы должен закрываться регулируемыми вентиляционными решетками или регулируемыми вентиляционными клапанами.

При проектировании уборной и ванной отдельными вытяжные каналы следует располагать в уборной. При этом в перегородке между уборной и ванной должно быть предусмотрено переточное отверстие площадью не менее 0,014 м<sup>2</sup>, закрытое вентиляционной решеткой.

**5.5.12** Для обеспечения перетекания воздуха из коридоров к вытяжным вентиляционным каналам двери кухонь, ванн, туалетов и подсобных помещений должны иметь подрезку (не менее 0,02 м высотой) или переточные решетки, встроенные в дверное полотно, с живым сечением не менее 0,014 м<sup>2</sup>.



Р и с у н о к 5.1 – Схемы систем вентиляции жилых зданий с естественным побуждением движения воздуха: а, б – с холодным чердаком; в, г – с теплым чердаком: 1 – приточное вентиляционное устройство (оконный или стеновой вентиляционный клапан с регулируемым открыванием); 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – обратный клапан; 4 – вытяжной вентилятор (по расчету на верхних этажах); 5 – вертикальный вентиляционный канал; 6 – сборный вентиляционный канал; 7 – канал-спутник; 8 – горизонтальный вентиляционный канал (воздуховод); 9 – прибор системы отопления; 10 – дефлектор; 11 – вытяжная вентиляционная шахта; 12 – поддон

**5.5.13** Вытяжные вентиляционные каналы из отдельных помещений целесообразно объединять в вентиляционные блоки.

В системах вентиляции с естественным побуждением притока и удаления воздуха вентиляционные каналы предпочтительно выполнять раздельными, без вертикальных и горизонтальных сборных каналов.

В многоэтажных зданиях (выше 6-ти этажей) вентиляционные каналы различных этажей рекомендуется присоединять к сборному вертикальному каналу. Присоединение каналов-спутников к сборному каналу в этом случае должно производиться через этаж; высота канала-спутника должна быть не менее 2 м.

Вентиляционные каналы двух верхних этажей следует выполнять раздельными – без подключения к сборному каналу.

Для повышения устойчивости аэродинамическое сопротивление каналов-спутников при расчетном расходе удаляемого воздуха должно составлять не менее 6 Па.

Вертикальные сборные каналы допускается предусматривать как общими, так и раздельными для кухонь и санузлов, 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.

**5.5.14** Оголовки вентиляционных каналов систем естественной вентиляции (вентиляционные шахты) для улучшения вытяжки рекомендуется оснащать дефлекторами.

**5.5.15** Системы вентиляции с удалением вытяжного воздуха через тёплый чердак следует применять в домах не ниже 6-ти этажей.

Удаление воздуха из чердака следует предусматривать через одну вытяжную шахту, устраиваемую в каждой секции дома с обязательным герметичным разделением секций друг от друга перегородками.

Вытяжная шахта с соотношением сторон не более 1:2 должна иметь высоту не менее 4,5 м от верха перекрытия над последним этажом.

Для сбора атмосферных осадков и конденсата на полу чердака под шахтой должен размещаться поддон размерами в плане не менее размеров шахты, увеличенных на 150 мм в каждую сторону, и глубиной не менее 250 мм.

**5.5.16** Системы вентиляции с механическим побуждением удаления воздуха (системы с созданием пониженного давления в помещениях) могут выполняться:

- с установкой индивидуальных вентиляторов в вытяжных вентиляционных каналах каждой квартиры;

- с установкой канального вентилятора на блоке каналов (на чердаке или на оголовке каналов за пределами здания);

- с установкой радиального вентилятора (вытяжного блока) в квартире и подключением к нему воздуховодов из кухни, санузлов и кладовых.

**5.5.17** В системах вентиляции с механическим побуждением притока воздуха (системы с созданием избыточного давления в помещениях) вытяжные вентиляционные каналы могут выполняться как с вертикальными, так и горизонтальными сборными каналами. Для исключения перетекания воздуха из сборных каналов на вентиляционных решетках каналов-спутников должны быть обязательно установлены обратные клапаны.

**5.5.18** За пределами отапливаемых помещений вентиляционные каналы (вентиляционные блоки) должны быть теплоизолированы. Термическое сопротивление слоя теплоизоляции должно быть не менее  $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Не допускается размещать вентиляционные каналы в наружных стенах.

**5.5.19** Для проветривания квартир в тёплый период года следует предусматривать открывающиеся окна (створки окон), форточки или фрамуги.

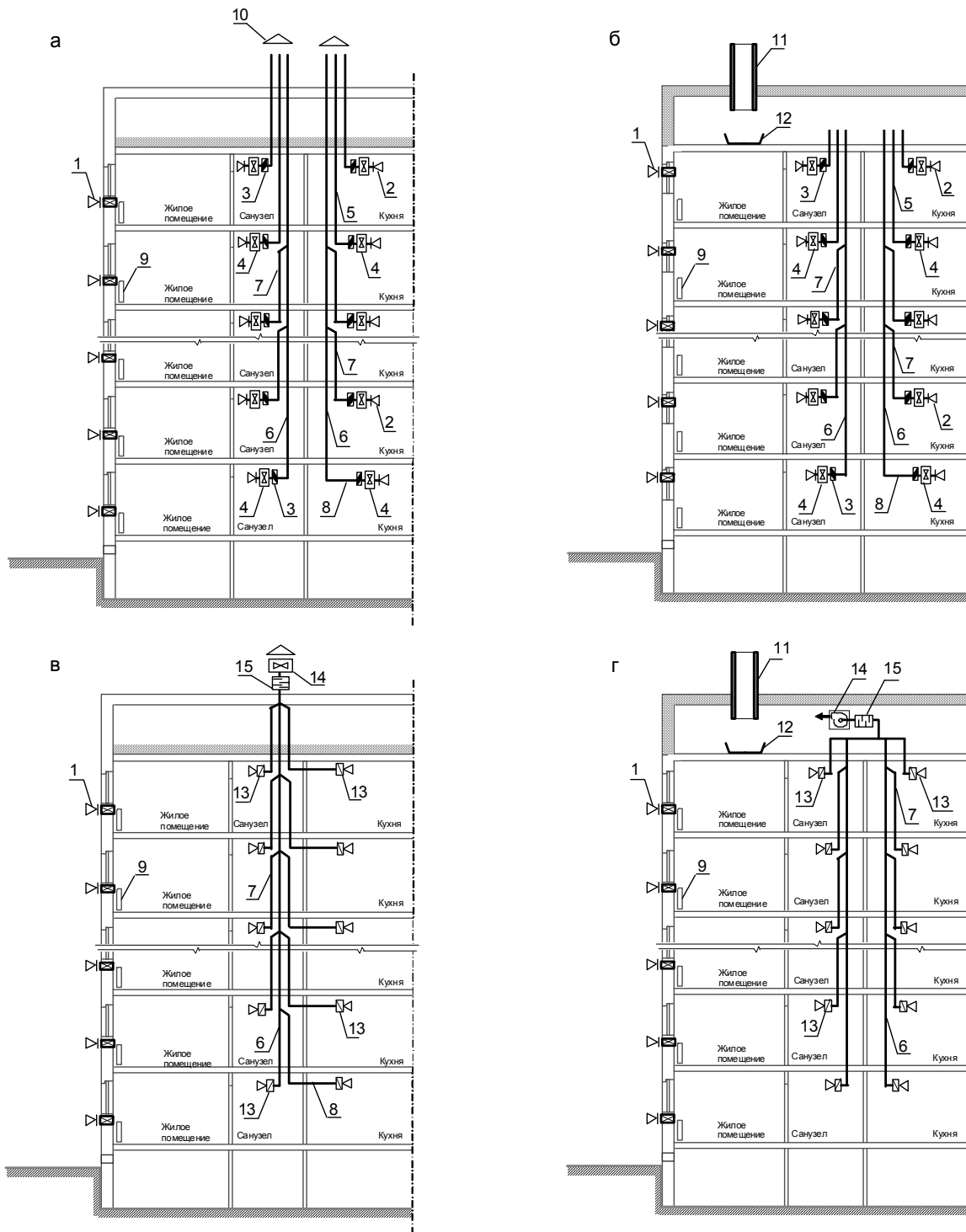
**5.5.20** При остеклении лоджий или веранд приточные устройства (клапаны) должны устанавливаться дополнительно в стенках или остеклении лоджий – для обеспечения притока воздуха через лоджии в жилые помещения.

**5.5.21** При подключении кухонных вытяжек к вытяжным каналам следует предусматривать обводную линию с дополнительной вентиляционной решеткой, оснащенной обратным клапаном. Примеры подключения кухонных вытяжек приведены в приложении Р.

**5.5.22** В наружных стенах технических подпольий и подвального этажа следует предусматривать продухи площадью не менее  $0,04 \text{ м}^2$  каждый с устройствами для регулирования их площади (вплоть до полного закрытия). Общая площадь продухов должна обеспечивать не менее чем 0,5-кратный обмен воздуха в час.

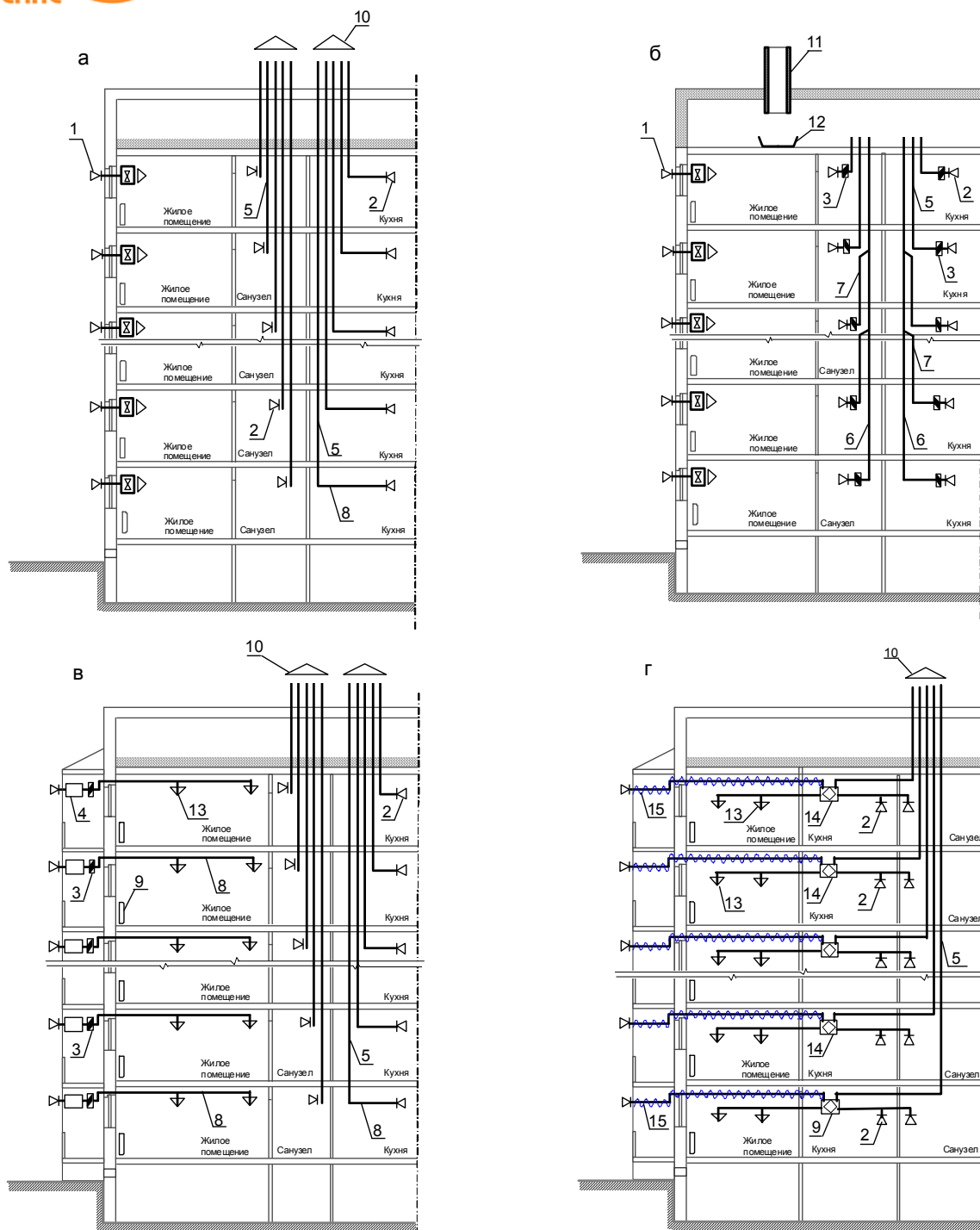
**5.5.23** Помещения мусоросборных камер должны быть оборудованы самостоятельными вытяжными каналами.

**5.5.24** При реконструкции или капитальном ремонте жилых многоквартирных зданий рекомендуется применение систем вентиляции с децентрализованным механическим удалением воздуха и децентрализованным естественным притоком (рисунок 5.2, а, б).



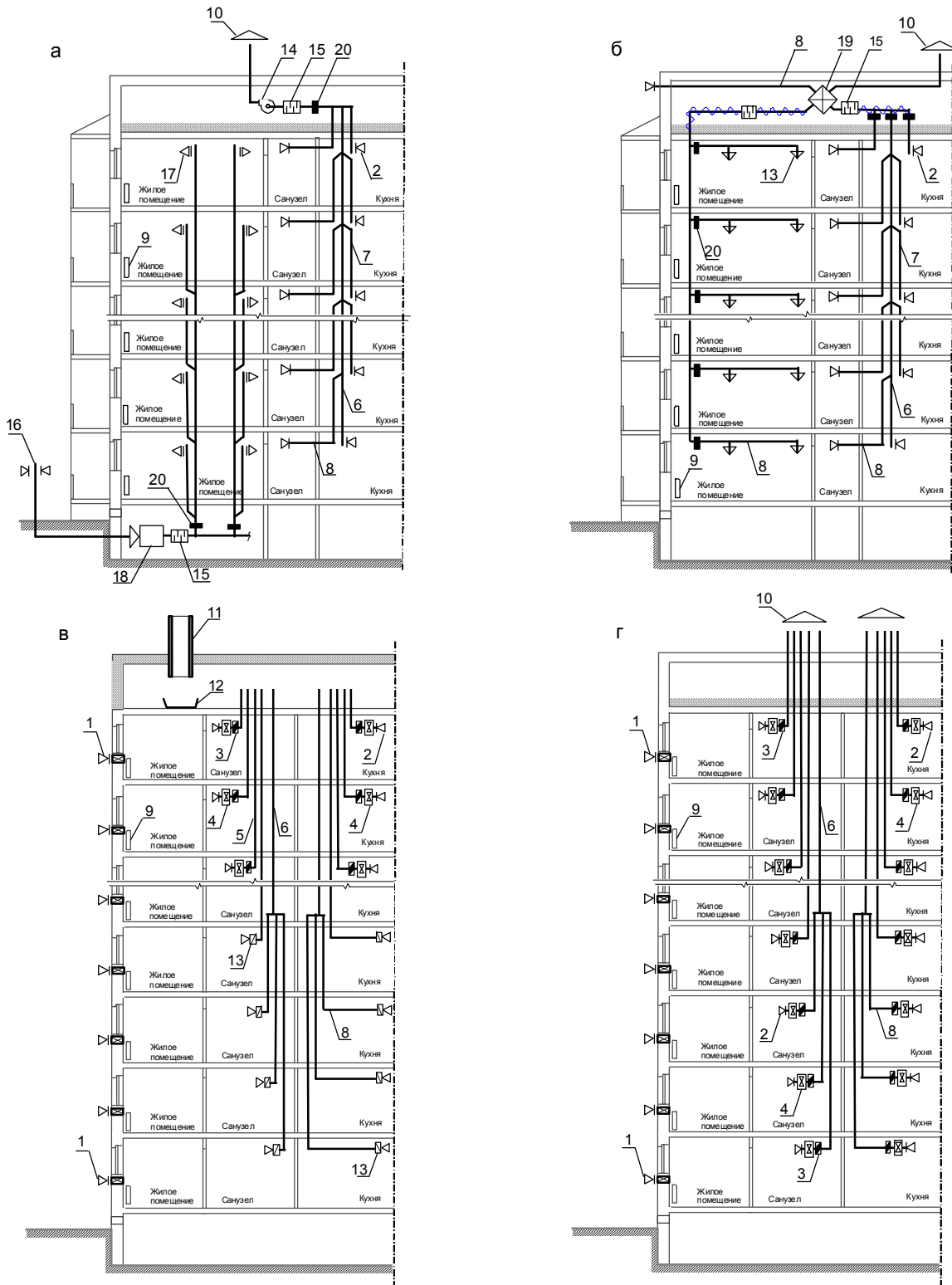
Р и с у н о к 5.2 – Схемы систем вентиляции жилых зданий с механическим побуждением удаления воздуха: а, б – с децентрализованным удалением воздуха посредством индивидуальных вытяжных вентиляторов с регулируемым количеством оборотов; в, г – с централизованным удалением воздуха посредством вытяжных вентиляторов, установленных на оголовках вентиляционных шахт или в чердаке: 1 – приточное вентиляционное устройство (оконный или стеновой вентиляционный клапан с регулируемым открыванием); 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – обратный клапан; 4 – вытяжной вентилятор с регулируемым количеством оборотов; 5 – вертикальный вентиляционный канал; 6 – сборный вентиляционный канал; 7 – канал-спутник; 8 – горизонтальный вентиляционный канал (воздуховод); 9 – прибор системы отопления; 10 – зонт; 11 – вытяжная вентиляционная шахта; 12 – поддон; 13 – вытяжной вентиляционный клапан с авторегулированием расхода удаляемого воздуха; 14 – вытяжной вентилятор; 15 – шумоглушитель





Р и с у н о к 5.3 – Схемы систем вентиляции жилых зданий с децентрализованным механическим побуждением притока воздуха: а, б – с децентрализованным притоком воздуха посредством приточных вентиляционных устройств; в, г – с поквартирным децентрализованным притоком воздуха посредством приточных систем вентиляции: 1 – приточное вентиляционное устройство с встроенным вентилятором; 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – обратный клапан; 4 – приточная вентиляционная установка с подогревом воздуха, фильтром и шумогасителем; 5 – вертикальный вентиляционный канал; 6 – сборный вентиляционный канал; 7 – канал-спутник; 8 – горизонтальный вентиляционный канал (воздуховод); 9 – прибор системы отопления; 10 – зонт; 11 – вытяжная вентиляционная шахта; 12 – поддон; 13 – приточная вентиляционная решетка (воздухораспределитель); 14 – приточно-вытяжная установка с рекуператором; 15 – утепленный воздуховод





Р и с у н о к 5.4 – Схемы систем вентиляции с механическим притоком и удалением воздуха (а, б), зданий повышенной этажности (в, г): 1 – приточное вентиляционное устройство; 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – обратный клапан; 4 – вытяжной вентилятор с регулируемым количеством оборотов; 5 – вертикальный вентиляционный канал; 6 – сборный вентиляционный канал; 7 – канал-спутник; 8 – горизонтальный вентиляционный канал; 9 – прибор системы отопления; 10 – зонт; 11 – вытяжная вентиляционная шахта; 12 – поддон; 13 – вытяжной вентиляционный клапан; 14 – радиальный вентилятор; 15 – шумоглушитель; 16 – воздухозаборная шахта; 17 – приточная вентиляционная решетка; 18 – приточная вентиляционная установка с подогревом воздуха; 19 – приточно-вытяжная установка с рекуператором; 20 – огнезащитный клапан

## 5.6 Основные положения аэродинамического расчета систем вентиляции

5.6.1 В общем случае расчет системы вентиляции жилого здания включает:

- определение требуемого воздухообмена отдельных помещений и квартир жилого дома (согласно п.5.2);

- выбор схемы организации воздухообмена и принципиальной схемы системы вентиляции здания (согласно п.5.5);

- предварительный подбор конструктивных элементов системы вентиляции, определение их типа, места размещения, характеристик, размеров и пр.;

- определение располагаемого давления при расчетных параметрах наружного и внутреннего воздуха, соответствующих переходному, холодному и теплому периодам года;

- аэродинамический расчет системы вентиляции на условия переходного периода года;

- проверку работоспособности системы вентиляции в условиях холодного и теплого периодов года;

- уточнение размеров и конструктивного решения отдельных элементов системы вентиляции (при необходимости).

5.6.2 Определение располагаемого давления  $\Delta P_{расп}$  производится для каждого этажа здания при расчетных параметрах наружного и внутреннего воздуха, соответствующих переходному и холодному периодам года.

Для переходного периода года величина располагаемого давления  $\Delta P_p$  определяется по формуле

$$\Delta P_p = g \cdot h_p \cdot (\rho_{ext} - \rho_{int}), \quad (5.4)$$

где  $\rho_{ext}$  и  $\rho_{int}$  – соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха при расчетных температурах, кг/м<sup>3</sup>;  $h_p$  – расстояние по вертикали от центра приточного устройства до устья вытяжной вентиляционной шахты или оголовка вентиляционного канала, м;  $g$  – ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ).

Для холодного периода года величина располагаемого давления  $\Delta P_p$  определяются с учетом скорости ветра отдельно для наветренной  $\Delta P_p^H$  и заветренной  $\Delta P_p^3$  сторон здания:

$$\Delta P_p^H = g \cdot h_p \cdot (\rho_{ext} - \rho_{int}) + \frac{v_{ext}^2 \cdot \rho_{ext} \cdot (C_H - C_3)}{4}; \quad (5.5)$$

$$\Delta P_p^3 = g \cdot h_p \cdot (\rho_{ext} - \rho_{int}) - \frac{v_{ext}^2 \cdot \rho_{ext} \cdot (C_H - C_3)}{4}, \quad (5.6)$$

где  $C_H$  и  $C_3$  – аэродинамические коэффициенты соответственно наветренной и заветренной сторон здания (принимаются по данным СП 20.13330.2011).

Плотность воздуха может быть рассчитана по формулам

$$\rho_{int} = 353 / (273 - t_{int}); \quad (5.7)$$

$$\rho_{ext} = 353 / (273 - t_{ext}). \quad (5.8)$$

При установке на вентиляционном канале или оголовке вентиляционной шахты дефлектора дополнительное давление  $\Delta P_p^{def}$ , создаваемое дефлектором, определяется по формуле

$$\Delta P_p^{def} = k \cdot (v_{ext}^2 / 2) \cdot \rho_{ext} - \xi_{\delta} \cdot (v_{def}^2 / 2) \cdot \rho_{int}, \quad (5.9)$$

где  $k$  – аэродинамический коэффициент дефлектора (приложение Л);  $\xi_{\delta}$  – коэффициент местного сопротивления дефлектора (приложение И);  $v_{def}$  – скорость воздуха в дефлекторе, м/с.

5.6.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции выполняется в следующей последовательности:

- вычерчивается пространственная схема системы вентиляции с учетом вытяжных и приточных воздуховодов, вентиляционных шахт, стеновых или оконных клапанов, отдельных помещений квартиры, теплого чердака и пр.;

- определяется длина отдельных участков системы и расход воздуха по ним, коэффициенты местных сопротивлений (отдельные помещения, теплый чердак вводятся в расчет как самостоятельные участки с нулевым сопротивлением);

- определяются (задаются) в первом приближении размеры воздуховодов на отдельных участках по допустимым скоростям (приложение К);

- выбирается наиболее протяженный и нагруженный участок сети (как правило, система вентиляции одной из квартир первого этажа); в расчетный участок включаются элементы приточной и вытяжной частей сети;

- определяются потери давления на трение и местные сопротивления вытяжной части системы вентиляции при расчетных расходах воздуха:

$$\Delta P_{пот}^{взм} = \sum (R \cdot l \cdot \beta + z)_{взм}, \quad (5.10)$$

где  $R$  – удельные потери давление на трение, Па/м (приложение Н);  $l$  – длина участка, м;  $\beta$  – коэффициент шероховатости стенок каналов или воздуховодов (приложение М);  $z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па;

- в системах с естественным побуждением притока и удаления воздуха по разности дав-

лений между располагаемым давлением  $\Delta P_p$  и потерями давления  $\Delta P_{пот}^{выт}$ :

$$\Delta P_{пр} = \Delta P_p - \Delta P_{пот}^{выт} \quad (5.11)$$

производится подбор количества и типоразмеров приточных устройств (стеновых или оконных вентиляционных клапанов), обеспечивающих расчетный приток воздуха; при этом потери давления и расход воздуха в приточных устройствах принимаются по паспортным данным или результатам испытаний (характеристики некоторых приточных вентиляционных устройств приведены в приложении О);

- количество воздуха, поступающего в квартиру, определяется по формуле

$$L_{пр} = L_{кл} \cdot N_{кл} + L_{ок} \cdot F_{ок}, \quad (5.12)$$

где  $L_{кл}$  – расход воздуха через приточный клапан при расчетной разности давлений, м<sup>3</sup>/ч;  $N_{кл}$  – количество приточных клапанов, установленных в квартире;  $L_{ок}$  – расход воздуха через 1 м<sup>2</sup> окна, м<sup>3</sup>/ч;  $F_{ок}$  – площадь окон в квартире; если величина  $\Delta P_{пр}$  недостаточна для обеспечения требуемого притока воздуха, следует либо увеличить площадь вытяжных вентиляционных каналов, либо применить приточные устройства с меньшим аэродинамическим сопротивлением, либо изменить схему системы вентиляции с устройством механического побуждения движения воздуха; погашение избыточного давления  $\Delta P_{пр}$  возможно за счет регулируемых вытяжных вентиляционных решеток или приточных устройств;

- в системах с механическим удалением воздуха и естественным притоком через стеновые или оконные клапаны по результатам расчета  $\Delta P_{пот}^{выт}$  производится подбор вытяжного вентилятора или вытяжной вентиляционной системы (подбор рекомендуется проводить с запасом 10 % на неучтенные потери):

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (\Delta P_{пот}^{выт} + \Delta P_{пр} - \Delta P_p), \quad (5.13)$$

где  $\Delta P_{пр}$  – потери давления в приточных устройствах при расчетных расходах воздуха, Па;

- в системах с механическим притоком и естественным удалением воздуха по результатам расчета  $\Delta P_{пот}^{выт}$  производится подбор вентилятора приточной вентиляционной системы:

$$\Delta P_{вен}^{пр} = 1,1 \cdot (\Delta P_{пот}^{выт} + \Delta P_{пот}^{пр} - \Delta P_p), \quad (5.14)$$

где  $\Delta P_{пот}^{пр}$  – потери давления на трение и местные сопротивления в приточной части сети (воздуховоды, фильтры, воздухозаборные решетки и др.), Па;

- в системах с механическим притоком и удалением воздуха подбор вентиляционного

оборудования производится с учетом баланса по расходам приточного и вытяжного воздуха;

- производится расчет систем вентиляции квартир, расположенных на других этажах, с увязкой потерь давления в вентиляционных каналах с рассчитанной вентиляционной сетью.

Более детально инженерная методика аэродинамического расчета систем вентиляции различного типа и примеры их расчета приведены в приложении С.

**5.6.4** Проверка работоспособности запроектированной системы вентиляции при расчетных параметрах наружного и внутреннего воздуха, соответствующих холодному периоду года, проводится с целью:

- оценки возможности опрокидывания движения воздуха (эксфильтрации) в приточных устройствах на заветренной стороне здания;

- оценки расхода воздуха через приточные устройства на наветренной стороне здания и возможности погашения избыточного давления за счет регулирования приточных устройств.

Расчет системы вентиляции производится аналогично п.5.6.3 с учетом следующих особенностей:

- перепад давлений, под действием которого происходит приток воздуха через стеновые или оконные клапаны на наветренной  $\Delta P_{пр}^H$  и заветренной  $\Delta P_{пр}^3$  сторон здания, определяется по формулам

$$\Delta P_{пр}^H = \Delta P_p^H - \Delta P_{пот}^{выт}; \quad (5.15)$$

$$\Delta P_{пр}^3 = \Delta P_p^3 - \Delta P_{пот}^{выт}; \quad (5.16)$$

- расход воздуха через приточные устройства определяется отдельно для наветренной и заветренной сторон;

- в случае эксфильтрации воздуха на заветренной стороне здания (величина  $\Delta P_{пр}^3$  со знаком «минус») следует либо применить дефлекторы, либо изменить схему системы вентиляции;

- по величине  $\Delta P_{пр}^H$  проверяется расход воздуха через приточные устройства на наветренной стороне здания; в случае превышения расхода воздуха через приточные устройства на наветренной стороне свыше 20 % от требуемого воздухообмена, проводится анализ возможности уменьшения расхода приточного воздуха за счет регулирования вентиляционной заслонки; если расход воздуха через закрытое приточное устройство превышает требуемое значение, следует подобрать приточное устройство другого типа.

**5.6.5** Проверка работоспособности запроектированной системы вентиляции в условиях

теплого периода года проводится для систем вентиляции с механическим побуждением притока или вытяжки.

Расчет системы проводится аналогично п.5.6.4 при расчетных параметрах наружного и внутреннего воздуха, соответствующих теплому периоду.

Системы с естественным побуждением движения воздуха на условия теплого периода года не рассчитываются (предполагается, что требуемый воздухообмен обеспечивается за счет проветривания через открывающиеся оконные фрамуги, створки или форточки).

**5.6.6** При наличии соответствующего программного обеспечения, аэродинамический расчет системы вентиляции рекомендуется проводить на ЭВМ с учетом лестничной клетки, входных дверей, распределения воздуха по отдельным вентиляционным каналам квартиры и др.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ

### 6.1 Приточные устройства

**6.1.1** В качестве приточных вентиляционных устройств в системах вентиляции жилых зданий могут применяться:

- оконные створки, форточки и фрамуги с регулируемым открыванием;
- оконные клапаны, устанавливаемые (врезаемые) в переплеты или остекление оконных блоков;
- стеновые клапаны, устанавливаемые в наружные стены;
- приточные установки с механическим побуждением движения воздуха (с подогревом или без подогрева приточного воздуха).

Конструктивное решение и характеристики некоторых приточных устройств приведены в приложении О.

**6.1.2** Приточные вентиляционные устройства по своим геометрическим и аэродинамическим характеристикам должны составлять параметрический ряд устройств, обеспечивающих возможность их применения для вентилирования помещений различной площади.

**6.1.3** Приточные вентиляционные устройства должны быть оборудованы механизмами (клапанами, заслонками или иными по назначению элементами), способными либо дискретно, либо непрерывно изменять живое сечение от положения герметичного запираения до максимально открытого, обеспечивая тем самым регулирование расхода поступающего воздуха.

Управление запирающими механизмами приточных устройств может быть как автоматическим, так и с ручным приводом.

**6.1.4** В качестве датчиков управления приточными устройствами с автоматическим регулированием расхода воздуха могут использоваться датчики относительной влажности внутреннего воздуха, концентрации CO<sub>2</sub>, перепада давления, присутствия людей и т.п.

**6.1.5** Приточные устройства систем вентиляции жилых зданий должны обеспечивать:

- звукоизоляцию в соответствии с требованиями п.5.3;
- нормативные параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещений на расстоянии 1 м от приточного устройства (см. таблицу 5.1 - допустимые значения температуры и скорости движения воздуха);
- отсутствие конденсата\* на поверхности конструктивных элементов устройства и прилегающих строительных конструкций в холодный период года при работе приточного устройства в режиме обеспечения требуемого воздухообмена;
- температуру внутренней поверхности конструктивных элементов устройства в закрытом состоянии и прилегающих строительных конструкций в холодный период года – не ниже температуры точки росы\*\*;
- водонепроницаемость в закрытом состоянии при перепаде 100 Па (требование относится к оконным и стеновым клапанам);
- воздухопроницаемость в закрытом состоянии при перепаде 100 Па – не более 3 м<sup>3</sup>/ч;
- возможность очистки приточного воздуха от пыли, пуха, насекомых и т.п.

**6.1.6** Технические показатели приточных устройств должны быть подтверждены результатами испытаний и представлены в паспорте изделий.

**6.1.7** Монтаж приточных устройств может производиться как в заводских условиях, например, при изготовлении оконных блоков или

---

\* При поступлении в помещение наружного холодного воздуха через приточное устройство допускается понижение температуры элементов приточного устройства и прилегающих строительных конструкций ниже температуры «точки росы». Размещение приточного устройства, форма, размеры приточных отверстий, направление и скорость струй приточного воздуха должны обеспечивать смешивание приточного холодного, но сухого воздуха, с теплым внутренним воздухом помещений без образования конденсата.

\*\* Оценка температурного режима приточных устройств и прилегающих строительных конструкций должна проводиться при расчетной температуре наружного воздуха холодного периода, принимаемой в соответствии с табл.5.3, и расчетных параметрах внутреннего воздуха, принимаемых в соответствии с таблицей 5.2.

стенowych панелей, так и в процессе строительства (или ремонта) здания.

Схемы монтажа некоторых приточных вентиляционных устройств приведены в приложении П.

**6.1.8** При эксплуатации приточные устройства не должны выделять в окружающую среду токсичных и опасных веществ и оказывать при непосредственном контакте влияния на организм человека.

**6.1.9** Входные двери квартир не являются приточными устройствами.

Сопротивление воздухопроницанию входных дверей должно составлять не менее  $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ .

## **6.2 Вытяжные вентиляционные блоки, воздухопроводы, вентиляторы**

**6.2.1** Вытяжные вентиляционные блоки и воздухопроводы должны изготавливаться из негорючих материалов.

Места прохода воздухопроводов через стены, перегородки, перекрытия зданий должны быть загерметизированы негорючими материалами, обеспечивающими нормируемый предел огнестойкости пересекемого ограждения.

**6.2.2** Конструкция вентиляционных блоков должна обеспечивать целостность стенок, разделяющих каналы (отсутствие в них сквозных каверн, трещин).

Технология монтажа вентиляционных блоков должна предусматривать возможность герметизации их междуэтажных стыков.

Герметичность вентиляционной сети имеет особое значение для естественной вытяжной вентиляции. Наличие неплотностей приводит не только к избыточному воздухообмену в квартирах нижних этажей многоэтажных зданий, но и к выбросам загрязненного воздуха через них из сборного канала в квартиры верхних этажей. Горизонтальный стык вентиляционных блоков должен исключать возможность перетекания воздуха по неплотностям из одного канала в другой.

**6.2.3** При выполнении вытяжных вентиляционных блоков с вертикальным сборным каналом, присоединение каналов-спутников к сборному вентиляционному каналу должно производиться не менее чем через этаж.

Нижняя часть канала-спутника должна быть герметично заглушена (либо при изготовлении блока, либо при его монтаже).

**6.2.4** При выполнении вытяжных вентиляционных каналов отдельными (в виде вентиляционных блоков или воздухопроводов) они

должны располагаться в специальных коробах, вентиляционных блоках или нишах.

Места сопряжения отдельных вытяжных воздухопроводов должны быть доступными для осмотра. При скрытой прокладке воздухопроводов должны быть предусмотрены поэтажные смотровые люки.

Стыки воздухопроводов вентиляционных систем не должны располагаться в толще стен, перегородок и перекрытий.

**6.2.5** Крепление воздухопроводов должно осуществляться к внутренним несущим стенам или перегородкам. Расстояние между воздухопроводами – не менее 10 мм.

**6.2.6** Участки вентиляционных блоков, воздухопроводов, вентиляционных шахт, проходящих через неотапливаемые помещения (холодный чердак, помещения технического этажа), а также за пределами здания должны быть утеплены. Термическое сопротивление слоя теплоизоляции должно быть не менее  $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

**6.2.7** Оголовки вытяжных вентиляционных шахт на кровле здания (в пределах одной секции), в том числе оборудованных дефлекторами, должны располагаться на одном уровне.

При расположении вентиляционных шахт рядом с лифтовыми помещениями, брандмаурными стенами, а также в случае примыкания вентшахт к более высоким зданиям оголовки вентиляционных шахт должны быть выведены на отметку не менее 0,5 м над уровнем прилегающих стен.

**6.2.8** В качестве вытяжных воздухоприемных устройств в системах вентиляции могут применяться вытяжные вентиляционные решетки или вытяжные клапаны.

Вытяжные решетки должны обеспечивать возможность изменения расхода вытяжного воздуха в ручном режиме; вытяжные клапаны должны обеспечивать изменение расхода вытяжного воздуха в ручном или автоматическом режиме.

В качестве датчиков управления вытяжными клапанами с автоматическим регулированием расхода воздуха могут использоваться датчики относительной влажности внутреннего воздуха или концентрации  $\text{CO}_2$ .

**6.2.9** Индивидуальные вытяжные вентиляторы, устанавливаемые в вентиляционные каналы, должны иметь обратный клапан, предотвращающий перетекание воздуха между квартирами через сборный канал.

Подключение вытяжных вентиляторов рекомендуется производить через регулятор количества оборотов.

**6.2.10** Вытяжные вентиляторы центральных систем должны обеспечивать переменный расход воздуха. Глубина регулирования должна составлять 100-30 % от расчетного расхода воздуха.

**6.2.11** Вентиляторы центральных систем должны иметь резервирование, которое следует осуществлять либо установкой дополнительного вентилятора, либо ремонтом или заменой отказавшего вентилятора службой эксплуатации в течение суток.

**6.2.12** В реконструируемых и модернизируемых жилых домах допускается использование существующих вентиляционных каналов при их удовлетворительном состоянии. Неиспользуемые вентиляционные каналы в конструкциях стен должны быть заглушены.

## 7 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

**7.1** Энергосбережение в системах вентиляции обеспечивается за счет:

- управления (автоматизации) воздухообменом помещений в зависимости от режима эксплуатации отдельных помещений и квартиры в целом;
- рекуперации – использования тепла вытяжного воздуха для подогрева приточного (в системах вентиляции с механическим побуждением);
- применения тёплых чердаков.

**7.2** Управление работой системы (систем) вентиляции следует предусматривать:

- в системах с естественным побуждением движения воздуха – посредством автоматического или ручного регулирования расхода воздуха через приточные вентиляционные устройства;
- в системах с механическим побуждением движения воздуха – посредством ступенчатого или плавного регулирования производительности вентиляторов.

Управление системой вентиляции должно осуществляться с учетом инерционности помещений и режима их эксплуатации. Критерии для регулирования – относительная влажность или содержание CO<sub>2</sub>.

**7.3.** Использование тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции с утилизацией тепла в пределах одной квартиры возможно с применением регенеративных или рекуперативных теплообменников.

В системах центральной вентиляции для утилизации тепла вытяжного воздуха возможно применение только рекуперативных теплооб-

менников, в том числе с промежуточным теплоносителем.

**7.4** Рециркуляция воздуха в жилых зданиях ограничивается пределами одной квартиры или номера в гостинице.

**7.5** Применение теплых чердаков позволяет уменьшить нагрузку системы отопления за счёт уменьшения теплопотерь через чердачное перекрытие верхнего этажа.

Расчет температуры воздуха теплого чердака следует производить с учетом нормативного воздухообмена квартир здания и теплозащитных качеств ограждающих конструкций чердака в соответствии с СТО СРО НП СПАС-4-2011.

При расчетных условиях температура воздуха на теплом чердаке должна быть не ниже +14 °С.

**7.6** Учет эффективности управления системой вентиляции производится в соответствии с СТО СРО НП СПАС-4-2011.

## 8 ИСПЫТАНИЯ, ПУСКОНАЛАДКА И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

**8.1** По завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены испытания и пусконаладка систем вентиляции в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01, ГОСТ 12.3.018, СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011.

Перед испытаниями должна быть составлена программа испытаний с указанием цели, режимов работы оборудования и условий проведения испытаний.

Испытания и пусконаладка должны проводиться до начала отделочных работ.

Применяемые при проведении испытаний приборы и оборудование должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

**8.2** При проведении испытаний проверяются:

- соответствие конструктивных решений и установленного оборудования проектной документации, требованиям СП 60.13330.2012 и настоящего СТО;
- выполнение требований предприятий-изготовителей оборудования по сборке и монтажу отдельных конструктивных элементов (соответствие ГОСТ, СТО или ТУ);
- производительность вентиляционных систем и их способность обеспечения требуемого воздухообмена;
- соответствие параметров микроклимата в обслуживаемой зоне помещения требованиям ГОСТ 30494;



- герметичность входных дверей и воздуховодов (вытяжных каналов);
- температура приточного воздуха (в холодный и переходный периоды года);
- в системах с механическим побуждением движения воздуха – исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателей, работоспособность систем автоматизации защиты от перегрева и др.;
- в системах с утилизацией тепла вытяжного воздуха – эффективность теплоутилизирующих установок.

Результаты испытаний оформляются актом испытаний.

Обнаруженные дефекты и неисправности устраняются.

На каждую систему составляется паспорт в соответствии со СНиП 3.05.01.

**8.3** Комплексное опробование вентиляционных систем осуществляется заказчиком или по его поручению пусконаладочной организацией (испытательной лабораторией). Порядок проведения комплексного опробования систем и устранения выявленных дефектов должен соответствовать приложению 1 СНиП 3.05.05.

**8.4** Отклонение показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом значений допускается:

- в пределах  $\pm 10\%$  – для систем с механическим побуждением движения воздуха;
- в пределах  $\pm 20\%$  – для систем с естественным побуждением.

Отклонения показателей параметров микроклимата в обслуживаемой зоне помещения – в соответствии с требованиями ГОСТ 30494.

**8.5** Методика проведения обследований систем вентиляции жилых многоквартирных зданий приведена в приложении Т.

## 9 ЭКСПЛУАТАЦИЯ

**9.1** К эксплуатации допускаются вентиляционные системы, прошедшие пусконаладочные работы и имеющие руководство (указания) по эксплуатации согласно ГОСТ 2.601, паспорта, журналы ремонта и эксплуатации.

**9.2** Руководство (указания) по технической эксплуатации системы вентиляции должно быть включено отдельным разделом в паспорт по эксплуатации квартиры и общественных помещений жилого дома.

Руководство должно содержать данные, необходимые владельцам (арендаторам) квартир и встроенных общественных помещений, а также эксплуатирующим организациям для

обеспечения безопасности в процессе эксплуатации, в том числе:

- сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках системы;
- схемы расположения вентиляционного оборудования, воздуховодов, скрытых проводов и др.;
- предельные значения нагрузок на элементы систем вентиляции здания и его электросеть;
- технические указания по обслуживанию системы вентиляции.

Данные могут быть представлены в виде копий исполнительной документации.

**9.3** Изменение конструктивных решений вентиляционных систем и их отдельных элементов без согласования с проектными организациями не допускается.

**9.4** Общее обслуживание систем вентиляции должно производиться службой эксплуатации здания (управляющей компании, товарищества собственников жилья) или специализированной организацией.

Обслуживание приточных устройств, вытяжных вентиляционных клапанов или решеток, расположенных в квартире, должно производиться владельцами (арендаторами) квартир и встроенных общественных помещений в соответствии с указаниями паспорта технической эксплуатации квартиры или указаниями паспорта завода-изготовителя.

**9.5** Плановые осмотры и проверки технического состояния вентиляционных систем должны проводиться в соответствии с графиком, утвержденным управляющей компанией, товариществом собственников жилья, но не реже двух раз в течение года.

**9.6** Помещения для вентиляционного оборудования, в том числе входные двери теплых чердаков должны запираяться, на их дверях должны вывешиваться таблички с надписями, запрещающими вход посторонним лицам.

Не допускается хранение в этих помещениях материалов, инструментов и других посторонних предметов.

**9.7** Чистка вентиляционных систем должна производиться в сроки, установленные руководством по эксплуатации. Отметка о чистке заносится в журнал ремонта и эксплуатации системы.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**



**Приложение А**  
(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

В настоящем документе сделаны ссылки на следующие законодательные и нормативные документы:

- ГОСТ Р 1.0–2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения
- ГОСТ Р 1.4–2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»
- ГОСТ 2.601–95. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы
- ГОСТ 12.3.018–79. ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний
- ГОСТ 26602.2–99. Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости
- ГОСТ 26602.3–99. Блоки оконные и дверные. Метод определения звукоизоляции
- ГОСТ 27296–87\*. Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий. Методы измерения
- ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- ГОСТ 30674–99. Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия
- СанПиН 2.1.2.2645–10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
- СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*
- СП 23-103–2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий
- СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы
- СНиП 3.05.05–84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы
- СП 7.13130.2009. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования
- СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
- СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03–2003
- СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01–2003
- СП 55.13330.2011. Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02–2001
- СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003
- СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01–99\*
- СТО СРО НП СПАС-04–2011. Энергосбережение в зданиях. Проектирование тепловой защиты жилых и общественных зданий
- СТО НП АВОК 2.1–2008. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена
- СТО НОСТРОЙ 2.24.2–2011. Вентиляция и кондиционирование. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха
- ТР АВОК-4–2004 Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома
- Р НП «АВОК» 5.2–2012. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий
- ISO 140-10:1991. Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 10: Laboratory measurement of airborne sound insulation of small building elements
- ISO 717-1:1996. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation

## Приложение Б (справочное)

### ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Вентиляция** – организованный обмен воздуха в помещениях для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой зоне помещений в пределах допустимых норм.

**Вентиляция естественная** – организованный обмен воздуха в помещениях под действием теплого (гравитационного) и (или) ветрового перепадов давлений.

**Вентиляция механическая** – организованный обмен воздуха в помещениях под действием давления, создаваемого вентиляторами (вентилятором).

**Комбинированная (гибридная) вентиляция** – организованный обмен воздуха в помещениях в результате централизованного или децентрализованного удаления воздуха вытяжными вентиляторами (вентилятором) и децентрализованного притока воздуха через приточные вентиляционные устройства.

**Воздухообмен** – процесс замены загрязненного воздуха помещений чистым атмосферным воздухом.

**Кратность воздухообмена  $n$ , [1/ч]** – количество воздуха, подаваемого или удаляемого за 1 час из помещения, отнесенное к его внутреннему объему.

**Микроклимат помещения** – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха\*.

**Допустимые параметры микроклимата** – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, умеренное напряжение механизмов терморегуляции, не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья\*.

**Оптимальные параметры микроклимата** – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении\*.

**Холодный период года** – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной 8 °С и ниже.

**Теплый период года** – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше 8 °С.

**Переходный период года** – условный период с температурой наружного воздуха +5°С, принимаемой в качестве расчетной при проектировании систем естественной вентиляции.

**Приточное вентиляционное устройство** – элемент системы вентиляции, предназначенный для организованного и регулируемого притока воздуха в жилые помещения. Может быть оснащено вентилятором (вентиляторами), фильтрами для очистки и элементами для подогрева приточного воздуха.

**Приточный вентиляционный клапан** – приточное вентиляционное устройство, предназначенное для регулируемого притока воздуха в жилые или нежилые помещения, встраиваемое в наружные стены, окна, витражи или балконные двери зданий.

**Вытяжной вентиляционный клапан** – элемент системы вентиляции, предназначенный для организованного и регулируемого удаления воздуха из квартир. Устанавливаются на входе в вытяжные вентиляционные каналы. Могут оснащаться различными датчиками, обеспечивающими регулирование расхода удаляемого воздуха.

**Звукоизоляция ограждающей конструкции  $R_{Атран}$ , [дБА]** – способность ограждающей конструкции уменьшать проходящий через нее звук. В общем виде представляет собой десятикратный десятичный логарифм отношения падающей на ограждение звуковой энергии к энергии, проходящей через ограждение.

**Водонепроницаемость** (предел водонепроницаемости), [Па] – наименьший перепад давлений, при котором образуется сквозное проникновение воды через ограждающую конструкцию или ее отдельные элементы.

**Теплый чердак** – пространство между утепленными конструкциями покрытия (крыши), наружными стенами и перекрытием верхнего этажа, обогрев которого осуществляется теплом воздуха, удаляемого из помещений здания посредством вытяжной вентиляции.

\* по ГОСТ 30494-96

## Приложение В (справочное)

### ПРИМЕР РАСЧЁТА ТРЕБУЕМОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Определить требуемый воздухообмен в трехкомнатной квартире. Количество проживающих – три человека.

Схематичная планировка квартиры приведена на рисунке В.1.

#### Исходные данные:

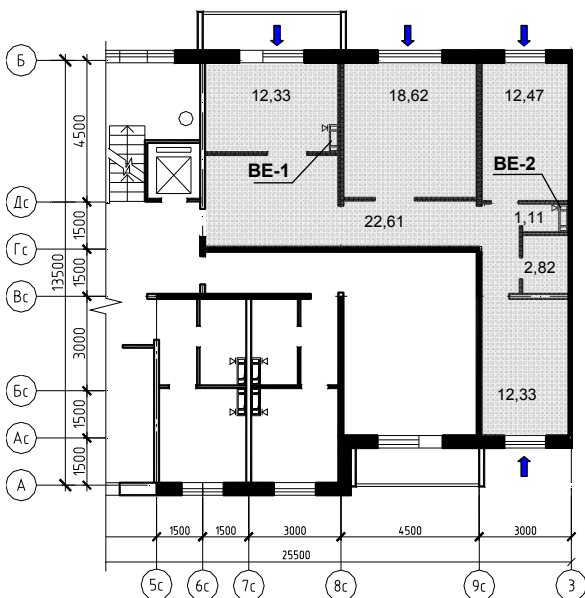
- общая площадь квартиры  $F_{общ} = 82,29 \text{ м}^2$ ;
- площадь жилых помещений  $F_{жил} = 43,42 \text{ м}^2$ ;
- площадь кухни  $F_{кх} = 12,33 \text{ м}^2$ ;
- площадь ванной комнаты  $F_{вн} = 2,82 \text{ м}^2$ ;
- площадь уборной  $F_{уб} = 1,11 \text{ м}^2$ ;
- высота помещений  $h = 2,6 \text{ м}$ ;
- на кухне установлена электроплита.

#### Геометрические характеристики:

- объём отапливаемых помещений  $V = 221,8 \text{ м}^3$ ;
- объём жилых помещений  $V_{жил} = 112,9 \text{ м}^3$ ;
- объём кухни  $V_{кх} = 32,1 \text{ м}^3$ ;
- объём уборной  $V_{уб} = 2,9 \text{ м}^3$ ;
- объём ванной комнаты  $V_{вн} = 7,3 \text{ м}^3$ .

Расчет требуемого воздухообмена квартиры в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)

Определяется общая площадь квартиры, приходящаяся на 1 человека,  $f_{общ} = 82,29/3 = 27,43 \text{ м}^2$ .



Р и с у н о к В.1 – Схематичная планировка рассчитываемой квартиры

В соответствии с разделом 5.2 СТО в качестве нормативного воздухообмена жилых помещений в режиме эксплуатации принимается  $L_{тр} = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 1 человека. Соответственно требуемый воздухообмен жилых помещений  $L_{тр}^{жил} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен кухни с электроплитой  $L_{тр}^{кх} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен ванной комнаты  $L_{тр}^{вн} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен уборной  $L_{тр}^{уб} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Сопоставляются величины требуемого воздухообмена жилых помещений  $L_{тр}^{жил} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$  и суммарного воздухообмена кухни, санузлов и кладовых  $L_{тр}^{кх+су+кл} = 60+25+25+0 = 110,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В связи с тем, что  $L_{тр}^{кх+су+кл} > L_{тр}^{жил}$ , в качестве расчетного воздухообмена квартиры принимается наибольшая величина  $L_{тр}^{раб} = 110,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчет требуемого воздухообмена квартиры в нерабочем режиме

В соответствии с разделом 5.2 СТО в качестве нормативного показателя воздухообмена квартиры в нерабочем режиме принимается кратность воздухообмена.

Требуемый воздухообмен жилых помещений в нерабочем режиме составит  $L_{тр}^{жил} = 0,2 \cdot 112,9 = 22,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен кухни  $L_{тр}^{кх} = 0,5 \cdot 32,1 = 16,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен ванной комнаты  $L_{тр}^{вн} = 0,5 \cdot 7,3 = 3,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Требуемый воздухообмен уборной  $L_{тр}^{уб} = 0,5 \cdot 2,9 = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Сопоставляются величины требуемого воздухообмена жилых помещений в нерабочем режиме  $L_{тр}^{жил} = 22,6 \text{ м}^3/\text{ч}$  и суммарного воздухообмена кухни, санузлов и кладовых  $L_{тр}^{кх+су+кл} = 16,1+3,7+1,5+0 = 21,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В связи с тем, что  $L_{тр}^{жил} > L_{тр}^{кх+су+кл}$ , в качестве расчетного воздухообмена квартиры в нерабочем режиме принимается наибольшая величина  $L_{тр}^{нер} = L_{тр}^{жил} = 22,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Таким образом, система вентиляции квартиры должна обеспечивать расчетный воздухообмен:

- в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)  $L_{тр}^{раб} = 110,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- в нерабочем режиме  $L_{тр}^{нер} = 22,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**Приложение Г**  
(справочное)

**СПРАВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НЕКОТОРЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
БЕЗ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ**

№ п/п	Характеристика конструкции	$R_{Атран, дБА}$
1	2	3
1	Оконный блок в одинарных переплетах из ПВХ-профилей толщиной 60 мм; заполнение светопрозрачной части – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -10-4М <sub>1</sub> -10-4М <sub>1</sub>	29*
2	Оконный блок в одинарных переплетах из ПВХ-профилей толщиной 60 мм; заполнение светопрозрачной части – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -12-4М <sub>1</sub> -12-4М <sub>1</sub>	30*
3	Оконный блок в одинарных переплетах из ПВХ-профилей шириной 70 мм; заполнение светопрозрачной части – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -12-4М <sub>1</sub> -12-4М <sub>1</sub>	31*
4	Оконный блок в одинарных переплетах из ПВХ-профилей шириной 70 мм; заполнение светопрозрачной части – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -14-4М <sub>1</sub> -14-4М <sub>1</sub>	32*
5	Оконный блок в отдельных переплетах из ПВХ-профилей; остекление внутреннего переплета – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -10-4М <sub>1</sub> -10-4М <sub>1</sub> ; остекление наружного переплета – однокамерные стеклопакеты СПО 4М <sub>1</sub> -16-4М <sub>1</sub>	44*
6	Оконный блок из клееной древесины по ГОСТ 24700-99; толщина оконной коробки и створки – 90 мм; заполнение светопрозрачной части – двухкамерные стеклопакеты СПД 4М <sub>1</sub> -16-4М <sub>1</sub> -16-4М <sub>1</sub>	34*
7	Наружная стена из кирпича (кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе) толщиной 640 мм	52**
8	Наружная стена из газобетонных блоков плотностью 600 кг/м <sup>3</sup> , толщиной 400 мм	47**

\* По результатам испытаний.

\*\* По расчетным данным.

**Приложение Д**  
(справочное)

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НЕКОТОРЫХ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ  
УСТРОЙСТВ (КЛАПАНОВ)**

№ п/п	Характеристика приточного вентиляционного устройства	$D_{п.е.в} (C; C_{tr})$ , дБ	
		в открытом состоянии	в закрытом состоянии
1	2	3	4
<b>А. Стеновые вентиляционные клапаны</b>			
1	Стеновой вентиляционный клапан «КИВ - 125» (Финляндия)	40 (0;-4)*	48 (0;-4)*
2	Стеновое приточное устройство ЕНТ («Аегесо», Франция)	45 (-1;-3)**	-
3	Стеновой вентиляционный клапан «СВК В-75» (Россия)	51 (-2;-6)*	52 (-2;-6)*
4	Стеновой вентиляционный клапан «Purmo Air» PA SN	37 (-1;-3)*	-
<b>Б. Оконные вентиляционные клапаны</b>			
5	Оконный клапан ЕММ 3-30 («Аегесо», Франция)	36 (-1;-3)*	37 (-1;-4)*
6	Оконный клапан «VentAir II TR» (Польша)	38 (-1;-3)**	41 (-1;-3)**
7	Оконный клапан «Trimvent» («Titon», Англия)	33 (-1; 0)**	45 (-1;-2)**
8	Оконный клапан «Variglase» («Titon», Англия)	33 (0;-2)**	48 (-1;-1)**

\* По результатам испытаний.

\*\* По данным производителя.

## Приложение Е (справочное)

### МЕТОД РАСЧЕТА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

#### Е.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении суммарной звукоизоляции ограждающей конструкции (стены, окна, остекленного витража, дверного балконного блока) и элемента приточной системы вентиляции (стенowego или оконного приточного вентиляционного клапана), встроенного в эту ограждающую конструкцию.

Для реализации метода необходимо наличие данных о звукоизоляции ограждающей конструкции без учета приточного вентиляционного устройства –  $R_{Атран}$  и показателей приведенной звукоизоляции приточных вентиляционных устройств, встраиваемых в данную конструкцию, –  $D_{п.е.в}(C; C_{тр})$ .

В общем случае величина звукоизоляции ограждающей конструкции с приточным вентиляционным устройством  $R_{Атран}^{общ}$  может быть рассчитана по формуле

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{S}{\frac{S}{10^{0,1R_{Атран}}} + n \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg A_0 - (D_{п.е.в} + C_{тр})}{10} \right)} \right)}, \quad (E.1)$$

где  $S$  – площадь рассчитываемой ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$R_{Атран}$  – звукоизоляция ограждающей конструкции без учета приточного вентиляционного устройства, дБА;

$(D_{п.е.в} + C_{тр})$  – приведенная звукоизоляция приточного устройства с учетом спектра транспортного шума, дБА;

$A_0$  – эквивалентная площадь звукопоглощения в рассчитываемом помещении, принимаемая равной 10 м<sup>2</sup>;

$n$  – количество приточных вентиляционных устройств с одинаковой приведенной звукоизоляцией.

Если наружная ограждающая конструкция включает в себя несколько элементов с различной звукоизоляцией (например, оконный блок и витраж) и приточное вентиляционное устройство, то общая звукоизоляция  $R_{Атран}^{общ}$  может быть рассчитана по формуле

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{S_0}{\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{10^{0,1R_{Атран_i}}} + n \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg A_0 - (D_{п.е.в} + C_{тр})}{10} \right)} \right)}, \quad (E.2)$$

где  $S_0$  – общая площадь ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>;

$S_i$  – площадь  $i$ -й части ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$R_{Атран_i}$  – звукоизоляция  $i$ -й части ограждающей конструкции без учета приточного вентиляционного устройства, дБА.

#### Е.2 Последовательность расчета

В общем случае расчет звукоизоляции ограждающей конструкции с приточным вентиляционным устройством  $R_{Атран}^{общ}$  рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- определяются тип и площадь рассчитываемой конструкции (замеры площади – по наименьшим размерам в «свету»);

- по результатам испытаний или справочному приложению Г принимается значение звукоизоляции ограждающей конструкции без учета приточного вентиляционного устройства –  $R_{Атран_i}$ ;

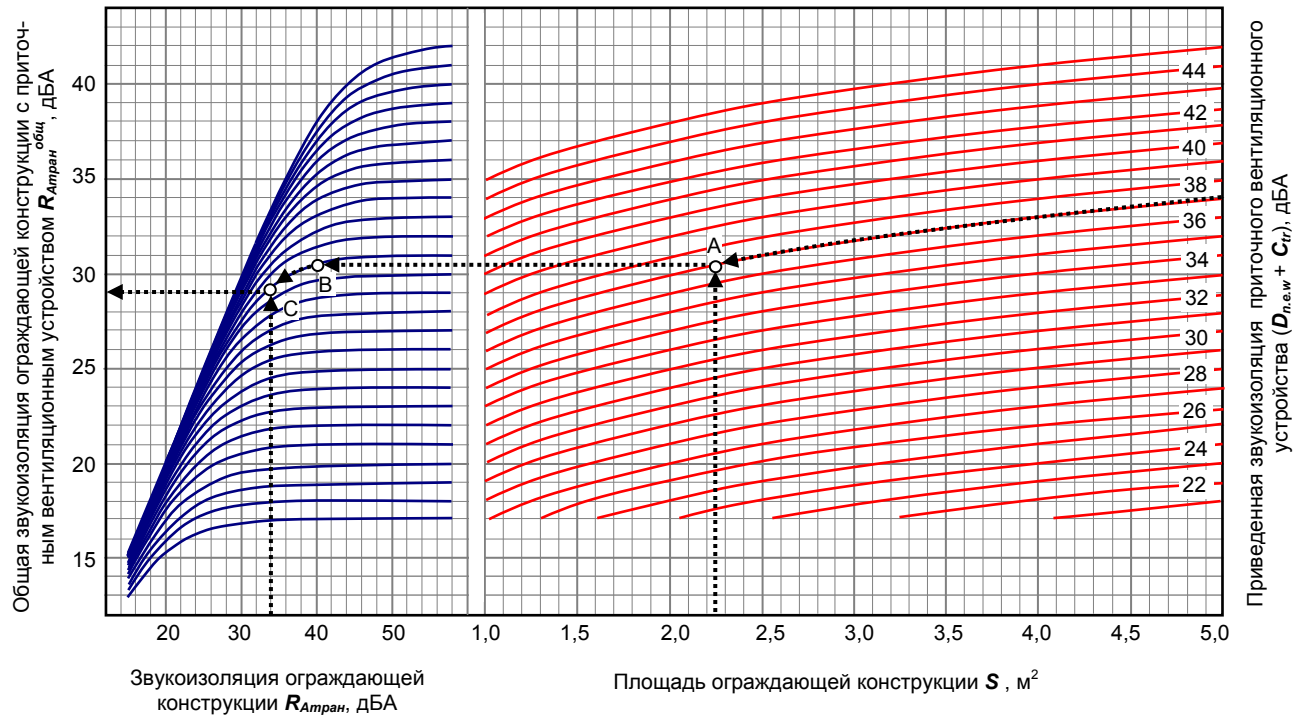
- принимается тип (марка) и количество приточных вентиляционных устройств;

- по результатам испытаний или справочному приложению Д принимается значение приведенной звукоизоляции приточного устройства с учетом спектра транспортного шума ( $D_{п.е.в} + C_{тр}$ );

- по формуле (Е.1) рассчитывается звукоизоляция ограждающей конструкции совместно с приточным вентиляционным устройством  $R_{Атран}^{общ}$ ;

- значение  $R_{Атран}^{общ}$  сопоставляется с требуемой величиной  $R_{Атран}^{тр}$ ; в том случае, если  $R_{Атран}^{общ} \geq R_{Атран}^{тр}$ , конструкция соответствует требованиям норм; в том случае, если  $R_{Атран}^{общ} < R_{Атран}^{тр}$ , необходимо либо подобрать другой тип приточного вентиляционного устройства (с большим значением  $D_{n,e,w} + C_{tr}$ ), либо применить ограждающую конструкцию с более высоким значением  $R_{Атран}$ .

Определение  $R_{Атран}^{общ}$  с учетом звукоизоляции ограждающей конструкции и приточного устройства может быть выполнено по номограмме, представленной на рисунке Е.1.



Р и с у н о к Е.1 – Номограмма для расчета звукоизоляции ограждающей конструкции с приточным вентиляционным устройством  $R_{Атран}^{общ}$

### Е.3 Примеры расчета

#### Е.3.1 Определение звукоизоляции оконного блока с оконным вентиляционным клапаном

Исходные данные:

- оконный блок из ПВХ-профилей – ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4M<sub>1</sub>-142-4M<sub>1</sub>-14-4M<sub>1</sub>; звукоизоляция оконного блока без приточного клапана по результатам испытаний составляет  $R_{Атран} = 32$  дБА;

- оконный вентиляционный клапан, установленный в створке оконного блока;  $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 36$  (-1; -3); приведенная звукоизоляция приточного клапана в открытом состоянии составляет  $(D_{n,e,w} + C_{tr}) = 36 - 3 = 33$  дБА (см. приложение Д).

Рассчитываем общую величину звукоизоляции оконного блока с оконным вентиляционным клапаном:

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{2,25}{\frac{2,25}{10^{0,1 \times 37}} + 1 \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg 10 - 33}{10} \right)} \right)} = 25,4 \text{ дБА.}$$

#### Е.3.2 Определение звукоизоляции оконного блока со стеновым вентиляционным клапаном, установленным в наружной стене под подоконником

Исходные данные:

- оконный блок из ПВХ-профилей – ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4M<sub>1</sub>-142-4M<sub>1</sub>-14-4M<sub>1</sub>;  $R_{Атран} = 32$  дБА;

- стеновой вентиляционный клапан, установленный в наружной стене под подоконником;  $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 51$  (-2; -6);  $(D_{n,e,w} + C_{tr}) = 51 - 6 = 45$  дБА.

Рассчитываем общую величину звукоизоляции оконного блока со стеновым вентиляционным клапаном:

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{2,25}{\frac{2,25}{10^{0,1 \times 32}} + 1 \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg 10 - 45}{10} \right)} \right)} = 31,1 \text{ дБА.}$$

### Е.3.3 Определение звукоизоляции оконного блока со стеновым вентиляционным клапаном, установленным в наружной стене (в простенке)

Исходные данные:

- оконный блок из ПВХ-профилей – ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>;  $R_{Атран} = 32$  дБА;

- стеновой вентиляционный клапан, установленный в наружной стене;  $D_{п.е.в} (C; C_{tr}) = 40 (0; -4)$ ;  $(D_{п.е.в} + C_{tr}) = 40 - 4 = 36$  дБА.

Рассчитываем общую величину звукоизоляции оконного блока со стеновым вентиляционным клапаном:

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{2,25}{\frac{2,25}{10^{0,1 \times 32}} + 1 \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg 10 - 36}{10} \right)} \right)} = 28,6 \text{ дБА.}$$

### Е.3.4 Определение звукоизоляции стены с оконным блоком и стеновым вентиляционным клапаном

Исходные данные:

- наружная стена из кирпичной кладки толщиной 640 мм;  $R_{Атран} = 52$  дБА;  $S_{стены} = 12 \text{ м}^2$ ;

- оконный блок из ПВХ-профилей – ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>;  $R_{Атран} = 32$  дБА;  $S_{ок.блока} = 2,25 \text{ м}^2$ ;

- стеновой вентиляционный клапан, установленный в наружной стене;  $D_{п.е.в} (C; C_{tr}) = 51 (-2; -6)$ ;  $(D_{п.е.в} + C_{tr}) = 51 - 6 = 45$  дБА.

Рассчитываем общую звукоизоляцию стены и оконного блока (согласно СП 23-103-2003):

$$R_{Атран}^{ст+ок} = 10 \lg \frac{S_{общ}}{\frac{S_{ст}}{10^{0,1 R_{Атран}^{ст}}} + \frac{S_{ок}}{10^{0,1 R_{Атран}^{ок}}}} = 10 \lg \frac{14,25}{\frac{12}{10^{0,1 \cdot 52}} + \frac{2,25}{10^{0,1 \cdot 32}}} = 39,8 \text{ дБА.}$$

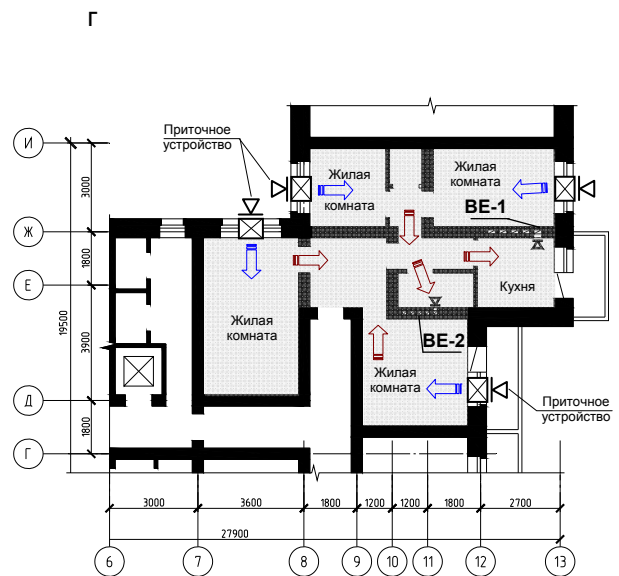
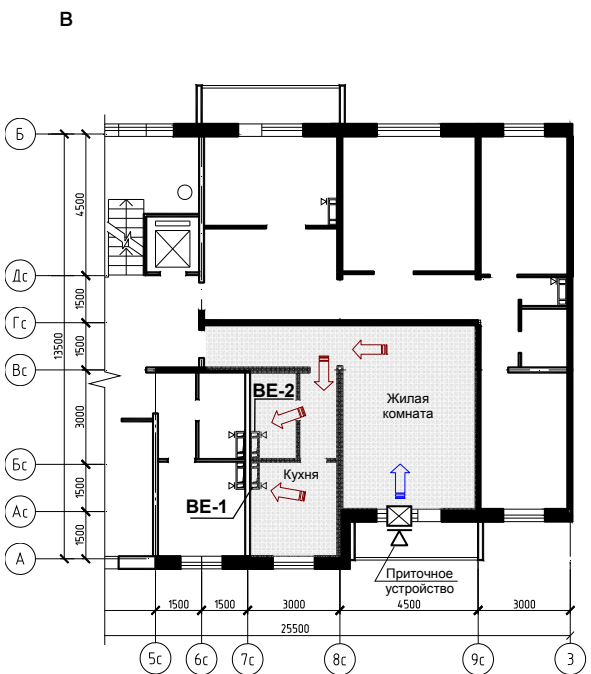
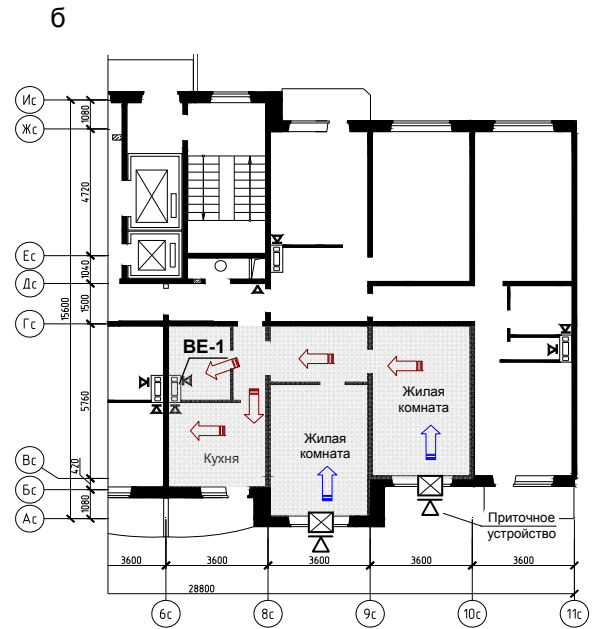
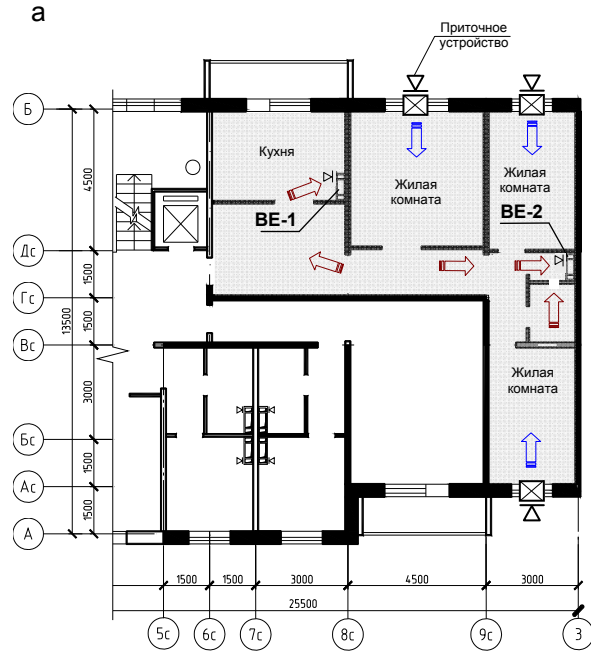
Рассчитываем общую величину звукоизоляции ограждающей конструкции:

$$R_{Атран}^{общ} = 10 \lg \frac{14,25}{\frac{14,25}{10^{0,1 \times 39,8}} + 1 \cdot \left( 10^{\left( \frac{10 \lg 10 - 45}{10} \right)} \right)} = 39,0 \text{ дБА.}$$



Приложение Ж  
(справочное)

ПРИМЕРЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ  
В КВАРТИРАХ РАЗЛИЧНОЙ ПЛАНИРОВКИ



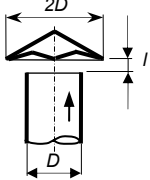
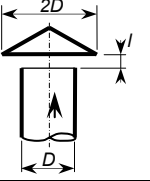
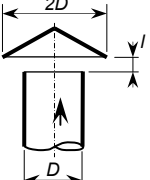
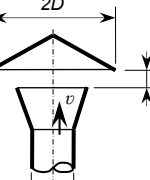
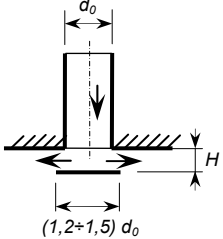
Р и с у н о к Ж.1 – Варианты расстановки приточных и вытяжных вентиляционных устройств в квартирах различной планировки, обеспечивающие зонирование помещений по чистоте: а – трехкомнатная квартира; б – двухкомнатная квартира; в – однокомнатная квартира; г – четырехкомнатная квартира



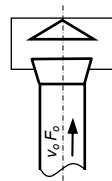
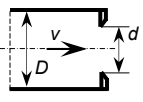
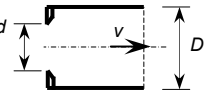
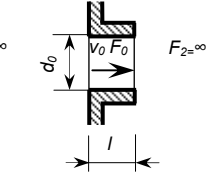
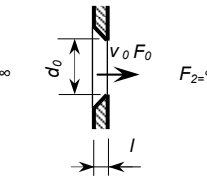
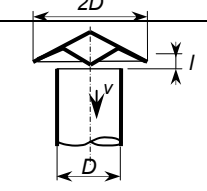
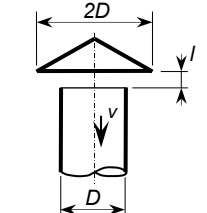
**Приложение И**  
(справочное)

**КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ\***

Таблица И.1

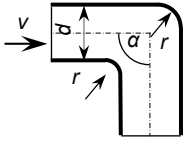
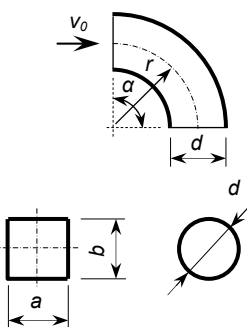
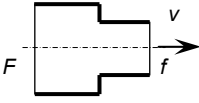
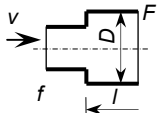
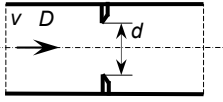
№ п/п	Схема элемента, название	Формула для определения $\zeta$	Величина $\zeta$																								
1	2	3	4																								
<b>Коэффициенты местных сопротивлений при выходе воздуха из сети</b>																											
1	Зонт с раскателем 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>-</td> <td>2,9</td> <td>2,3</td> <td>1,9</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,5</td> <td>1,3</td> <td>1,2</td> <td>1,1</td> <td>1,0</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	-	2,9	2,3	1,9	1,7	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																						
$\zeta$	-	2,9	2,3	1,9	1,7																						
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																						
$\zeta$	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0																						
2	Зонт с нижней плоскостью 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>3,4</td> <td>2,6</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,7</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,1</td> <td>1,0</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	-	-	3,4	2,6	2,1	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																						
$\zeta$	-	-	3,4	2,6	2,1																						
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																						
$\zeta$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0																						
3	Зонт обычный 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>4</td> <td>2,3</td> <td>2,9</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,3</td> <td>1,15</td> <td>1,1</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	4	2,3	2,9	1,6	1,4	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,3	1,15	1,1	1,0	1,0
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																						
$\zeta$	4	2,3	2,9	1,6	1,4																						
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																						
$\zeta$	1,3	1,15	1,1	1,0	1,0																						
4	Диффузор с зонтом 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,6</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,65</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	2,6	1,2	1,0	0,8	0,7	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	0,65	0,6	0,6	0,6	0,6
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																						
$\zeta$	2,6	1,2	1,0	0,8	0,7																						
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																						
$\zeta$	0,65	0,6	0,6	0,6	0,6																						
5	Свободный выход любого сечения	-	1																								
6	Выпуск с сеткой любого сечения	$f/F = 0,8$	3,9 (2,5)																								
7	Дисковая насадка 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения $D = (1,5 \div 2) \cdot d$	<table border="1"> <tr> <td><math>H/d_0</math></td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>4</td> <td>2,3</td> <td>1,9</td> </tr> </table>	$H/d_0$	0,2	0,3	0,4	$\zeta$	4	2,3	1,9																
$H/d_0$	0,2	0,3	0,4																								
$\zeta$	4	2,3	1,9																								
8	Жалюзийная решетка (приточная)	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в живом сечении решетки при $f/F = 0,8$	1,7																								
9	Жалюзийно-декоративная решетка с подвижными жалюзи	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в живом сечении	2,19																								

Продолжение таблицы И.1

1	2	3	4																												
10	Дефлектор 	Дефлектор ЦАГИ Дефлектор «Цилиндрический» Дефлектор «Звезда-Шанар» Дефлектор УкрНИИСТ ДВК-5	$\zeta = 0,64$ $\zeta = 1,0$ $\zeta = 1,0$ $\zeta = 0,6$																												
11	Диафрагма на выходе 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздухопроводе $\zeta = \left( 1 + 0,707 \sqrt{1 - \frac{f}{F}} \right)^2 \cdot \left( \frac{f}{F} \right)$	<table border="1"> <tr> <td>D/d</td> <td>1</td> <td>1,25</td> <td>1,50</td> <td>1,75</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>d/D</td> <td>1</td> <td>0,8</td> <td>0,66</td> <td>0,57</td> <td>0,5</td> <td>0,4</td> <td>0,32</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1</td> <td>4,9</td> <td>11,9</td> <td>23,9</td> <td>41,6</td> <td>106</td> <td>224</td> </tr> </table>	D/d	1	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,3	d/D	1	0,8	0,66	0,57	0,5	0,4	0,32	$\zeta$	1	4,9	11,9	23,9	41,6	106	224				
D/d	1	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,3																								
d/D	1	0,8	0,66	0,57	0,5	0,4	0,32																								
$\zeta$	1	4,9	11,9	23,9	41,6	106	224																								
<b>Коэффициенты местных сопротивлений при входе воздуха в сеть</b>																															
12	Жалюзийная решетка (вытяжная)	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в живом сечении решетки при $f/F=0,8$	1,7																												
13	Жалюзийно-декоративная решетка с подвижными жалюзи	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в живом сечении	2,1																												
14	Диафрагма на входе 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздухопроводе $\zeta = \left( 1,707 - \frac{f}{F} \right)^2 \cdot \left( \frac{f}{F} \right)^2$	<table border="1"> <tr> <td>D/d</td> <td>1</td> <td>1,25</td> <td>1,50</td> <td>1,75</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>d/D</td> <td>1</td> <td>0,8</td> <td>0,66</td> <td>0,57</td> <td>0,5</td> <td>0,4</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,5</td> <td>2,7</td> <td>8,2</td> <td>18</td> <td>34</td> <td>93,5</td> <td>205</td> </tr> </table>	D/d	1	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0	d/D	1	0,8	0,66	0,57	0,5	0,4	0,33	$\zeta$	0,5	2,7	8,2	18	34	93,5	205				
D/d	1	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0																								
d/D	1	0,8	0,66	0,57	0,5	0,4	0,33																								
$\zeta$	0,5	2,7	8,2	18	34	93,5	205																								
15	Перетекание через отверстие в стенке с утолщенными краями 	—	<table border="1"> <tr> <td>l/d</td> <td>0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,85</td> <td>2,72</td> <td>2,60</td> <td>2,34</td> <td>1,95</td> <td>1,76</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>l/d</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> <td>1,6</td> <td>1,8</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,68</td> <td>1,63</td> <td>1,61</td> <td>1,59</td> <td>1,56</td> <td>1,56</td> </tr> </table>	l/d	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	$\zeta$	2,85	2,72	2,60	2,34	1,95	1,76	l/d	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4	$\zeta$	1,68	1,63	1,61	1,59	1,56	1,56
l/d	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1																									
$\zeta$	2,85	2,72	2,60	2,34	1,95	1,76																									
l/d	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4																									
$\zeta$	1,68	1,63	1,61	1,59	1,56	1,56																									
16	Перетекание через отверстие в стенке со срезанными краями 	—	<table border="1"> <tr> <td>l/d</td> <td>0</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,85</td> <td>2,8</td> <td>2,7</td> <td>2,6</td> <td>2,5</td> <td>2,41</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>l/d</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,10</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,33</td> <td>2,18</td> <td>2,08</td> <td>1,98</td> <td>1,84</td> <td>1,8</td> </tr> </table>	l/d	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	$\zeta$	2,85	2,8	2,7	2,6	2,5	2,41	l/d	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,2	$\zeta$	2,33	2,18	2,08	1,98	1,84	1,8
l/d	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05																									
$\zeta$	2,85	2,8	2,7	2,6	2,5	2,41																									
l/d	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,2																									
$\zeta$	2,33	2,18	2,08	1,98	1,84	1,8																									
17	Зонт с раскателем 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздухопроводе любого сечения	<table border="1"> <tr> <td>l/D</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,90</td> <td>1,90</td> <td>1,59</td> <td>1,41</td> <td>1,33</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>l/D</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,25</td> <td>1,15</td> <td>1,10</td> <td>1,07</td> <td>1,06</td> </tr> </table>	l/D	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	2,90	1,90	1,59	1,41	1,33	l/D	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,25	1,15	1,10	1,07	1,06				
l/D	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																										
$\zeta$	2,90	1,90	1,59	1,41	1,33																										
l/D	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																										
$\zeta$	1,25	1,15	1,10	1,07	1,06																										
18	Зонт с нижней плоскостью 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздухопроводе любого сечения	<table border="1"> <tr> <td>l/D</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>-</td> <td>4,40</td> <td>2,15</td> <td>1,78</td> <td>1,58</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>l/D</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,35</td> <td>1,23</td> <td>1,13</td> <td>1,10</td> <td>1,06</td> </tr> </table>	l/D	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	-	4,40	2,15	1,78	1,58	l/D	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,35	1,23	1,13	1,10	1,06				
l/D	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																										
$\zeta$	-	4,40	2,15	1,78	1,58																										
l/D	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																										
$\zeta$	1,35	1,23	1,13	1,10	1,06																										

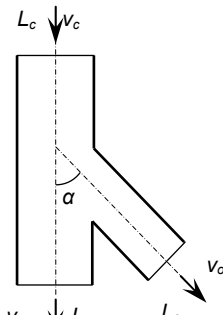
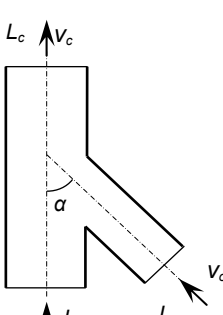
1	2	3	4																																																																												
19	<p>Зонт обычный</p>	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,63</td> <td>1,83</td> <td>1,53</td> <td>1,39</td> <td>1,31</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,19</td> <td>1,15</td> <td>1,08</td> <td>1,07</td> <td>1,06</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	2,63	1,83	1,53	1,39	1,31	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	1,19	1,15	1,08	1,07	1,06																																																				
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																																																																										
$\zeta$	2,63	1,83	1,53	1,39	1,31																																																																										
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																																																																										
$\zeta$	1,19	1,15	1,08	1,07	1,06																																																																										
20	<p>Диффузор с зонтом</p>	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде любого сечения	<table border="1"> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,32</td> <td>0,77</td> <td>0,60</td> <td>0,48</td> <td>0,41</td> </tr> <tr> <td><math>l/D</math></td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,30</td> <td>0,29</td> <td>0,28</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> </tr> </table>	$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	$\zeta$	1,32	0,77	0,60	0,48	0,41	$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$\zeta$	0,30	0,29	0,28	0,25	0,25																																																				
$l/D$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35																																																																										
$\zeta$	1,32	0,77	0,60	0,48	0,41																																																																										
$l/D$	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																																																																										
$\zeta$	0,30	0,29	0,28	0,25	0,25																																																																										
21	<p>Вход в трубу любого сечения</p>	-																																																																													
22	<p>Выступающая над плоскостью труба любого сечения</p>	-																																																																													
<b>Коэффициенты местных сопротивлений при изменении направления потока и сечения</b>																																																																															
23	<p>Колено с острыми кромками на повороте</p>	<p>При прямоугольном сечении значение <math>\zeta</math> следует умножить на поправочный коэффициент с</p> <table border="1"> <tr> <td><math>a/b</math></td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>1,1</td> <td>1,07</td> <td>1,04</td> <td>1</td> <td>0,95</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td><math>a/b</math></td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>0,83</td> <td>0,78</td> <td>0,75</td> <td>0,72</td> <td>0,71</td> <td>0,7</td> </tr> </table>	$a/b$	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2	$c$	1,1	1,07	1,04	1	0,95	0,9	$a/b$	3	4	5	6	7	8	$c$	0,83	0,78	0,75	0,72	0,71	0,7	<table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>180</td> <td>160</td> <td>150</td> <td>135</td> <td>120</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td>0,32</td> <td>0,56</td> <td>0,81</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>90</td> <td>70</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,2</td> <td>1,9</td> <td>2,6</td> <td>3,2</td> <td>3,6</td> <td></td> </tr> </table>	$\alpha$	180	160	150	135	120	105	$\zeta$	0	0,13	0,16	0,32	0,56	0,81	$\alpha$	90	70	50	30	0		$\zeta$	1,2	1,9	2,6	3,2	3,6																					
$a/b$	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2																																																																									
$c$	1,1	1,07	1,04	1	0,95	0,9																																																																									
$a/b$	3	4	5	6	7	8																																																																									
$c$	0,83	0,78	0,75	0,72	0,71	0,7																																																																									
$\alpha$	180	160	150	135	120	105																																																																									
$\zeta$	0	0,13	0,16	0,32	0,56	0,81																																																																									
$\alpha$	90	70	50	30	0																																																																										
$\zeta$	1,2	1,9	2,6	3,2	3,6																																																																										
24	<p>Колено Z-образное</p>	<p>При прямоугольном сечении значение <math>\zeta</math> следует умножить на поправочный коэффициент с</p> <table border="1"> <tr> <td><math>a/b</math></td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>1,1</td> <td>1,07</td> <td>1,04</td> <td>1</td> <td>0,95</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td><math>a/b</math></td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>0,83</td> <td>0,78</td> <td>0,75</td> <td>0,72</td> <td>0,71</td> <td>0,7</td> </tr> </table>	$a/b$	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2	$c$	1,1	1,07	1,04	1	0,95	0,9	$a/b$	3	4	5	6	7	8	$c$	0,83	0,78	0,75	0,72	0,71	0,7	<table border="1"> <tr> <td><math>l_0/d_0</math></td> <td>0</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0</td> <td>0,62</td> <td>0,9</td> <td>1,61</td> <td>2,63</td> </tr> <tr> <td><math>l_0/d_0</math></td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> <td>1,6</td> <td>1,8</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>3,61</td> <td>4,01</td> <td>4,18</td> <td>4,22</td> <td>4,18</td> </tr> <tr> <td><math>l_0/d_0</math></td> <td>2,4</td> <td>2,8</td> <td>3,2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>3,65</td> <td>3,3</td> <td>3,2</td> <td>3,08</td> <td>2,92</td> </tr> <tr> <td><math>l_0/d_0</math></td> <td>6</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>10</td> <td><math>\infty</math></td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,8</td> <td>2,7</td> <td>2,6</td> <td>2,45</td> <td>2,3</td> </tr> </table>	$l_0/d_0$	0	0,4	0,6	0,8	1	$\zeta$	0	0,62	0,9	1,61	2,63	$l_0/d_0$	1,2	1,4	1,6	1,8	2	$\zeta$	3,61	4,01	4,18	4,22	4,18	$l_0/d_0$	2,4	2,8	3,2	4	5	$\zeta$	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	$l_0/d_0$	6	7	9	10	$\infty$	$\zeta$	2,8	2,7	2,6	2,45	2,3
$a/b$	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2																																																																									
$c$	1,1	1,07	1,04	1	0,95	0,9																																																																									
$a/b$	3	4	5	6	7	8																																																																									
$c$	0,83	0,78	0,75	0,72	0,71	0,7																																																																									
$l_0/d_0$	0	0,4	0,6	0,8	1																																																																										
$\zeta$	0	0,62	0,9	1,61	2,63																																																																										
$l_0/d_0$	1,2	1,4	1,6	1,8	2																																																																										
$\zeta$	3,61	4,01	4,18	4,22	4,18																																																																										
$l_0/d_0$	2,4	2,8	3,2	4	5																																																																										
$\zeta$	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92																																																																										
$l_0/d_0$	6	7	9	10	$\infty$																																																																										
$\zeta$	2,8	2,7	2,6	2,45	2,3																																																																										

Продолжение таблицы И.1

1	2	3	4																																																																																														
25	Колено с закругленными кромками 	—	Для круглого и квадратного сечений при $r/d = 0,05$ <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>180</td> <td>160</td> <td>150</td> <td>135</td> <td>120</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0</td> <td>0,27</td> <td>0,39</td> <td>0,52</td> <td>0,68</td> <td>0,73</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>90</td> <td>70</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,87</td> <td>0,98</td> <td>1,05</td> <td>1,11</td> <td>1,22</td> <td></td> </tr> </table> Для круглого и квадратного сечений при $r/d = 0,1$ <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>180</td> <td>160</td> <td>150</td> <td>135</td> <td>120</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0</td> <td>0,22</td> <td>0,32</td> <td>0,42</td> <td>0,55</td> <td>0,63</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>90</td> <td>70</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,7</td> <td>0,79</td> <td>0,84</td> <td>0,9</td> <td>0,98</td> <td></td> </tr> </table>	$\alpha$	180	160	150	135	120	105	$\zeta$	0	0,27	0,39	0,52	0,68	0,73	$\alpha$	90	70	50	30	0		$\zeta$	0,87	0,98	1,05	1,11	1,22		$\alpha$	180	160	150	135	120	105	$\zeta$	0	0,22	0,32	0,42	0,55	0,63	$\alpha$	90	70	50	30	0		$\zeta$	0,7	0,79	0,84	0,9	0,98																																							
$\alpha$	180	160	150	135	120	105																																																																																											
$\zeta$	0	0,27	0,39	0,52	0,68	0,73																																																																																											
$\alpha$	90	70	50	30	0																																																																																												
$\zeta$	0,87	0,98	1,05	1,11	1,22																																																																																												
$\alpha$	180	160	150	135	120	105																																																																																											
$\zeta$	0	0,22	0,32	0,42	0,55	0,63																																																																																											
$\alpha$	90	70	50	30	0																																																																																												
$\zeta$	0,7	0,79	0,84	0,9	0,98																																																																																												
26	Отводы круглого и квадратного сечения 	При прямоугольном сечении значение $\zeta$ следует умножить на поправочный коэффициент с. a – изогнутая сторона; b – плоская сторона. <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <tr> <td>a/b</td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>1,3</td> <td>1,17</td> <td>1,09</td> <td>1</td> <td>0,9</td> <td>0,85</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <tr> <td>a/b</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0,86</td> <td>0,9</td> <td>0,95</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2	c	1,3	1,17	1,09	1	0,9	0,85	a/b	3	4	5				c	0,86	0,9	0,95				Для круглого и квадратного сечений при $r/d = 1$ <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>20</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,06</td> <td>0,09</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td>0,19</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>90</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>150</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,21</td> <td>0,24</td> <td>0,25</td> <td>0,27</td> <td>0,29</td> </tr> </table> Для круглого и квадратного сечений при $r/d = 1,5$ <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>20</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,05</td> <td>0,08</td> <td>0,1</td> <td>0,13</td> <td>0,15</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>90</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>150</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,17</td> <td>0,19</td> <td>0,20</td> <td>0,22</td> <td>0,24</td> </tr> </table> Для круглого и квадратного сечений при $r/d = 2$ <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>20</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,05</td> <td>0,07</td> <td>0,09</td> <td>0,12</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,15</td> <td>0,17</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> <td>0,21</td> </tr> </table>	$\alpha$	20	30	45	60	75	$\zeta$	0,06	0,09	0,13	0,16	0,19	$\alpha$	90	110	130	150	180	$\zeta$	0,21	0,24	0,25	0,27	0,29	$\alpha$	20	30	45	60	75	$\zeta$	0,05	0,08	0,1	0,13	0,15	$\alpha$	90	110	130	150	180	$\zeta$	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	$\alpha$	20	30	45	60	75	$\zeta$	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	$\zeta$	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2																																																																																											
c	1,3	1,17	1,09	1	0,9	0,85																																																																																											
a/b	3	4	5																																																																																														
c	0,86	0,9	0,95																																																																																														
$\alpha$	20	30	45	60	75																																																																																												
$\zeta$	0,06	0,09	0,13	0,16	0,19																																																																																												
$\alpha$	90	110	130	150	180																																																																																												
$\zeta$	0,21	0,24	0,25	0,27	0,29																																																																																												
$\alpha$	20	30	45	60	75																																																																																												
$\zeta$	0,05	0,08	0,1	0,13	0,15																																																																																												
$\alpha$	90	110	130	150	180																																																																																												
$\zeta$	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24																																																																																												
$\alpha$	20	30	45	60	75																																																																																												
$\zeta$	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14																																																																																												
$\zeta$	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21																																																																																												
27	Внезапное сужение при любых формах сечений 	$\zeta = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{f}{F}\right)$ Значения $\zeta$ отнесены к скорости $v$ в сечении $f$	<table border="1"> <tr> <td>f/F</td> <td><math>\zeta</math></td> <td>f/F</td> <td><math>\zeta</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0,50</td> <td>0,6</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,40</td> <td>0,8</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>0,35</td> <td>0,9</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,30</td> <td>1</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	f/F	$\zeta$	f/F	$\zeta$	0	0,50	0,6	0,20	0,1	0,45	0,7	0,15	0,2	0,40	0,8	0,10	0,3	0,35	0,9	0,05	0,4	0,30	1	0,00	0,5	0,25																																																																				
f/F	$\zeta$	f/F	$\zeta$																																																																																														
0	0,50	0,6	0,20																																																																																														
0,1	0,45	0,7	0,15																																																																																														
0,2	0,40	0,8	0,10																																																																																														
0,3	0,35	0,9	0,05																																																																																														
0,4	0,30	1	0,00																																																																																														
0,5	0,25																																																																																																
28	Внезапное расширение при любых формах сечений и длине расширения $l > 8D$ 	$\zeta = \left(1 - \frac{f}{F}\right)^2$ Значения $\zeta$ отнесены к скорости $v$ в сечении $f$	<table border="1"> <tr> <td>f/F</td> <td><math>\zeta</math></td> <td>f/F</td> <td><math>\zeta</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0,6</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,81</td> <td>0,7</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,64</td> <td>0,8</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>0,49</td> <td>0,9</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,36</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	f/F	$\zeta$	f/F	$\zeta$	0	1	0,6	0,16	0,1	0,81	0,7	0,09	0,2	0,64	0,8	0,04	0,3	0,49	0,9	0,01	0,4	0,36	1	0	0,5	0,25																																																																				
f/F	$\zeta$	f/F	$\zeta$																																																																																														
0	1	0,6	0,16																																																																																														
0,1	0,81	0,7	0,09																																																																																														
0,2	0,64	0,8	0,04																																																																																														
0,3	0,49	0,9	0,01																																																																																														
0,4	0,36	1	0																																																																																														
0,5	0,25																																																																																																
29	Диафрагма 	Значения $\zeta$ отнесены к скорости в воздуховоде $\zeta = \left(1 + \frac{0,707}{\sqrt{1-f/F}}\right)^2 \cdot \left(\frac{f}{F} - 1\right)^2$	<table border="1"> <tr> <td>D/d</td> <td>1</td> <td>1,25</td> <td>1,50</td> <td>1,75</td> </tr> <tr> <td>d/D</td> <td>1</td> <td>0,8</td> <td>0,66</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>6</td> <td>14,7</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>D/d</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> <td>3,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d/D</td> <td>0,5</td> <td>0,4</td> <td>0,33</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>29,7</td> <td>87,0</td> <td>196</td> <td></td> </tr> </table>	D/d	1	1,25	1,50	1,75	d/D	1	0,8	0,66	0,57	$\zeta$	0	1,5	6	14,7	D/d	2,0	2,5	3,0		d/D	0,5	0,4	0,33		$\zeta$	29,7	87,0	196																																																																	
D/d	1	1,25	1,50	1,75																																																																																													
d/D	1	0,8	0,66	0,57																																																																																													
$\zeta$	0	1,5	6	14,7																																																																																													
D/d	2,0	2,5	3,0																																																																																														
d/D	0,5	0,4	0,33																																																																																														
$\zeta$	29,7	87,0	196																																																																																														

1	2	3	4																																																																						
30	<p>Колено с изменением сечения</p>	$\zeta_A = 0,4 + 0,7 \cdot \left(\frac{f}{F}\right)^2;$ $\zeta_B = 0,75 + 0,7 \cdot \left(\frac{f}{F}\right)^2;$ $\zeta_C = 1 + 0,1 \cdot \left(\frac{f}{F}\right)^2;$ $\zeta_{C'} = \left(\frac{f}{F}\right)^2 + 0,1 \cdot \left(\frac{f}{F}\right)^2.$ <p><i>F</i> и <i>f</i> – площади сечения колена;  <math>\zeta_A</math>, <math>\zeta_B</math>, <math>\zeta_C</math> отнесены к динамическому давлению в меньшем сечении <i>f</i>;  <math>\zeta_{C'}</math> – к сечению <i>F</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>f/F</i></th> <th><math>\zeta_A</math></th> <th><math>\zeta_B</math></th> <th><math>\zeta_C</math></th> <th><math>\zeta_{C'}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,1</td><td>0,41</td><td>0,76</td><td>1,00</td><td>0,01</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,78</td><td>1,00</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>0,46</td><td>0,81</td><td>1,01</td><td>0,10</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>0,51</td><td>0,86</td><td>1,02</td><td>0,18</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,58</td><td>0,93</td><td>1,03</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>0,65</td><td>1,00</td><td>1,04</td><td>0,40</td></tr> <tr><td>0,7</td><td>0,74</td><td>1,09</td><td>1,05</td><td>0,54</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>0,85</td><td>1,20</td><td>1,06</td><td>0,70</td></tr> <tr><td>0,9</td><td>0,97</td><td>1,32</td><td>1,08</td><td>0,89</td></tr> <tr><td>1</td><td>1,10</td><td>1,45</td><td>1,10</td><td>1,10</td></tr> </tbody> </table> 	<i>f/F</i>	$\zeta_A$	$\zeta_B$	$\zeta_C$	$\zeta_{C'}$	0,1	0,41	0,76	1,00	0,01	0,2	0,43	0,78	1,00	0,04	0,3	0,46	0,81	1,01	0,10	0,4	0,51	0,86	1,02	0,18	0,5	0,58	0,93	1,03	0,28	0,6	0,65	1,00	1,04	0,40	0,7	0,74	1,09	1,05	0,54	0,8	0,85	1,20	1,06	0,70	0,9	0,97	1,32	1,08	0,89	1	1,10	1,45	1,10	1,10															
			<i>f/F</i>	$\zeta_A$	$\zeta_B$	$\zeta_C$	$\zeta_{C'}$																																																																		
			0,1	0,41	0,76	1,00	0,01																																																																		
			0,2	0,43	0,78	1,00	0,04																																																																		
			0,3	0,46	0,81	1,01	0,10																																																																		
			0,4	0,51	0,86	1,02	0,18																																																																		
			0,5	0,58	0,93	1,03	0,28																																																																		
			0,6	0,65	1,00	1,04	0,40																																																																		
			0,7	0,74	1,09	1,05	0,54																																																																		
			0,8	0,85	1,20	1,06	0,70																																																																		
0,9	0,97	1,32	1,08	0,89																																																																					
1	1,10	1,45	1,10	1,10																																																																					
31	<p>Шибер в круглых воздуховодах</p>	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>h/d</i></th> <th>0</th> <th>0,2</th> <th>0,3</th> <th>0,4</th> <th>0,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>f/F</i></td> <td>0</td> <td>0,25</td> <td>0,38</td> <td>0,5</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td><math>\infty</math></td> <td>35</td> <td>10</td> <td>4,6</td> <td>2,06</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>h/d</i></th> <th>0,6</th> <th>0,7</th> <th>0,8</th> <th>0,9</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>f/F</i></td> <td>0,71</td> <td>0,81</td> <td>0,9</td> <td>0,96</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,98</td> <td>0,44</td> <td>0,17</td> <td>0,06</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	<i>h/d</i>	0	0,2	0,3	0,4	0,5	<i>f/F</i>	0	0,25	0,38	0,5	0,61	$\zeta$	$\infty$	35	10	4,6	2,06	<i>h/d</i>	0,6	0,7	0,8	0,9	1	<i>f/F</i>	0,71	0,81	0,9	0,96	1	$\zeta$	0,98	0,44	0,17	0,06	0																																		
			<i>h/d</i>	0	0,2	0,3	0,4	0,5																																																																	
			<i>f/F</i>	0	0,25	0,38	0,5	0,61																																																																	
			$\zeta$	$\infty$	35	10	4,6	2,06																																																																	
			<i>h/d</i>	0,6	0,7	0,8	0,9	1																																																																	
			<i>f/F</i>	0,71	0,81	0,9	0,96	1																																																																	
$\zeta$	0,98	0,44	0,17	0,06	0																																																																				
32	<p>Шибер в прямоугольных воздуховодах</p>	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>h/H</i></th> <th>0</th> <th>0,1</th> <th>0,2</th> <th>0,3</th> <th>0,4</th> <th>0,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td><math>\infty</math></td> <td>193</td> <td>44,5</td> <td>17,8</td> <td>8,12</td> <td>4,02</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>h/H</i></th> <th>0,6</th> <th>0,7</th> <th>0,8</th> <th>0,9</th> <th>1,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,08</td> <td>0,95</td> <td>0,39</td> <td>0,09</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	<i>h/H</i>	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\zeta$	$\infty$	193	44,5	17,8	8,12	4,02	<i>h/H</i>	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\zeta$	2,08	0,95	0,39	0,09	0																																												
			<i>h/H</i>	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5																																																																
			$\zeta$	$\infty$	193	44,5	17,8	8,12	4,02																																																																
			<i>h/H</i>	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0																																																																	
$\zeta$	2,08	0,95	0,39	0,09	0																																																																				
33	<p>Дроссель-клапан</p>	-	<p>Для круглых воздуховодов</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,24</td> <td>0,52</td> <td>0,9</td> <td>1,54</td> <td>2,51</td> <td>3,91</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> <th>80</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>10,8</td> <td>32,6</td> <td>118</td> <td>256</td> <td>751</td> <td><math>\infty</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Для прямоугольных воздуховодов</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>f/F</i></td> <td>0,91</td> <td>0,83</td> <td>0,74</td> <td>0,66</td> <td>0,58</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0,28</td> <td>0,45</td> <td>0,77</td> <td>1,34</td> <td>2,16</td> <td>3,54</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> <th>80</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>f/F</i></td> <td>0,36</td> <td>0,23</td> <td>0,13</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>9,3</td> <td>24,9</td> <td>77,4</td> <td>158</td> <td>368</td> <td><math>\infty</math></td> </tr> </tbody> </table>	$\alpha$	5	10	15	20	25	30	$\zeta$	0,24	0,52	0,9	1,54	2,51	3,91	$\alpha$	40	50	60	70	80	90	$\zeta$	10,8	32,6	118	256	751	$\infty$	$\alpha$	5	10	15	20	25	30	<i>f/F</i>	0,91	0,83	0,74	0,66	0,58	0,5	$\zeta$	0,28	0,45	0,77	1,34	2,16	3,54	$\alpha$	40	50	60	70	80	90	<i>f/F</i>	0,36	0,23	0,13	0,09	0,06	0	$\zeta$	9,3	24,9	77,4	158	368	$\infty$
			$\alpha$	5	10	15	20	25	30																																																																
			$\zeta$	0,24	0,52	0,9	1,54	2,51	3,91																																																																
			$\alpha$	40	50	60	70	80	90																																																																
			$\zeta$	10,8	32,6	118	256	751	$\infty$																																																																
			$\alpha$	5	10	15	20	25	30																																																																
			<i>f/F</i>	0,91	0,83	0,74	0,66	0,58	0,5																																																																
			$\zeta$	0,28	0,45	0,77	1,34	2,16	3,54																																																																
			$\alpha$	40	50	60	70	80	90																																																																
			<i>f/F</i>	0,36	0,23	0,13	0,09	0,06	0																																																																
			$\zeta$	9,3	24,9	77,4	158	368	$\infty$																																																																

Окончание таблицы И.1

1	2	3	4
<b>Коэффициенты местных сопротивлений при смешении и разделении потоков воздуха</b>			
34	Тройник на нагнетании 	При $v_c \cdot \cos \alpha > v_o$ $\zeta = \sin^2 \alpha + \left( \cos \alpha - \frac{v_o}{v_c} \right)^2;$ При $v_c \cdot \cos \alpha < v_o$ $\zeta = \sin^2 \alpha + 0,5 \left( 1 - \frac{v_c \cdot \cos \alpha}{v_o} \right) \left( \frac{v_o}{v_c} \right)^2;$ При проходе прямо $\alpha = 0$	—
35	Тройник на всасывании 	При $v'_c > v_c$ $\zeta_o = \sin^2;$ $\zeta_n = \left[ \left( \frac{v_n}{v_c} \right)^2 - \left( \frac{v'_c}{v_c} \right)^2 \right] + \left( \frac{v'_c}{v_c} - 1 \right)^2.$ При $v'_c < v_c$ $\zeta_o = \left[ \left( \frac{v_o}{v_c} \right)^2 - \left( \frac{v'_c}{v_c} \right)^2 \right] + 0,5 \left( 1 - \frac{v'_c}{v_c} \right);$ $\zeta_n = \left[ \left( \frac{v_n}{v_c} \right)^2 - \left( \frac{v'_c}{v_c} \right)^2 \right] + 0,5 \left( 1 - \frac{v'_c}{v_c} \right).$ $v'_c - \text{наивыгоднейшая скорость смешения.}$ $U'_c = \frac{L_o}{L_c} \cdot v_o \cdot \cos \alpha + \frac{L_n}{L_c} \cdot v_n$ Значения $\zeta$ отнесены к скорости $v_c$	—
36	Крестовина для воздухопроводов любого сечения	Значения $\zeta$ принимать как для тройников	—
37	Тройник прямоугольный	Значения $\zeta$ принимать как для тройников при $\alpha = 90^\circ$	—

\* Принято по данным: Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ Р.В.Щекин, С.М.Кореневский и др. – Изд. третье. – Киев: Будівельник, 1968. – 288 с.

**Приложение К**  
(справочное)

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ВОЗДУХОВОДАХ И КАНАЛАХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ**

№ п/п	Тип и место расположения воздуховода	Рекомендуемая скорость движения воздуха $v$ , м/с
1	Вытяжные вентиляционные решетки	0,5 – 1,0*
2	Вертикальные вытяжные каналы	0,5 – 1,0*
3	Вытяжные каналы-спутники	1,0 – 1,5**
4	Сборные каналы	1,0 – 2,0*
5	Вытяжные шахты	1,0 – 1,5*
6	Воздухоприемные жалюзи	0,5 – 1,0*
7	Каналы приточных шахт	1,0 – 2,0*

\* Принято по данным: Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ Р.В.Щекин, С.М.Корневский и др. – Изд. третье. – Киев: Будівельник, 1968. – 288 с.

\*\* По данным РНП «АВОК» 5.2-2012 .

**ПРИЛОЖЕНИЕ Л**  
(справочное)

**АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕКОТОРЫХ ДЕФЛЕКТОРОВ\***

№ п/п	Марка дефлектора	Аэродинамический коэффициент $k$
1	Дефлектор ЦАГИ: - круглый - квадратный	0,40 0,28
2	Дефлектор Григоровича	0,33

\* Рассчитано по данным: Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1966. – 480 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
(справочное)

**ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ, УЧИТЫВАЮЩИХ ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХОВОДОВ**

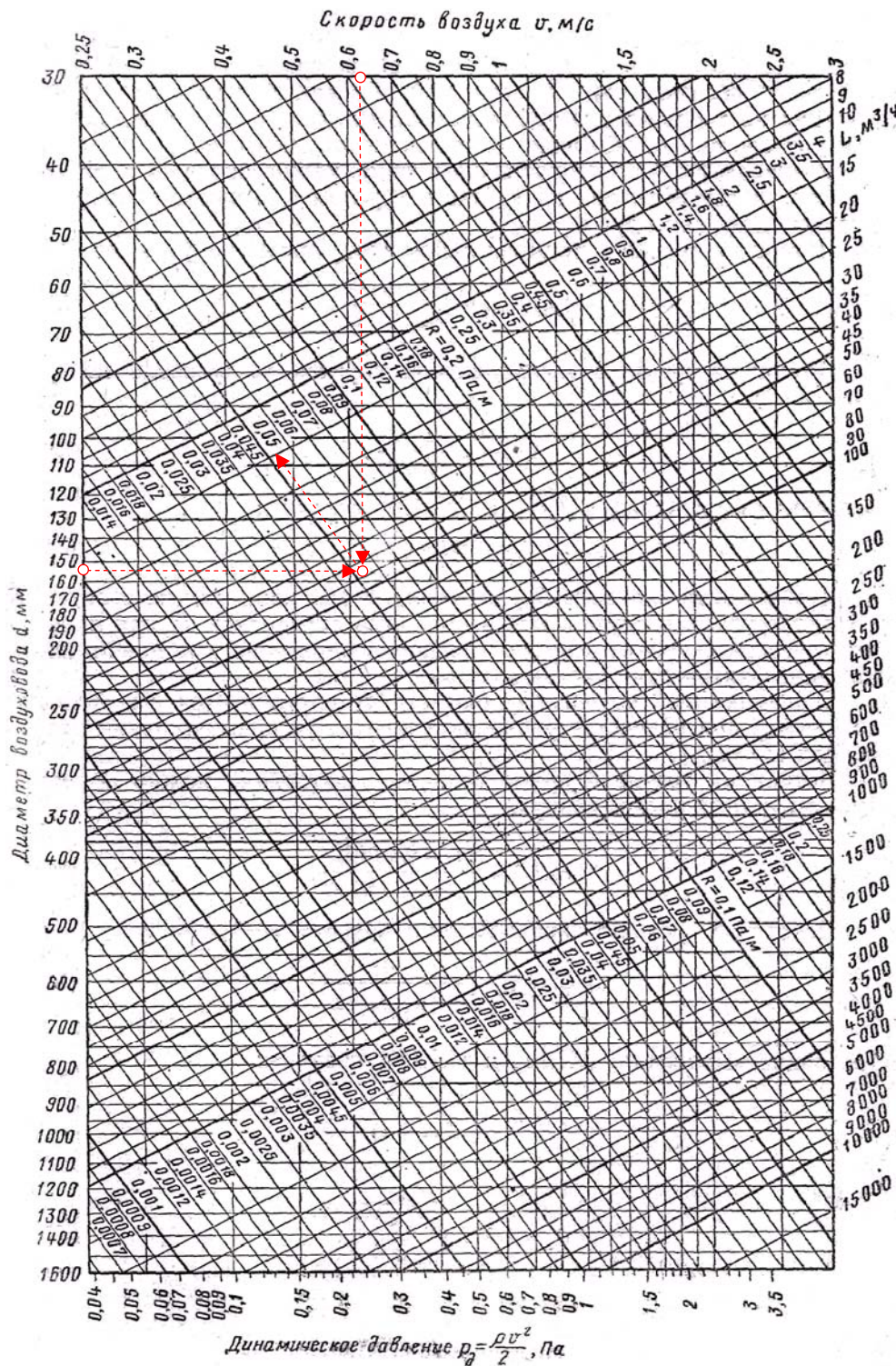
Скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с	Материал воздуховода			
	кирпич	штукатурка	бетон	шлакобетон
0,4	1,25	1,48	1,08	1,11
0,8	1,40	1,69	1,13	1,19
1,2	1,50	1,84	1,18	1,25
1,6	1,58	1,95	1,22	1,31
2,0	1,65	2,04	1,25	1,35
2,4	1,70	2,11	1,28	1,38
3,0	1,77	2,20	1,32	1,43
4,0	1,86	2,32	1,37	1,49
5,0	1,93	2,41	1,41	1,54
6,0	1,98	2,48	1,44	1,58
7,0	2,03	2,54	1,47	1,61
8,0	2,06	2,58	1,49	1,64



Приложение Н  
(справочное)

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ НА ТРЕНИЕ В КРУГЛЫХ ВОЗДУХОВОДАХ\*

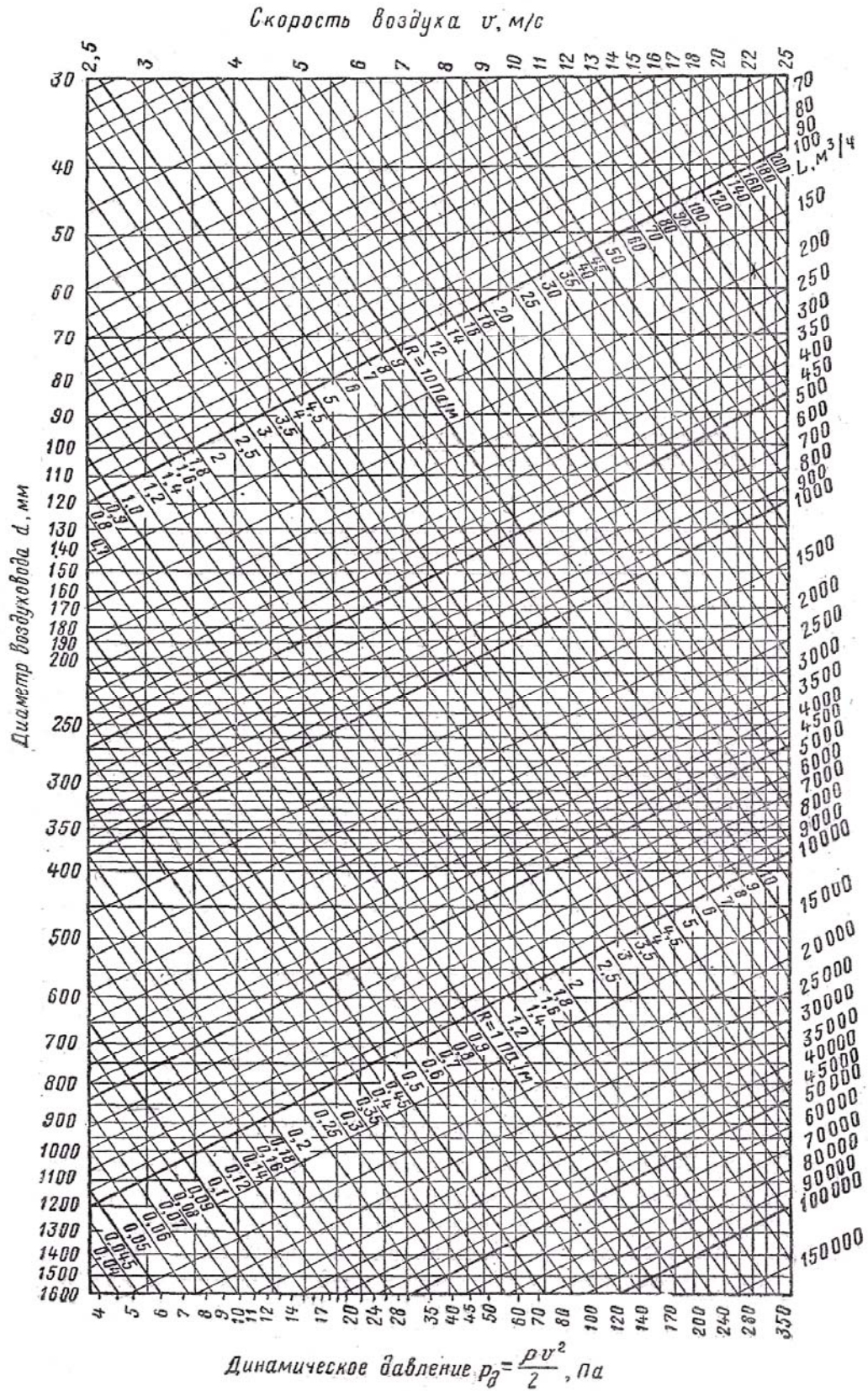
Н.1. Для естественной вентиляции



\* По данным работы: Богословский В.Н., Новожилов В.И. Отопление и вентиляция: учебник для Вузов. - в 2 ч. - ч.2. Вентиляция. - М.: Стройиздат, 1976. - 439 с.







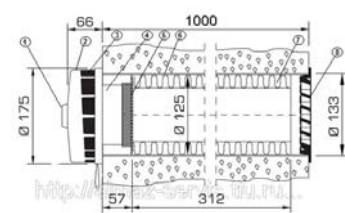

Н.2. Для механической вентиляции






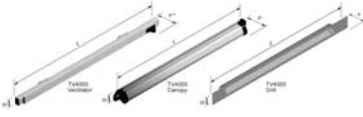



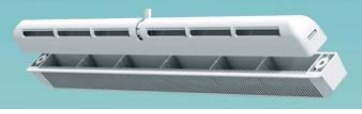

Приложение О  
 (справочное)

 ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ  
 (КЛАПАНОВ)

Таблица О.1

№ п/п	Название приточного вентиляционного клапана	Эскиз (внешний вид)	Расход воздуха
1	2	3	4
<b>Стеновые вентиляционные клапаны</b>			
1	Стеновой вентиляционный клапан «КИВ – 125» (Финляндия)		В открытом состоянии*: - при $\Delta P = 5 \text{ Па}$ – $L = 21,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 30,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 20 \text{ Па}$ – $L = 43,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В закрытом состоянии*: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 20 \text{ Па}$ – $L = 4,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 50 \text{ Па}$ – $L = 7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$
2	Стеновой вентиляционный клапан «СВК В-75» (Россия)	 Вариант комплектации №2	В открытом состоянии*: - при $\Delta P = 2 \text{ Па}$ – $L = 15,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 24,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 30 \text{ Па}$ – $L = 29,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В закрытом состоянии: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 20 \text{ Па}$ – $L = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; - при $\Delta P = 50 \text{ Па}$ – $L = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$
3	Стеновое приточное устройство ЕНТ «Аегесо» (Франция)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 5-40 \text{ м}^3/\text{ч}$
4	«Helios» (Германия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 35 \text{ м}^3/\text{ч}$
5	«КПВ-125» (Россия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 36 \text{ м}^3/\text{ч}$
6	«Fresh 90» (Швеция)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10 \text{ Па}$ – $L = 32 \text{ м}^3/\text{ч}$

\* По результатам испытаний; \*\* по данным завода-изготовителя.

Оконные вентиляционные клапаны			
7	Оконный вентиляционный клапан EMM 3-30 «Aereco» (Франция)		В открытом состоянии*: - при $\Delta P = 5$ Па – $L = 16,2$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 24,5$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 20$ Па – $L = 38,6$ м <sup>3</sup> /ч. В закрытом состоянии: - при $\Delta P = 50$ Па – $L = 8,2$ м <sup>3</sup> /ч
8	Оконный вентиляционный клапан «VentAir II TR» (Польша)		В открытом состоянии*: - при $\Delta P = 5$ Па – $L = 14,5$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 25,0$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 30$ Па – $L = 26,2$ м <sup>3</sup> /ч. В закрытом состоянии: - при $\Delta P = 50$ Па – $L = 4,6$ м <sup>3</sup> /ч
9	Оконный вентиляционный клапан Variglase «Titon» (Англия)		В открытом состоянии*: - при $\Delta P = 5$ Па – $L = 13,8$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 24,8$ м <sup>3</sup> /ч; - при $\Delta P = 30$ Па – $L = 38,4$ м <sup>3</sup> /ч. В закрытом состоянии: - при $\Delta P = 100$ Па – $L = 6,2$ м <sup>3</sup> /ч
10	«Trimvent Select Xtra S16» (Англия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 15$ Па – $L = 33,8$ м <sup>3</sup> /ч
11	Клапан вентиляционный для деревянных оконных блоков КТПН-2 (Белоруссия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 28,8$ м <sup>3</sup> /ч
12	«AEROMAT 80» (Германия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 15,0 - 30,0$ м <sup>3</sup> /ч
13	«AEROMAT midi» (Германия)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 30,0$ м <sup>3</sup> /ч
14	«ПО 400», «Expert» (Украина)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10$ Па – $L = 20,0 - 40,0$ м <sup>3</sup> /ч
15	«Sinax Air» (Турция)		В открытом состоянии **: - при $\Delta P = 10$ Па – $L =$ до $30,0$ м <sup>3</sup> /ч

\* По результатам испытаний; \*\* по данным завода-изготовителя.

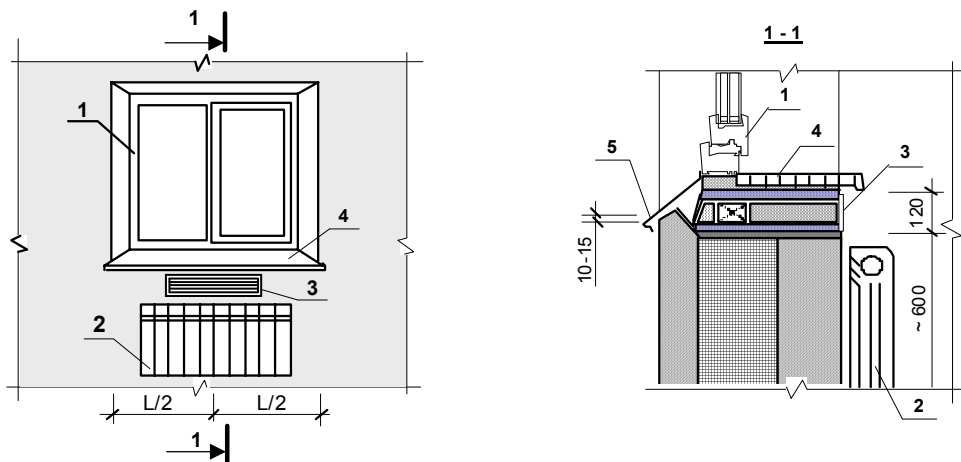


Приточные вентиляционные установки с механическим побуждением			
16	«AEROVITAL» (Германия)		Плавная регулировка расхода воздуха **: $L = 15,0 - 55,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
17	«Аэропак-90SN» (Германия)		Режимный расход воздуха **: 1 - $L = 15,0 - 60,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 2 - $L = 160,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
18	«Тион О2» (Россия)		Режимный расход воздуха **: 1 - $L = 45,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 2 - $L = 70,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 3 - $L = 120,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
19	«Селенга» (Россия)		Режимный расход воздуха **: 1 - $L = 50,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 2 - $L = 90,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 3 - $L = 142,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
20	«ТвинФреш РА-25» (Украина)		Режимный расход воздуха **: 1 - $L = 7,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 2 - $L = 24,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
21	«Эко-Свежесть 03» (Болгария)		Плавная регулировка расхода воздуха **: $L = 30,0 - 120,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
22	«ОХеN» (Польша)		Плавная регулировка расхода воздуха **: $L = 150,0 - 1200,0 \text{ м}^3/\text{ч}$
23	УВРК-50» (Россия)		Плавная регулировка расхода воздуха **: $L = 13 - 80 \text{ м}^3/\text{ч}$
24	«AEROLIFE» C45 / C60 / C35 / C50 / C200 / C350 (Гер- мания)		Плавная регулировка расхода воздуха **: $L = 45,0 - 60,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; / $25,0 - 35,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; / $35,0 - 50,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; / $80,0 - 100,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; / $160,0 - 200,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; / до $350 \text{ м}^3/\text{ч}$

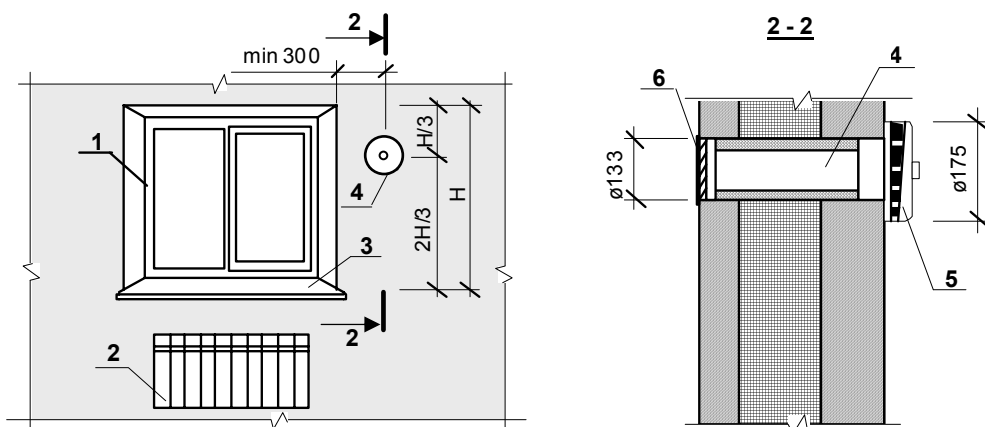
\* По результатам испытаний; \*\* по данным завода-изготовителя.

Приложение П  
(справочное)

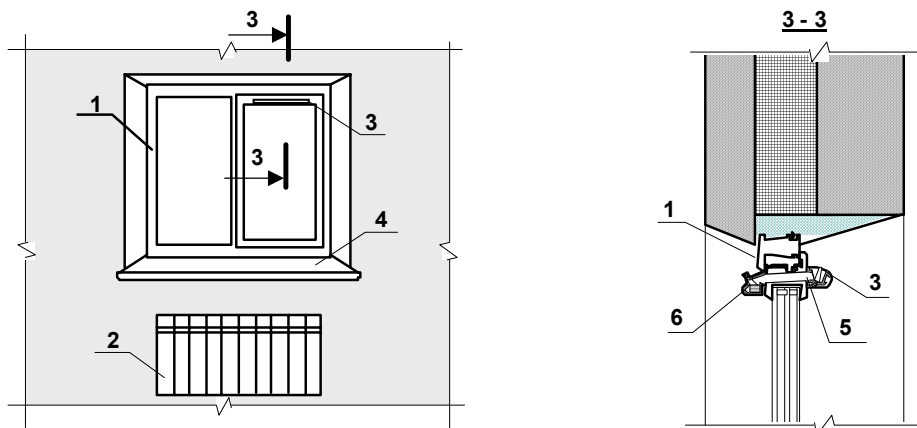
СХЕМЫ МОНТАЖА НЕКОТОРЫХ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ



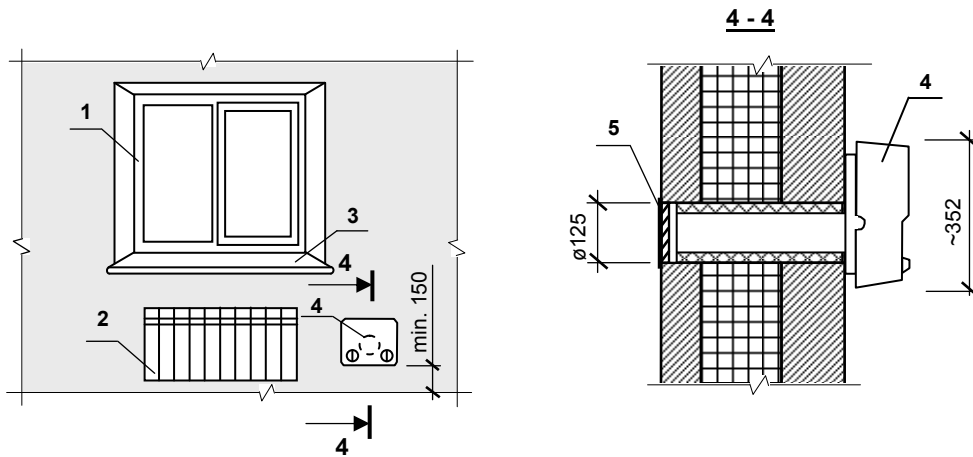
Р и с у н о к П.1 – Принципиальная схема монтажа стенового вентиляционного клапана СВК В-75 (1 – оконный блок; 2 – отопительный прибор; 3 – стеновой приточный клапан; 4 – подоконник; 5 – оконный слив )



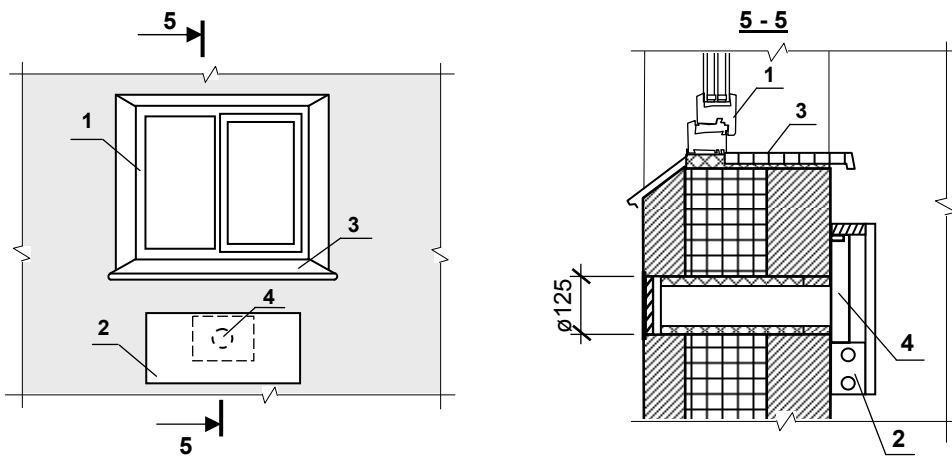
Р и с у н о к П.2 – Принципиальная схема монтажа стенового вентиляционного клапана КИВ-125 (1 – оконный блок; 2 – отопительный прибор; 3 – подоконник; 4 – стеновой приточный клапан; 5 – оголовок приточного клапана; 6 – наружная решетка)



Р и с у н о к П.3 – Принципиальная схема монтажа оконного вентиляционного клапана (1 – оконный блок; 2 – отопительный прибор; 3 – оконный вентиляционный клапан; 4 – подоконник; 5 – монтажная планка; 6 – наружный козырек)



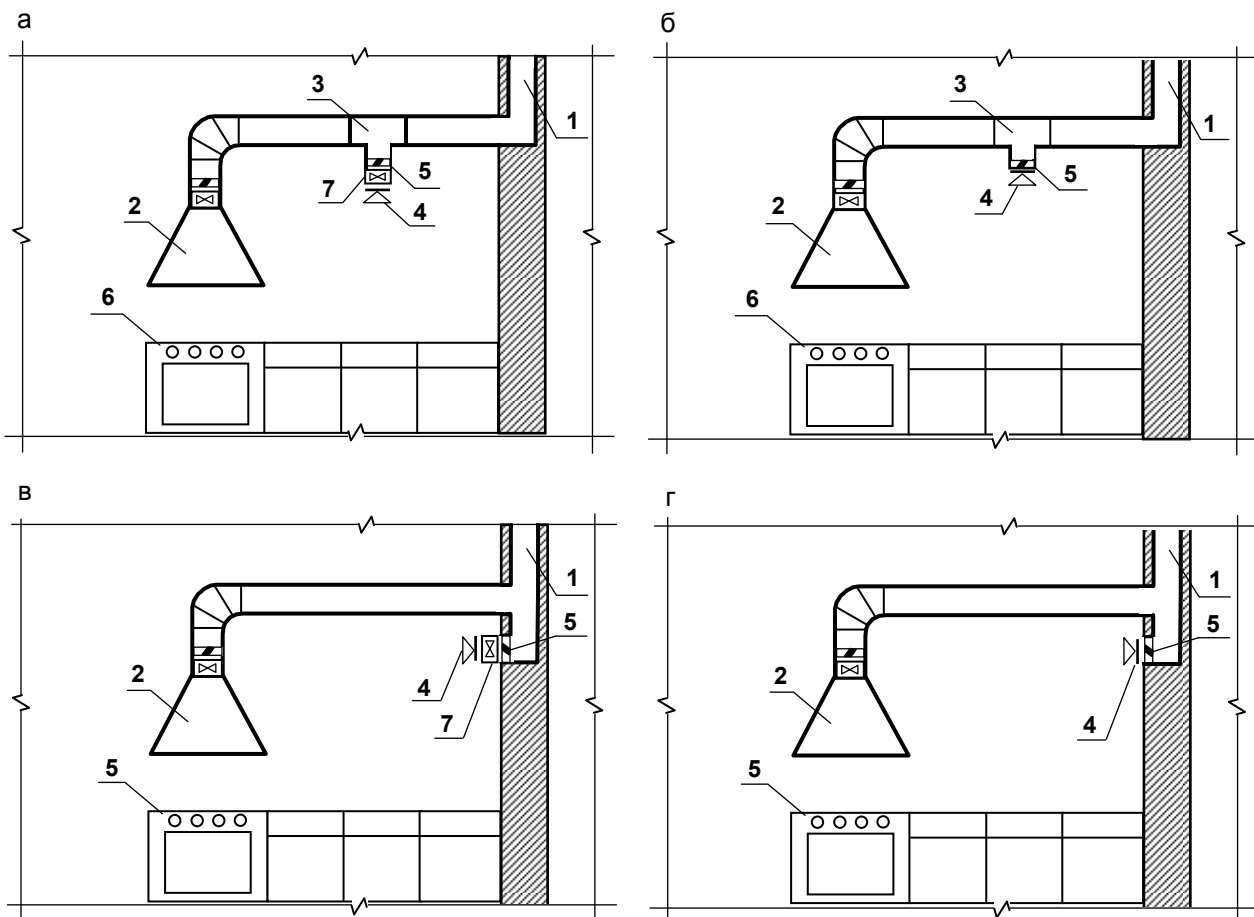
Р и с у н о к П.4 – Принципиальная схема монтажа приточной вентиляционной установки с подогревом приточного воздуха (1 – оконный блок; 2 – отопительный прибор; 3 – подоконник; 4 – приточная вентиляционная установка; 5 – наружная решетка)



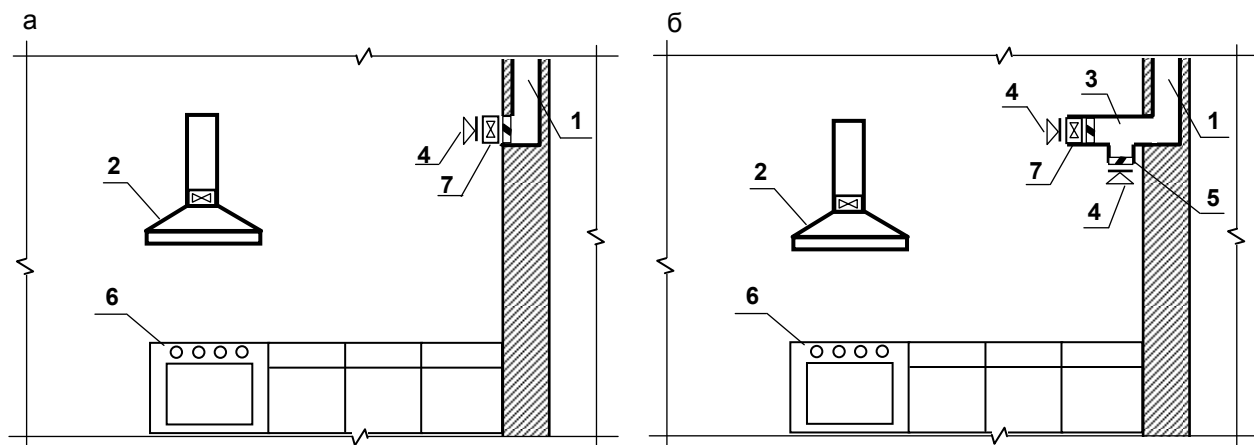
Р и с у н о к П.5 – Принципиальная схема монтажа приточной вентиляционной установки, совмещенной с отопительным прибором (1 – оконный блок; 2 – отопительный прибор; 3 – подоконник; 4 – приточный блок, встроенный в отопительный прибор)

ПРИЛОЖЕНИЕ Р  
(рекомендуемое)

СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КУХОННЫХ ВЫТЯЖЕК К ВЕНТИЛЯЦИОННЫМ КАНАЛАМ



Р и с у н о к Р.1 – Схемы подключения кухонных вытяжек (вытяжных зонтов с встроенным вентилятором) к вентиляционным каналам: а, в – с дополнительным вентилятором; б, г – без дополнительного вентилятора (1 – вентиляционный канал; 2 – кухонная вытяжка; 3 – тройник; 4 – вытяжная вентиляционная решетка; 5 – обратный клапан; 6 – кухонная плита; 7 – вытяжной вентилятор)



Р и с у н о к Р.2 – Схемы оснащения вытяжных вентиляционных каналов кухонь с автономными вытяжными зонтами: а – с вытяжным вентилятором; б – с вытяжным вентилятором и дополнительным ответвлением для естественной вытяжки (1 – вентиляционный канал; 2 – кухонная вытяжка; 3 – тройник; 4 – вытяжная вентиляционная решетка; 5 – обратный клапан; 6 – кухонная плита; 7 – вытяжной вентилятор)

## Приложение С (справочное)

### ПРИМЕРЫ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### С.1 Система вентиляции с естественным побуждением

**С.1.1 Цель расчета:** проверка достаточности размеров вытяжных вентиляционных каналов системы вентиляции жилого дома и определение требуемого количества приточных клапанов.

##### С.1.2 Исходные данные

Десятиэтажный крупнопанельный жилой дом в конструкциях серии 97.

Район строительства – г.Омск.

Здание расположено в жилой застройке. Уровень транспортного шума у фасада  $L_{A2M} = 55$  дБА.

Схематичный план рядовой секции жилого дома приведен на рисунке С.1.

Система вентиляции – естественная, с организованным притоком через стеновые вентиляционные клапаны и организованным удалением воздуха через вытяжные вентиляционные каналы, расположенные на кухне и в уборной. Принципиальная схема вентиляции соответствует рисунку 5.1, б.

Вытяжные каналы выполнены в сборных вентиляционных блоках заводского изготовления. Схема расположения и основные размеры вентиляционных каналов приведены на рисунке С.2. Присоединение каналов-спутников к вертикальному сборному каналу – через этаж.

Приток воздуха – через стеновые вентиляционные клапаны.

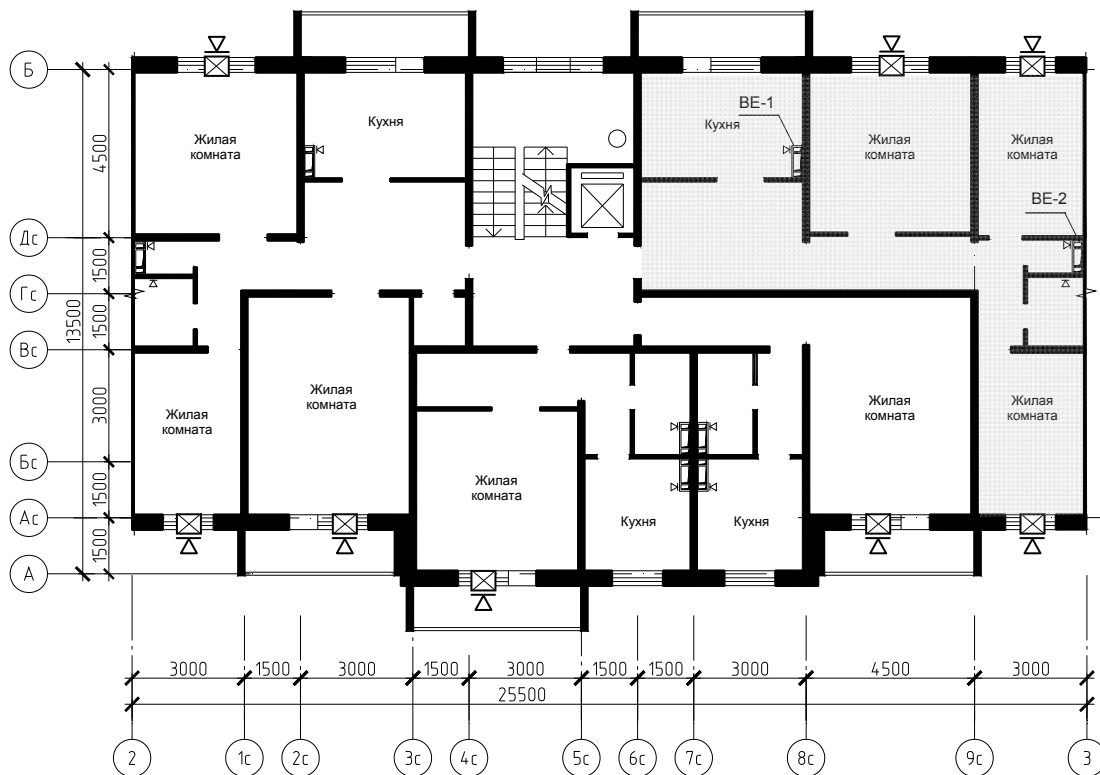
Оконные и дверные балконные блоки – из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами. Зависимость расхода воздуха от перепада давлений для окон и балконных дверей описывается выражением  $L_{ок} = 0,63 \cdot (\Delta p / 10)^{0,676}$  (по результатам испытаний).

Расчетные параметры переходного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С;
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = +5$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 0$  м/с.

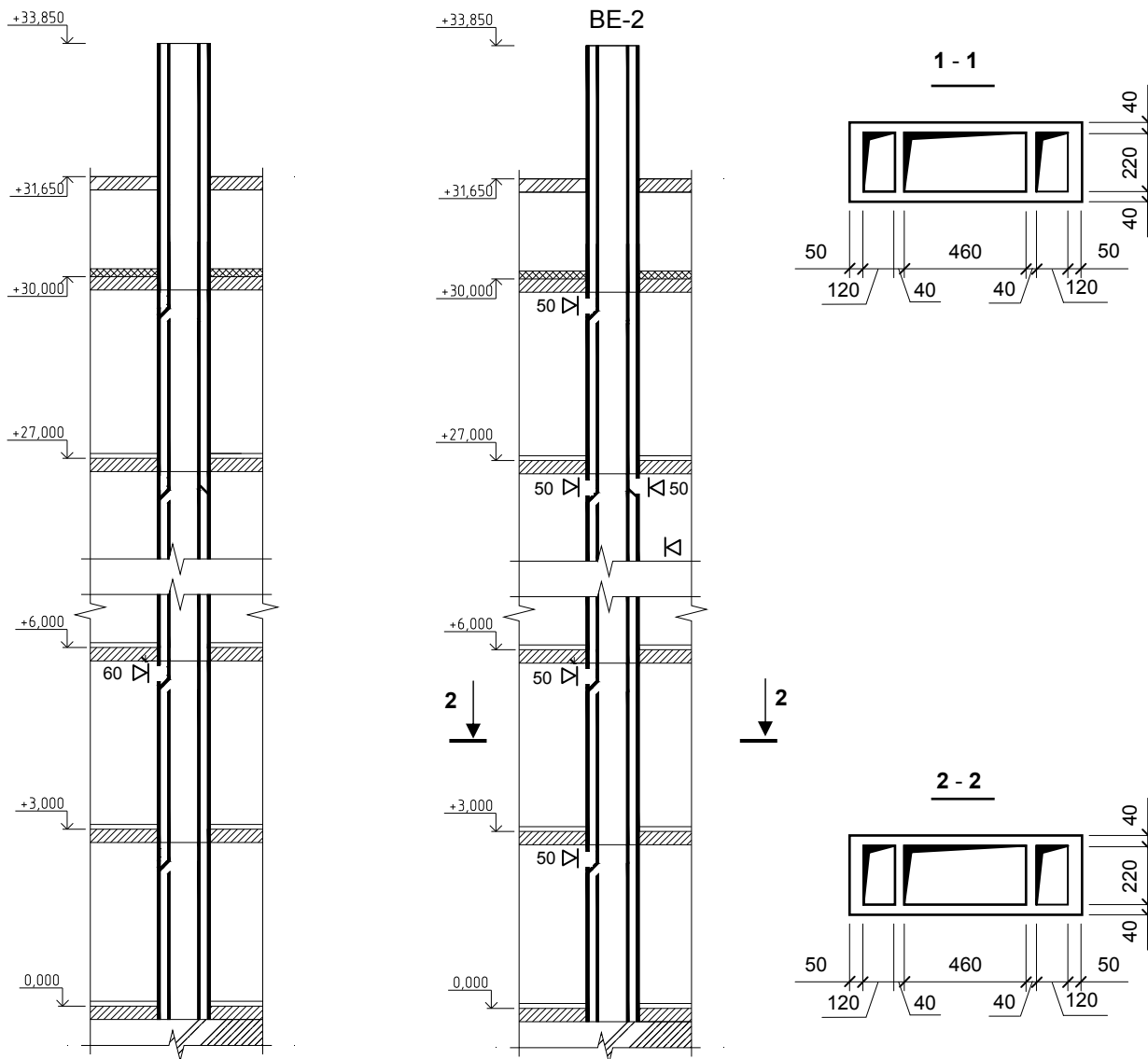
Расчетные параметры холодного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С.
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = -37$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 2,8$  м/с.



Р и с у н о к С.1 – Схематичный план рядовой секции многоэтажного жилого дома





Р и с у н о к С.2 – Развертка по вентиляционным блокам с указанием размеров каналов и расходов воздуха на отдельных участках

Расчет выполнен на примере трехкомнатных квартир. Планировочное решение квартир – аналогично рисунку В.1.

### С1.3 Результаты расчета требуемого воздухообмена

Количество проживающих в каждой квартире – 3 человека.

Расчетный воздухообмен квартир составляет (см. приложение В):

- в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)  $L_{mp}^{раб} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- в нерабочем режиме  $L_{mp}^{неп} = 23 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расходы воздуха, удаляемого по каналам-спутникам и сборным каналам, приведены на расчетной схеме (рисунок С.3).

### С.1.4 Определение располагаемых перепадов давлений для переходного периода года

Располагаемый перепад давлений для условий переходного периода года рассчитываем по формулам (5.4), (5.7), (5.8), принимая:

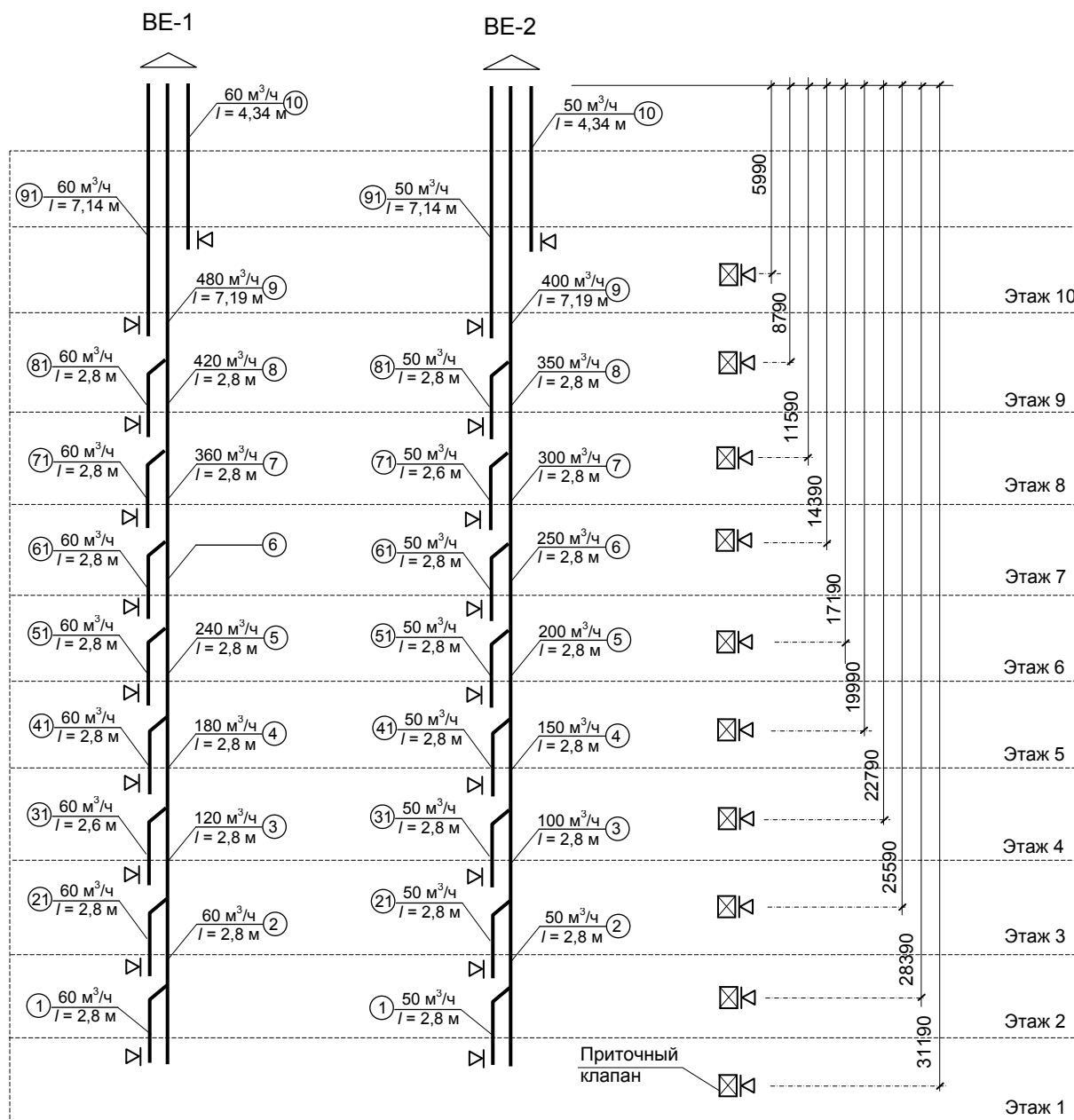
- плотность наружного воздуха  $\rho_{ext} = 353/(273+5) = 1,270 \text{ кг/м}^3$ ;
- плотность внутреннего воздуха  $\rho_{int} = 353/(273+21) = 1,205 \text{ кг/м}^3$ ;
- расстояние по вертикали от центра приточного вентиляционного устройства до устья сборного вытяжного канала  $h_p$  – по разности отметок.

В частности, для квартир первого и десятого этажей :

$$\Delta P_{p,1}^{1 \text{ эт}} = 31,19 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 19,89 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p,2}^{10 \text{ эт}} = 5,99 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 3,82 \text{ Па}.$$

Результаты расчета располагаемых давлений по всем этажам приведены в таблице С.1.



Р и с у н о к С.3 – Расчетные схемы систем вентиляции ВЕ-1 и ВЕ-2

**С.1.5 Расчет потерь давления в вытяжных каналах при расчетных расходах воздуха**

Определяем потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха (формула 5.10):

$$\Delta P_{\text{пот},i} = \sum (R_i \cdot l_i \cdot \beta_i + z_i) \quad , \quad (C.1)$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го участка вентиляционного канала, м;

$\beta_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов, принимаемый по приложению М;

$R_i$  – удельные потери давления на трение на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па, определяемые по номограммам приложения Н с учетом приведения расчетных размеров вытяжных каналов к эквивалентному диаметру  $d_э$ ;

$z_i$  – потери давления в местных сопротивлениях на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па.

Для прямоугольных каналов величина эквивалентного диаметра может быть рассчитана по формуле

$$d_э = 2 \cdot a \cdot b / (a + b), \quad (C.2)$$

где  $a$ ,  $b$  – размеры сечения прямоугольного канала, м.

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываются по формуле

$$z_i = \sum (\xi_i \cdot \omega_i^2 / 2) \cdot \rho_{int}, \quad (C.3)$$

где  $\omega_i$  – расчетная скорость движения воздуха на  $i$ -м участке вытяжного канала, м/с;

$\sum \xi_i$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на  $i$ -ом участке, определяемая по расчетной схеме системы вентиляции с учетом значений, приведенных в приложении И.

В частности, для участка 1 вытяжного канала первого этажа системы ВЕ-1:

- расход воздуха  $L_{уд,1} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- длина участка  $l_1 = 2,8 \text{ м}$ ;
- эквивалентный диаметр канала 120x220 мм  $d_э = 2 \cdot 0,12 \cdot 0,22 / (0,12 + 0,22) = 0,155 \text{ м}$ ;
- скорость движения воздуха  $\omega_1 = 60 / (3600 \cdot 0,12 \cdot 0,22) = 0,63 \text{ м/с}$ ;
- потери давления на трение (по номограмме Н.1 приложения Н)  $R_1 = 0,052 \text{ Па/м}$ ;
- поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов,  $\beta_1 = 1,15$ ;
- сумма коэффициентов местных сопротивлений (см. приложение И)  $\sum \xi_i = 4,23$  (вентиляционная решетка  $\zeta = 2$ ; поворот с изменением сечения  $\zeta = 1,03$ ; вход в сборный канал с поворотом  $\zeta = 1,2$ );
- потери давления на трение и местные сопротивления  $\Delta P_{ном}^{выт,1} = 0,052 \cdot 2,8 \cdot 1,15 + (4,23 \cdot 0,63^2 / 2) \cdot 1,205 = 1,18 \text{ Па}$ .

Результаты расчета потерь давлений по остальным участкам вытяжного канала 1-го этажа приведены в таблице С.2.

#### С.1.6 Определение расхода приточного воздуха в квартирах

Приток воздуха в рассчитываемых квартирах предусматривается через стеновые приточные клапаны и неплотности оконных блоков.

Характеристика приточных устройств и оконных блоков (зависимость расхода воздуха от перепада давлений – по результатам испытаний и справочным данным) приведена на рисунке С.4.

По разности давлений между располагаемым давлением  $\Delta P_p$  и суммарными потерями давления в вытяжных каналах для каждого этажа определяем долю располагаемого давления, под действием которого происходит приток воздуха  $\Delta P_{пр}^j$  (формула 5.11):

$$\Delta P_{пр}^j = \Delta P_p^j - \sum \Delta P_{ном}^{выт,j}. \quad (C.4)$$

В частности, для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{пр}^{1, ВЕ-1} = 19,89 - 4,94 = 14,95 \text{ Па}$ . Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{пр}^{1, ВЕ-2} = 19,89 - 3,44 = 16,45 \text{ Па}$ .

Соответственно для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{пр}^{10, ВЕ-1} = 3,82 - 1,03 = 2,8 \text{ Па}$ . Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{пр}^{10, ВЕ-2} = 3,82 - 0,79 = 3,03 \text{ Па}$ .

Результаты расчета величин  $\Delta P_{пр}^{расч}$  для квартир различных этажей приведены в таблице С3.

Для выравнивания потерь давления в вытяжных каналах в пределах одной квартиры предусматриваем пусконаладочную регулировку (увеличение сопротивления каналов) посредством регулируемых вентиляционных решеток на входе в каналы со стороны помещений в системе ВЕ-2 (или за счет установки дросселирующих вкладышей в вытяжные каналы системы ВЕ-2):

- для квартиры первого этажа – в канале ВЕ-2 (+ 1,50 Па);
- для квартиры десятого этажа – в канале ВЕ-2 (+0,23 Па).

Принимаем в качестве расчетного перепада давлений, приходящегося на преодоление аэродинамического сопротивления приточных клапанов и окон:

- для 1-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{1эм} = 14,95 \text{ Па}$ ;
- для 10-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{10эм} = 2,80 \text{ Па}$ .

По полученным значениям  $\Delta P_{пр}$  и характеристикам оконных блоков и приточных устройств (вариант комплектации № 2, рисунок С.4) принимаем:

- $L_{к\text{лап}}^{1эм} = 38,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{ок}^{1эм} = 3,9 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ ;
- $L_{к\text{лап}}^{10эм} = 8,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{ок}^{10эм} = 1,3 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ .

Таблица С.1 – Результаты расчета располагаемого давления по этажам здания системы ВЕ-1

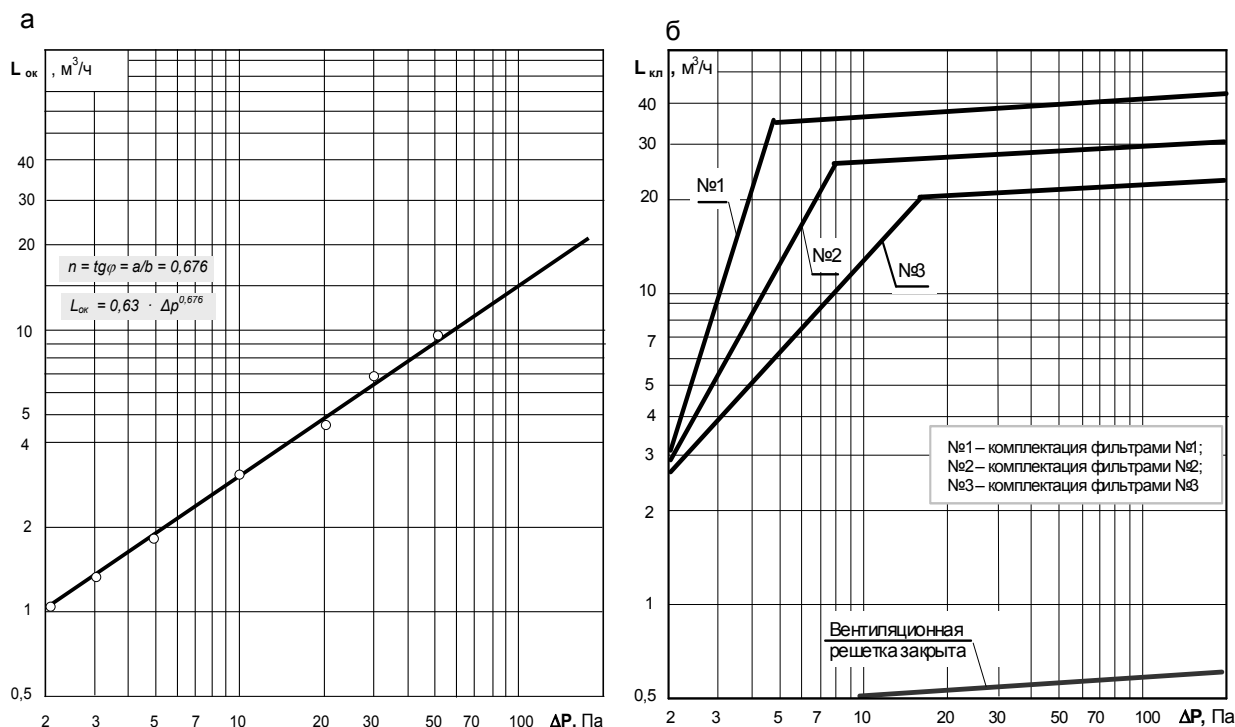
Номер этажа	$h_p$ , м	$t_{в}$ , °С	$t_{н}$ , °С	$\rho_{в}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{н}$ , кг/м <sup>3</sup>	$v$ , м/с	$\Delta P_p$ Па
1	31,19	21,0	5,0	1,205	1,270	0	19,89
2	28,39						18,10
3	25,59						16,32
4	22,79						14,53
5	19,99						12,75
6	17,19						10,96
7	14,39						9,18
8	11,59						7,39
9	8,79						5,60
10	5,99						3,82

Таблица С.2 – Результаты расчета потерь давления при движении воздуха из квартир некоторых этажей системы ВЕ-1

Номер участка	$L_i$ , м <sup>3</sup> /ч	$l_i$ , м	$a_i \times b_i$ , м	$\omega_i$ , м/с	$d_{э}$ , м	$R_i$ , Па/м	$R_i \cdot l_i \cdot \beta_i$ , Па	$\sum \xi_i$	$Z$ , Па	$\Delta P_{пот}^{э,i}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Первый этаж</b>										
1	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,23	1,02	1,18
2	60	2,8	0,46x0,22	0,16	0,298	0,002	0,01	0,52	0,01	0,01
3	120	2,8	0,46x0,22	0,33	0,298	0,008	0,02	0,52	0,03	0,06
4	180	2,8	0,46x0,22	0,49	0,298	0,015	0,05	0,52	0,08	0,12
5	240	2,8	0,46x0,22	0,66	0,298	0,026	0,08	0,52	0,14	0,22
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,07	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	7,2	0,46x0,22	1,32	0,298	0,09	0,82	1,00	1,05	1,87
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										4,94
<b>Пятый этаж</b>										
51	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,06	0,97	1,14
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,07	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	7,2	0,46x0,22	1,32	0,298	0,09	0,82	1,00	1,05	1,87
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										4,48
<b>Десятый этаж</b>										
10	60	4,34	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,26	3,20	0,77	1,03
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										1,03

Таблица С.3 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания со стеновыми вентиляционными клапанами (вариант комплектации клапанов № 2)

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\sum \Delta P_{пот}^{выт}$ , Па		$\Delta P_{пр}$ , Па		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$L_{клап}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{ок}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{пр}$ , м <sup>3</sup> /ч
		ВЕ-1	ВЕ-2	ВЕ-1	ВЕ-2				
1	19,89	4,95	3,44	14,94	16,45	14,94	28,6	3,9	126
2	18,10	4,89	3,40	13,21	14,70	13,21	28,3	3,6	122
3	16,32	4,83	3,36	11,48	12,95	11,48	28,0	3,3	117
4	14,53	4,71	3,28	9,82	11,25	9,82	27,5	3,0	113
5	12,75	4,49	3,13	8,26	9,62	8,26	27,0	2,6	108
6	10,96	4,15	2,89	6,81	8,07	6,81	20,0	2,3	83
7	9,18	3,67	2,55	5,50	6,62	5,50	14,0	2,0	62
8	7,39	3,01	2,09	4,38	5,30	4,38	10,8	1,7	50
9	5,60	1,20	0,95	4,41	4,65	4,41	10,8	1,7	50
10	3,82	1,03	0,79	2,79	3,03	2,79	5,0	1,3	28



Р и с у н о к С.4 – Зависимость расхода воздуха от перепада давлений через оконные блоки (а) и через приточные вентиляционные клапаны (б) рассчитываемых квартир

Соответственно расчетный расход приточного воздуха с учетом площади оконных блоков и количества приточных вентиляционных устройств (три клапана в каждой квартире)  $L_{пр}$  составит:

- $L_{пр}^{1эм} = 28,6 \cdot 3 + 3,9 \cdot 10,2 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2) = 126 \text{ м}^3/ч$ ;
- $L_{пр}^{10эм} = 5,0 \cdot 3 + 1,3 \cdot 10,2 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2) = 28 \text{ м}^3/ч$ .

Результаты расчета приточного воздуха по рассчитываемым квартирам приведены в таблице С3.

Сопоставление результатов расчета  $L_{пр}$  и требуемого воздухообмена  $L_{пр}^{раб}$  (см. п. С.1.3) показывает, что в рассчитываемых квартирах требуемый воздухообмен обеспечивается на нижних этажах (избыточный расход воздуха может быть погашен за счет дополнительного регулирования вентиляционных решеток на входе в каналы или за счет регулирования приточных клапанов), но не обеспечивается на верхних этажах здания – с 6-го по 10-й этажи.

Возможные решения – увеличение количества приточных клапанов в квартирах верхних этажей, применение приточных клапанов с меньшим аэродинамическим сопротивлением или установка вытяжных вентиляторов.

Увеличение количества приточных клапанов представляется нерациональным с технической точки зрения.

Результаты расчета системы вентиляции при варианте комплектации № 1 стенового вентиляционного клапана (вариант с меньшим аэродинамическим сопротивлением) приведены в таблице С.4.

Т а б л и ц а С.4 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания со стеновыми вентиляционными клапанами (вариант комплектации клапанов №1)

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\sum \Delta P_{пом}^{свм}$ , Па		$\Delta P_{пр}$ , Па		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$L_{к\text{л\text{а\text{п}}}}$ , $M^3/ч$	$L_{ок}$ , $M^3/ч$	$L_{пр}$ , $M^3/ч$
		BE-1	BE-2	BE-1	BE-2				
1	19,89	4,95	3,44	14,94	16,45	14,94	38,3	3,9	155
2	18,10	4,89	3,40	13,21	14,70	13,21	38,0	3,6	151
3	16,32	4,83	3,36	11,48	12,95	11,48	37,0	3,3	144
4	14,53	4,71	3,28	9,82	11,25	9,82	36,7	3,0	140
5	12,75	4,49	3,13	8,26	9,62	8,26	36,5	2,6	136
6	10,96	4,15	2,89	6,81	8,07	6,81	36,5	2,3	133
7	9,18	3,67	2,55	5,50	6,62	5,50	36,0	2,0	128
8	7,39	3,01	2,09	4,38	5,30	4,38	30,1	1,7	108
9	5,60	1,20	0,95	4,41	4,65	4,41	30,1	1,7	108
10	3,82	1,03	0,79	2,79	3,03	2,79	8,5	1,3	38

Как показывают результаты расчетов, при варианте комплектации № 1 стеновых клапанов (с меньшим аэродинамическим сопротивлением, чем при варианте комплектации № 2) требуемый воздухообмен обеспечивается по всем этажам за исключением квартиры 10-го этажа.

В вентиляционных каналах квартиры 10-го этажа принимаем установку осевых вытяжных вентиляторов с обратными клапанами. Подключение вытяжных вентиляторов – через регуляторы количества оборотов (рисунок С.5, в).

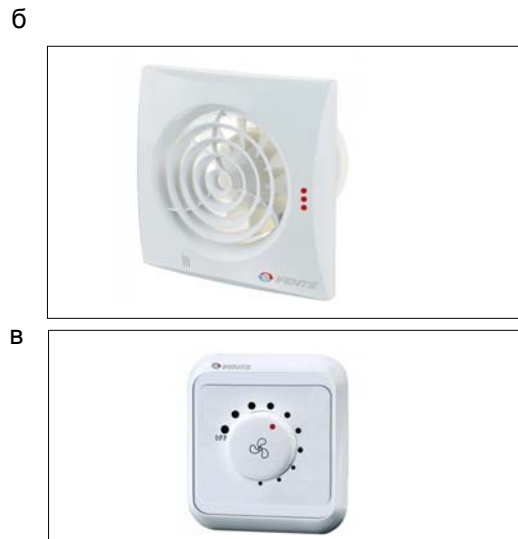
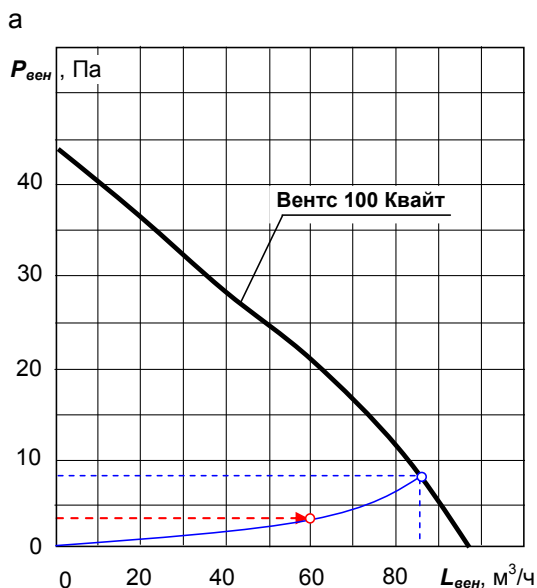
### С.1.7 Подбор вытяжных вентиляторов для квартир верхних этажей

Подбор вентилятора проводим по недостающему перепаду давлений  $\Delta P_{вен}$ . Для этого по графику рисунка С.4, б определяем ориентировочно перепад давлений, необходимый для обеспечения требуемого воздухообмена. В частности, для вытяжных каналов 10-го этажа требуемый перепад давлений  $\Delta P_{пр}^{10эт} \approx 6,2$  Па.

При этом перепаде давлений  $L_{кл}^{10эт} = 36,8$  м<sup>3</sup>/ч;  $G_{ок}^{10эт} = 0,9$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>). Соответственно  $L_{пр}^{10эт} = 36,8 \cdot 3 + 0,9 \cdot 10,2$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 119,6 м<sup>3</sup>/ч.

Требуемый перепад давлений  $\Delta P_{вен}^{10эт} = 6,2 - 2,79 = 3,4$  Па.

Подбираем по заводским характеристикам вентиляторы, обеспечивающие расход воздуха  $L_{вен} = 60$  м<sup>3</sup>/ч (для кухни) и  $L_{вен} = 50$  м<sup>3</sup>/ч (для санузла) при давлении ~ 4 Па. Данные условиям с запасом обеспечивает малощумный вентилятор марки «Вентс 100 Квайт». Характеристика и внешний вид вентилятора приведены на рисунке С.5. Для регулирования расхода удаляемого воздуха применяем регулятор скорости «РС-1-300» фирмы «ВЕНТС».



Р и с у н о к С.5 – Характеристика (а) и внешний вид (б) осевого вентилятора «Вентс 100 Квайт» с регулятором скорости «РС-1-300» (в)

### С.1.8 Проверка работоспособности системы вентиляции в теплый период года

Проектируемое здание расположено внутри квартала с уровнем транспортного шума у фасада  $L_{A2м}$  менее 60 дБА. В теплый период года требуемый воздухообмен может быть обеспечен за счет сквозного проветривания при открытии оконных створок и балконных дверей.

Аэродинамический расчет вентиляции на данные условия не проводится.

## С.2 Система вентиляции с децентрализованным механическим удалением воздуха

**С.2.1 Цель расчета:** проверка достаточности размеров вытяжных вентиляционных каналов системы вентиляции многоквартирного жилого дома с теплым чердаком, определение требуемого количества приточных клапанов и марки вытяжных вентиляторов.

### С.2.2 Исходные данные

Десятиэтажный крупнопанельный жилой дом в конструкциях серии 97.

Район строительства – г. Кемерово.

Схематичный план рядовой секции жилого дома аналогичен рисунку С.1.

Уровень транспортного шума у фасада здания  $L_{A2M} = 75$  дБА.

Систему вентиляции, в соответствии с п.5.5.4 настоящего СТО, принимаем с децентрализованным удалением воздуха посредством индивидуальных вытяжных вентиляторов с регулируемым количеством оборотов и организованным притоком через оконные вентиляционные клапаны. Принципиальная схема вентиляции соответствует рисунку 5.2, б.

Вытяжные каналы выполнены в сборных вентиляционных блоках заводского изготовления. Схема расположения и основные размеры вентиляционных каналов приведены на рисунке С.6.

Присоединение каналов-спутников к вертикальному сборному каналу – через этаж. Удаление воздуха из квартир двух верхних этажей – по самостоятельным каналам. На входе в вытяжные каналы установлены вытяжные вентиляторы с регулированием расхода воздуха.

Вытяжная вентиляционная шахта размерами 800x800 мм выполнена одна на всю секцию.

Схематичный план чердака с размещением вытяжных каналов, вентиляционной шахты и указанием расчетных расходов воздуха, поступающих в теплый чердак, приведен на рисунке С.7.

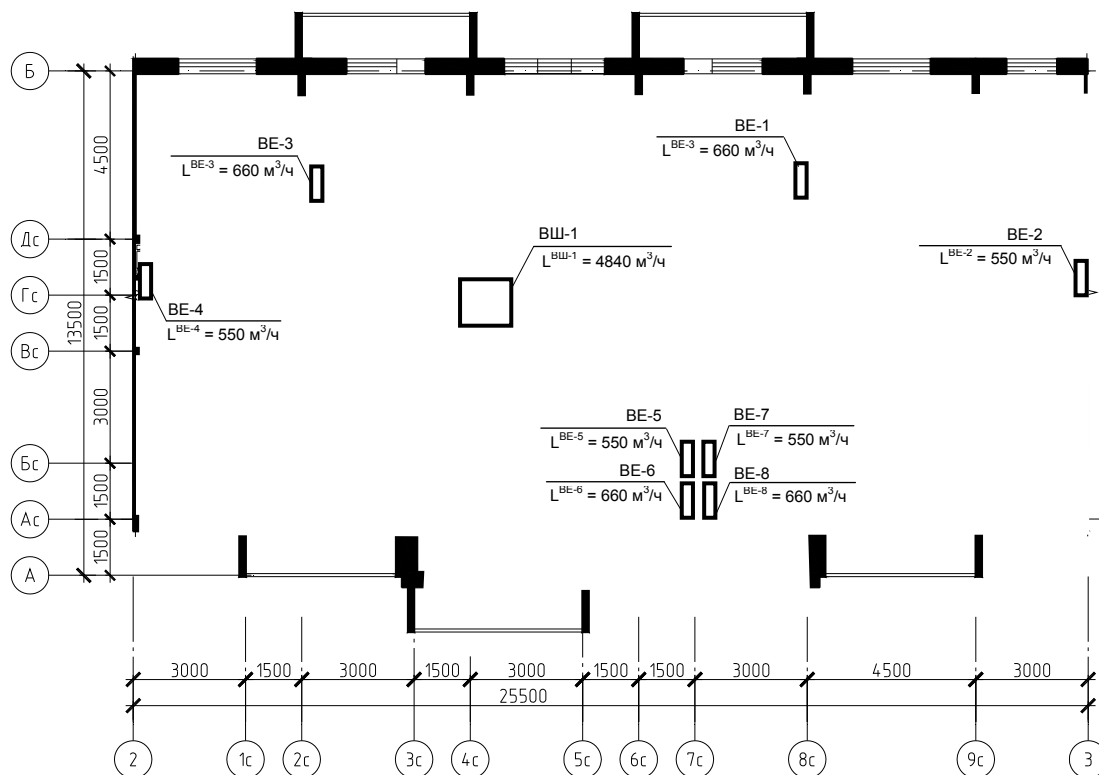
Оконные и дверные балконные блоки – из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами.

Расчетные параметры переходного периода года:

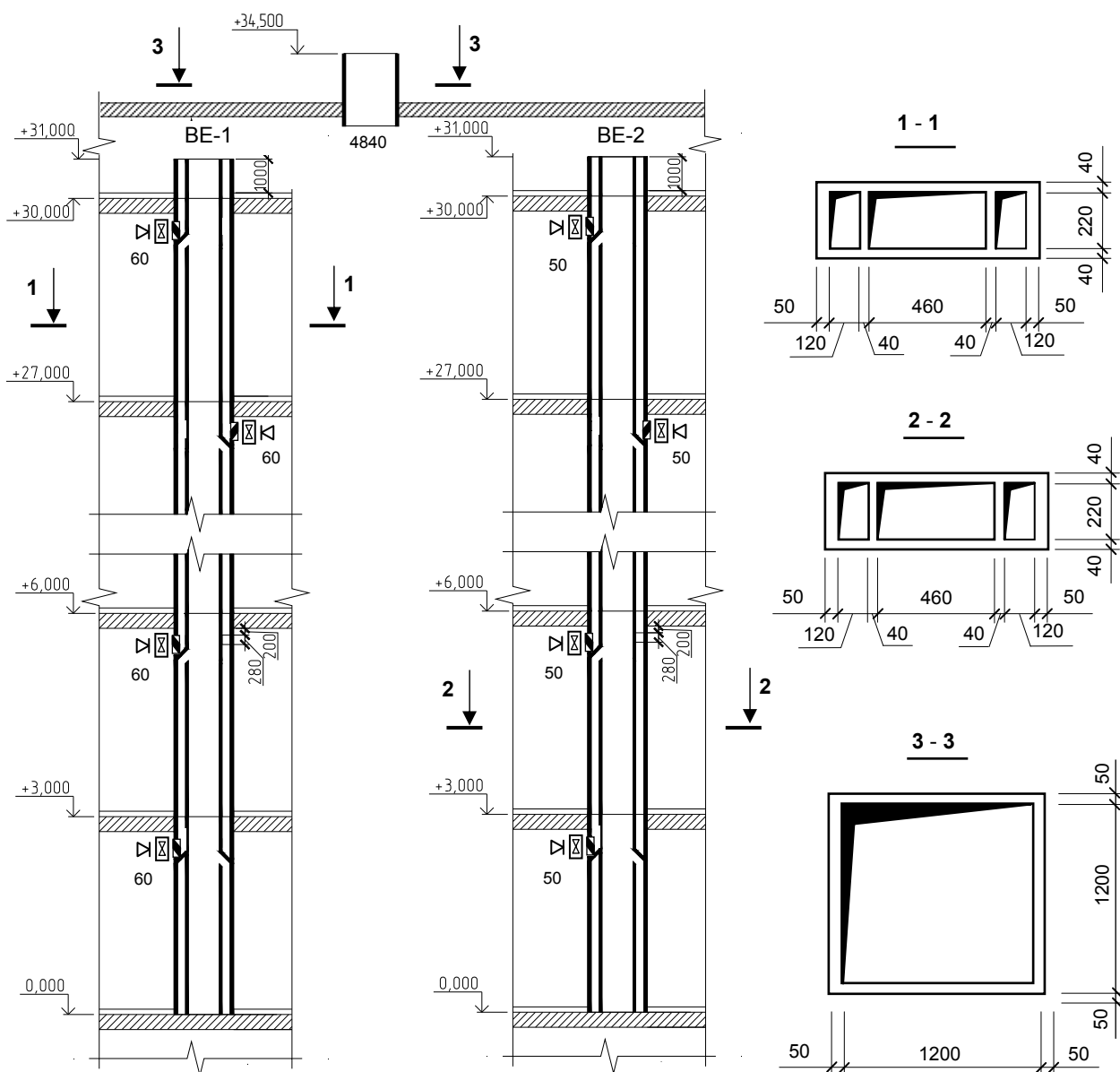
- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С;
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = +5$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 0$  м/с.

Расчетные параметры холодного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С.
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = -39$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 3,4$  м/с.



Р и с у н о к С.6 – Схематичный план чердака рассчитываемой секции жилого дома



Р и с у н о к С.7 – Развертка по вентиляционным блокам с указанием размеров каналов

Расчет выполнен на примере трехкомнатных квартир. Планировочное решение квартир – аналогично рисунку В.1.

### С.2.3 Результаты расчета требуемого воздухообмена

Расчетный воздухообмен квартир составляет:

- трехкомнатных –  $L_{mp}^{раб} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{mp}^{нер} = 23 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- однокомнатных –  $L_{mp}^{раб} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{mp}^{нер} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расходы воздуха, удаляемого по каналам-спутникам, сборным каналам и вытяжной шахте, приведены на рисунке С.8.

### С.2.4 Определение располагаемых перепадов давлений для переходного периода года

Располагаемый перепад давлений для условий переходного периода года рассчитываем по формулам (5.4), (5.7), (5.8), принимая:

- плотность наружного воздуха  $\rho_{ext} = 353/(273+5) = 1,270 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- плотность внутреннего воздуха  $\rho_{int} = 353/(273+21) = 1,205 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;



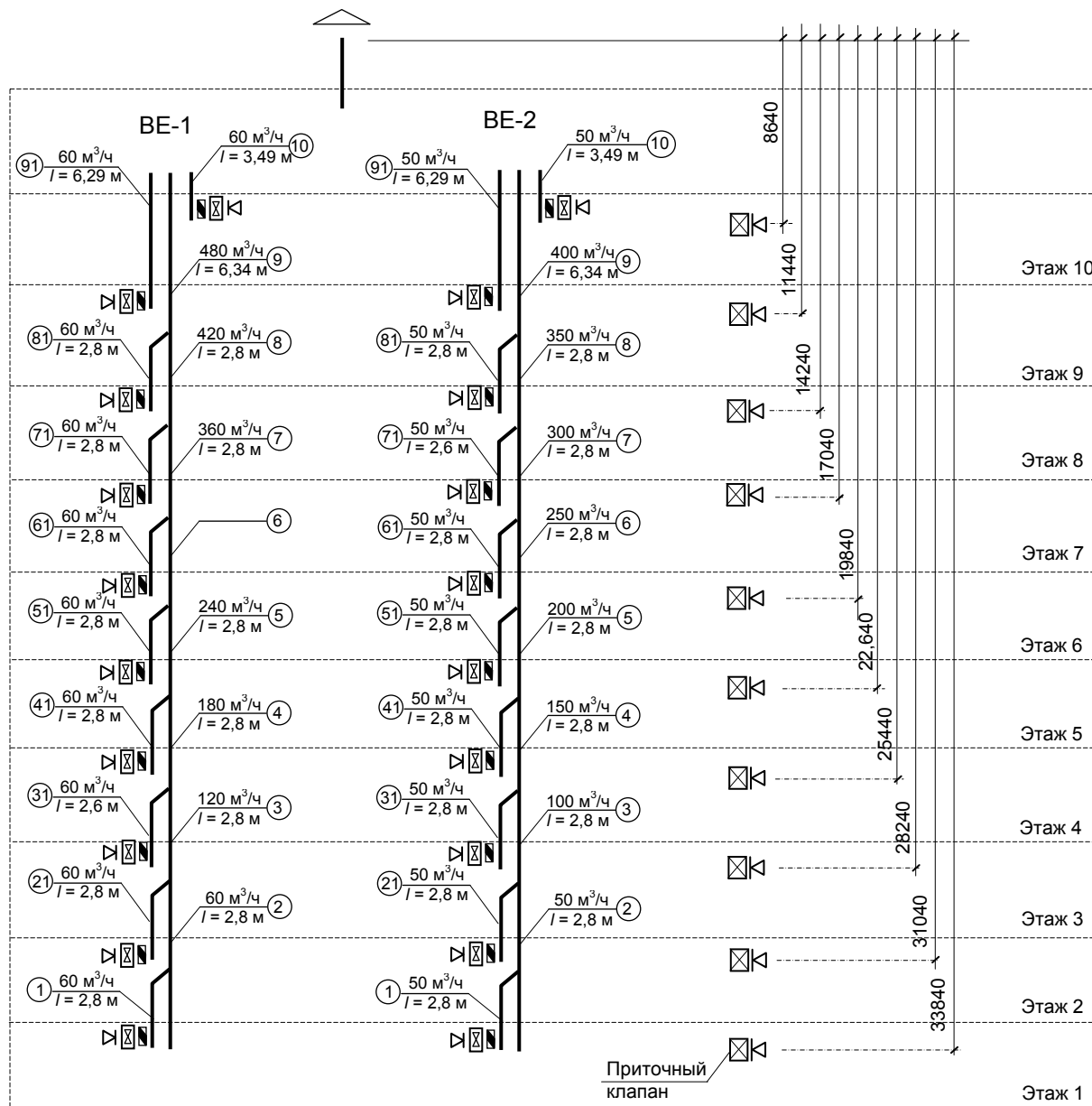
- расстояние по вертикали от центра приточного вентиляционного устройства до устья вытяжной шахты  $h_p$  – по разности отметок.

В частности, для квартир первого и десятого этажей :

$$\Delta P_{p,1}^{1\text{эт}} = 33,84 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 21,58 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p,2}^{10\text{эт}} = 8,64 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 5,51 \text{ Па}.$$

Результаты расчета располагаемых давлений по всем этажам приведены в таблице С.5.



Р и с у н о к С.8 – Расчетные схемы систем вентиляции ВЕ-1 и ВЕ-2 рядовой секции

С.2.5 Расчет потерь давления в вытяжных каналах при расчетной температуре наружного воздуха переходного периода и расчетных расходах воздуха

Определяем потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах каждой системы, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха:

$$\Delta P_{\text{пот}}^{e,i} = \sum ( R_i \cdot l_i \cdot \beta_i + z_i ) ,$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го участка вентиляционного канала, м;

$\beta_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов, принимаемый по приложению М;

$R_i$  – удельные потери давления на трение на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па, определяемые по номограммам приложения Н с учетом приведения расчетных размеров вытяжных каналов к эквивалентному диаметру  $d_э$  (см. формулу (С.2));

$z_i$  – потери давления в местных сопротивлениях на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па, определяемые по формуле С.3.

В частности, для участка 1 вытяжного канала первого этажа системы ВЕ-1:

- расход воздуха  $L_{y\partial,1} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- длина участка  $l_1 = 2,8 \text{ м}$ ;
- эквивалентный диаметр канала 120x220 мм  $d_э = 2 \cdot 0,12 \cdot 0,22 / (0,12 + 0,22) = 0,155 \text{ м}$ ;
- скорость движения воздуха  $\omega_1 = 60 / (3600 \cdot 0,12 \cdot 0,22) = 0,63 \text{ м/с}$ ;
- потери давление на трение (по номограмме Н1 приложения Н)  $R_1 = 0,052 \text{ Па/м}$ ;
- поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов  $\beta_1 = 1,15$ ;
- сумма коэффициентов местных сопротивлений (см. приложение И)  $\sum \zeta_i = 4,63$  (вытяжной вентилятор с обратным клапаном  $\zeta = 2,4$ ; поворот с изменением сечения  $\zeta = 1,03$ ; вход в сборный канал с поворотом  $\zeta = 1,2$ );
- потери давления на трение и местные сопротивления  $\Delta P_{пот}^{выт,1} = 0,052 \cdot 2,8 \cdot 1,15 + (4,23 \cdot 0,63^2 / 2) \cdot 1,205 = 1,18 \text{ Па}$ .

Результаты расчета потерь давлений по остальным участкам вытяжного канала 1-го этажа приведены в таблице С.6.

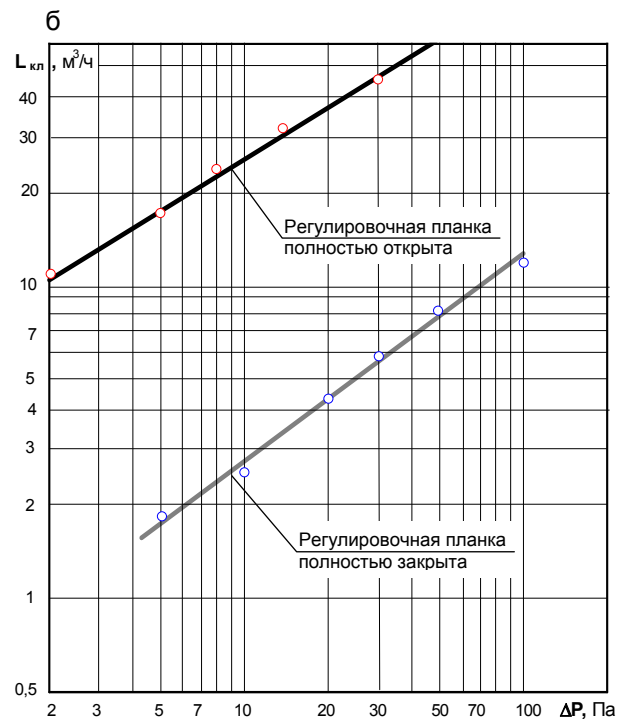
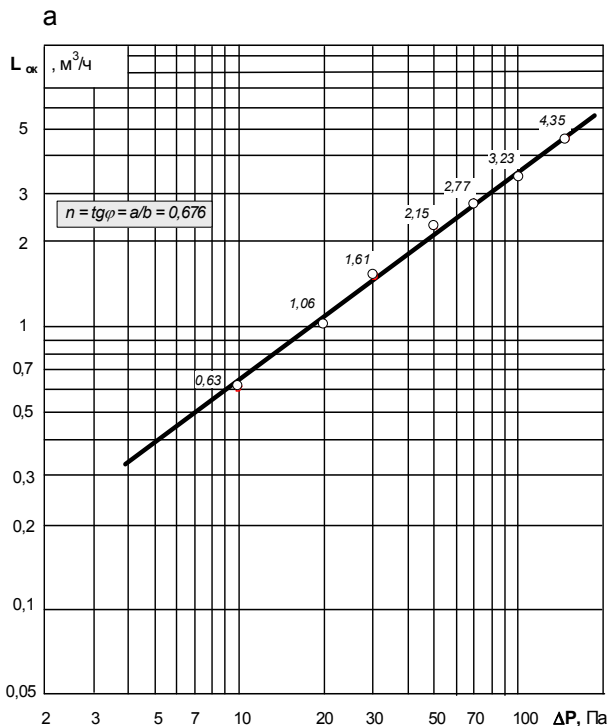
### С.2.6 Определение расхода приточного воздуха в квартирах

Приток воздуха в рассчитываемых квартирах предусматривается через оконные вентиляционные клапаны и неплотности оконных блоков.

Характеристика приточных устройств и оконных блоков (зависимость расхода воздуха от перепада давлений – по результатам испытаний) приведена на рисунке С.9.

По разности давлений между располагаемым давлением  $\Delta P_p$  и суммарными потерями давления в вытяжных каналах для каждого этажа определяем долю располагаемого давления, под действием которого происходит приток воздуха,  $\Delta P_{пр}^j$  (см. формулу 5.11):

$$\Delta P_{пр}^j = \Delta P_p^j - \sum \Delta P_{пот}^{выт,j} .$$



Р и с у н о к С.9 – Зависимость расхода воздуха от перепада давлений через оконные блоки (а) и через оконные вентиляционные клапаны (б) рассчитываемых квартир

Т а б л и ц а С.5 – Результаты расчета располагаемого давления по этажам здания системы ВЕ-1

Номер этажа	$h_p$ , м	$t_{в}$ , °C	$t_{н}$ , °C	$\rho_{в}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{н}$ , кг/м <sup>3</sup>	$v$ , м/с	$\Delta P_p$ Па
1	33,84	21,0	5,0	1,205	1,270	0	21,58
2	31,04						19,79
3	28,24						18,01
4	25,44						16,22
5	22,64						14,44
6	19,84						12,65
7	17,04						10,87
8	14,24						9,08
9	11,44						7,29
10	8,64						5,51

Т а б л и ц а С.6 – Результаты расчета потерь давления при движении воздуха из квартир некоторых этажей системы ВЕ-1

Номер участка	$L_i$ , м <sup>3</sup> /ч	$l_i$ , м	$a_i \times b_i$ , м	$\omega_i$ , м/с	$d_{э}$ , м	$R_i$ , Па/м	$R_i \cdot l_i \cdot \beta_i$ , Па	$\sum \xi_i$	$Z$ , Па	$\Delta P_{пот}^{э,i}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Первый этаж</b>										
1	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,63	1,11	1,28
2	60	2,8	0,46x0,22	0,16	0,298	0,002	0,01	0,52	0,01	0,01
3	120	2,8	0,46x0,22	0,33	0,298	0,008	0,02	0,52	0,03	0,06
4	180	2,8	0,46x0,22	0,49	0,298	0,015	0,05	0,52	0,08	0,12
5	240	2,8	0,46x0,22	0,66	0,298	0,026	0,08	0,52	0,14	0,22
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,07	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	6,34	0,46x0,22	1,32	0,298	0,09	0,32	1,00	1,05	1,77
11	4840	2,5	1,20x1,20	0,93	1,200	0,008	0,02	1,5	0,79	0,81
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i} =$										5,76
<b>Пятый этаж</b>										
51	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,43	1,06	1,23
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,07	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	7,19	0,46x0,22	1,32	0,298	0,09	0,32	1,00	1,05	1,87
11	4840	2,5	1,20x1,20	0,93	1,200	0,008	0,02	1,5	0,79	0,81
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										5,40
<b>Десятый этаж</b>										
51	60	3,49	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,21	3,60	0,86	1,07
11	4840	2,5	1,20x1,20	0,93	1,200	0,008	0,02	1,5	0,79	0,81
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										1,89

Т а б л и ц а С.7 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания с оконными вентиляционными клапанами ЕММ 3-30

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\sum \Delta P_{пот}^{выт}$ , Па		$\Delta P_{пр}$ , Па		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$L_{к\lambdaп}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{ок}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{пр}$ , м <sup>3</sup> /ч
		ВЕ-1	ВЕ-2	ВЕ-1	ВЕ-2				
1	21,58	5,76	4,25	15,82	17,32	15,82	33,0	0,93	108
2	19,79	4,88	3,40	14,91	16,40	14,91	32,0	0,89	105
3	18,01	4,83	3,36	13,18	14,65	13,18	29,5	0,81	97
4	16,22	4,70	3,27	11,52	12,95	11,52	27,0	0,74	89
5	14,44	4,48	3,12	9,95	11,31	9,95	26,0	0,67	85
6	12,65	4,15	2,88	8,50	9,77	8,50	24,0	0,59	78
7	10,87	3,66	2,55	7,20	8,32	7,20	22,0	0,53	71
8	9,08	3,00	2,09	6,08	6,99	6,08	20,0	0,47	65
9	7,29	2,05	1,78	5,24	5,51	5,24	18,0	0,42	58
10	5,51	1,89	1,62	3,62	3,89	3,62	15,0	0,32	48

В частности, для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{пр}^{1, ВЕ-1} = 21,58 - 5,76 = 15,82$  Па. Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{пр}^{1, ВЕ-2} = 21,58 - 4,25 = 17,32$  Па.

Соответственно для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{пр}^{10, ВЕ-1} = 5,51 - 1,89 = 3,62$  Па. Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{пр}^{10, ВЕ-2} = 5,51 - 1,62 = 3,89$  Па.

Результаты расчета величин  $\Delta P_{пр}^{расч}$  для квартир различных этажей приведены в таблице С.7.

В качестве расчетного перепада давлений, приходящегося на преодоление аэродинамического сопротивления приточных клапанов и окон, принимаем наименьшее значение  $\Delta P_{пр}^j$ :

- для 1-го этажа  $\Delta P_{пр}^{1эм} = 15,82$  Па;
- для 10-го этажа  $\Delta P_{пр}^{10эм} = 3,62$  Па.

По полученным значениям  $\Delta P_{пр}$  и характеристикам оконных блоков и приточных устройств (см. рисунок С.4) определяем:

- $L_{клап}^{1эм} = 33,0$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{1эм} = 0,93$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>);
- $L_{клап}^{10эм} = 15,0$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{10эм} = 0,32$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>).

Соответственно расчетный расход приточного воздуха с учетом площади оконных блоков и количества приточных вентиляционных устройств (три клапана в каждой квартире)  $L_{пр}$  составит:

- $L_{пр}^{1эм} = 33,0 \cdot 3 + 0,93 \cdot 10,2$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 108 м<sup>3</sup>/ч;
- $L_{пр}^{10эм} = 15,0 \cdot 3 + 0,32 \cdot 10,2$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 48 м<sup>3</sup>/ч.

Результаты расчета приточного воздуха по рассчитываемым квартирам приведены в таблице С.7.

Сопоставление результатов расчета  $L_{пр}$  и требуемого воздухообмена  $L_{треб}^{раб}$  показывает, что в переходный период требуемый воздухообмен обеспечивается только на 1-м и 2-м этажах. На верхних этажах необходимо включение вытяжных вентиляторов.

### С.2.7 Подбор вентиляторов на расчетные условия летнего периода

Подбор вентиляторов производим на климатические условия летнего периода (при равенстве расчетных температур наружного и внутреннего воздуха).

Максимальный перепад давлений, требуемый для преодоления потерь давления в вытяжных каналах и приточных клапанах, определяем по формуле (5.13) с учетом  $\Delta P_p = 0$  Па:

$$\Delta P_{вен}^{взим} = 1,1 \cdot (\Delta P_{пот}^{взим} + \Delta P_{пр} - \Delta P_p) .$$

Наихудшие условия наблюдаются для квартиры первого этажа (наибольшие потери давления в вытяжных каналах  $\Sigma \Delta P_{пот}^{взим,1} = 5,76$  Па – см. таблицу С.6).

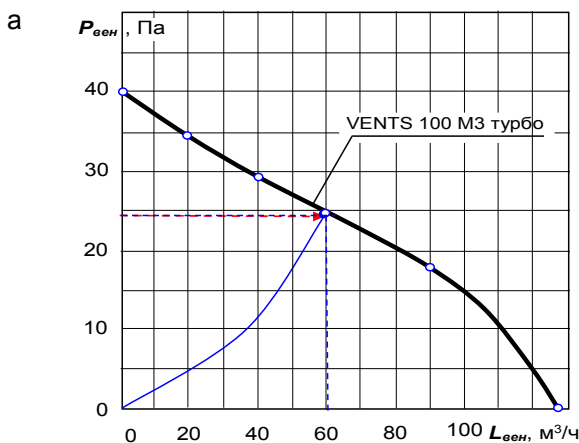
Для обеспечения требуемого воздухообмена величина  $\Delta P_{пр}$  должна составлять ~ 16 Па. По графикам рисунка С.9 при  $\Delta P_{пр} = 16$  Па  $L_{клап}^{1эм} = 33,5$  м<sup>3</sup>/ч,  $L_{ок}^{1эм} = 0,93$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>). Соответственно  $L_{пр}^{1эм} = 26 \cdot 3 + 0,63 \cdot 10,2$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>) = 110 м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, для вытяжного канала первого этажа системы ВЕ-1

$$\Delta P_{вен}^{взим} = 1,1 \cdot (5,76 + 16 - 0) \approx 23,9 \text{ Па} .$$

Подбираем по заводским характеристикам вентиляторы, обеспечивающие расход воздуха  $L_{вен} = 60$  м<sup>3</sup>/ч (для кухни) и  $L_{вен} = 50$  м<sup>3</sup>/ч (для санузла) при давлении ~ 23,9 Па.

Данным условиям соответствует малошумный вентилятор «VENTS 100 М3 Турбо». Характеристика и внешний вид вентилятора приведены на рисунке С.10. Регулирование расхода удаляемого воздуха предусмотрено конструкцией вентилятора.



б



Р и с у н о к С.10 – Характеристика (а) и внешний вид (б) осевого вентилятора «VENTS 100 М3 Турбо»

### С.3 Система вентиляции здания повышенной этажности

**С.3.1 Цель расчета:** подбор сечения вытяжных вентиляционных каналов, определение требуемого количества приточных клапанов и подбор вытяжных вентиляторов.

#### С.3.2 Исходные данные

Многоквартирный семнадцатипятиэтажный жилой дом каркасного типа.

Район строительства – г.Красноярск.

Схематичный фрагмент плана жилого дома приведен на рисунке С.11.

Внутренние стены и перегородки – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе.

Здание расположено в жилой застройке. Уровень транспортного шума у фасада  $L_{A2M} = 60$  дБА.

Систему вентиляции, в соответствии с п.5.5.4 настоящего СТО и заданием на проектирование, проектируем естественной, с организованным притоком через оконные вентиляционные клапаны и организованным удалением воздуха через вытяжные вентиляционные каналы кухни и санузлов.

Принципиальная схема вентиляции соответствует рисунку 5.4,г настоящего СТО.

Вытяжные вентиляционные каналы – сборные, с зонированием по высоте. Сборные каналы 1-й зоны обслуживают квартиры 2-го – 8-го этажей, сборные каналы 2-й зоны обслуживают квартиры 9-го – 16-го этажей. Для 17-го этажа предусмотрен самостоятельный канал. 1-й этаж отведен под административно-бытовые помещения и обслуживается отдельными системами. Каналы-спутники подключаются к сборным каналам через этаж.

Схема расположения и основные размеры вентиляционных каналов приведены на рисунке С.12.

Оконные и дверные балконные блоки запроектированы из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами.

Расчетные параметры переходного периода года:

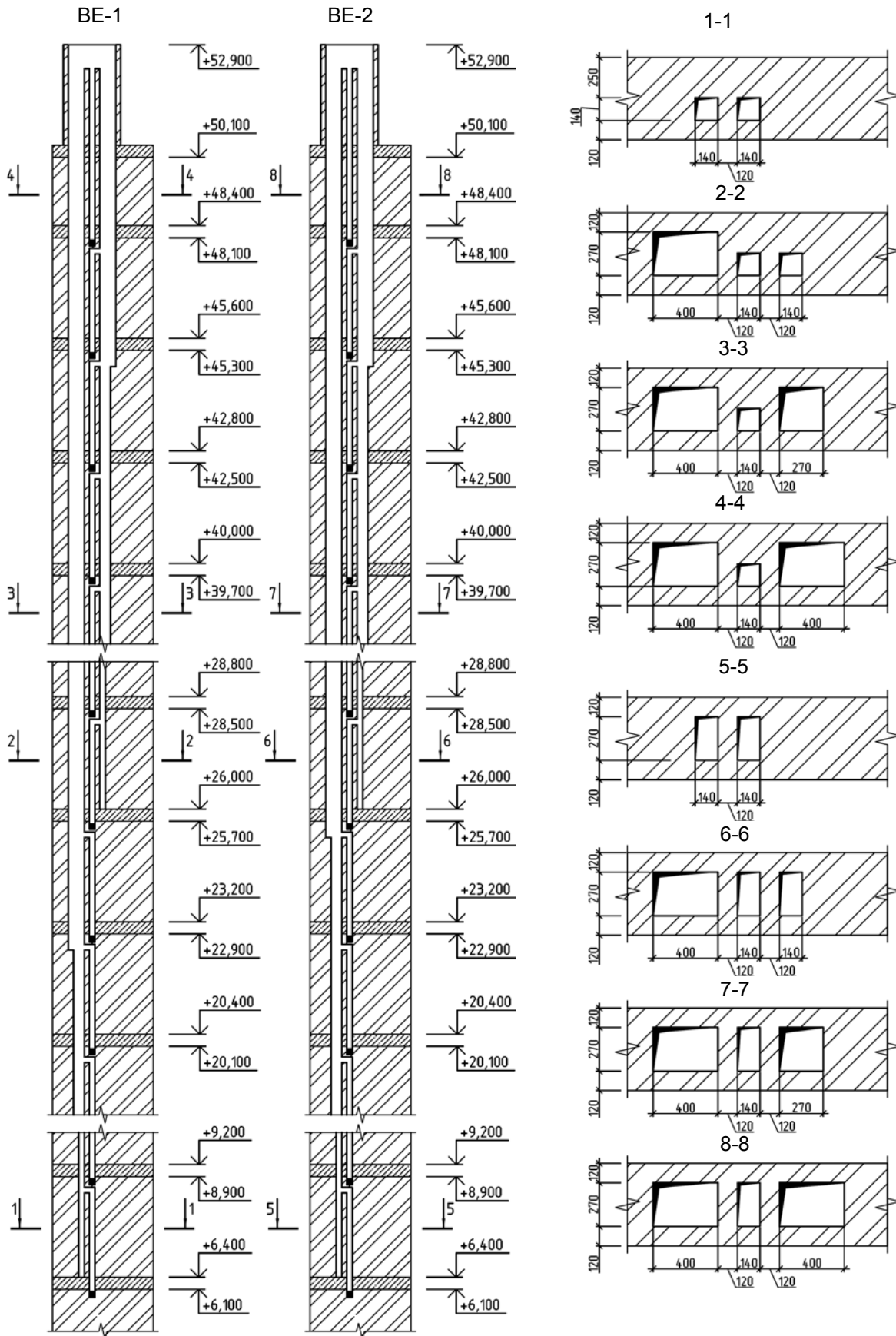
- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С;
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = +5$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 0$  м/с.

Расчетные параметры холодного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С.
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = -40$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 3,8$  м/с.



Р и с у н о к С.11 – Схематичный план секции многоэтажного жилого дома



Р и с у н о к С.12 – Развертка по вентиляционным блокам с указанием размеров каналов

Расчет выполнен на примере трехкомнатных квартир (см. рисунок С.11).

### С.3.3 Результаты расчета требуемого воздухообмена

Количество проживающих в каждой квартире – 4 человека.

Расчетный воздухообмен квартир составляет:

- в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)  $L_{mp}^{раб} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- в нерабочем режиме  $L_{mp}^{неп} = 19,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расходы воздуха, удаляемого всеми вентиляционными каналами, приведены на расчетной схеме (рисунок С.13).

### С.3.4 Определение располагаемых перепадов давлений для переходного периода года

Располагаемый перепад давлений для условий переходного периода года рассчитываем по формулам (5.4), (5.7), (5.8), принимая:

- плотность наружного воздуха  $\rho_{ext} = 353/(273+5) = 1,270 \text{ кг/м}^3$ ;
- плотность внутреннего воздуха  $\rho_{int} = 353/(273+21) = 1,201 \text{ кг/м}^3$ ;
- расстояние по вертикали от центра приточного вентиляционного устройства до устья сборного вытяжного канала  $h_p$  – по разности отметок.

В частности, для квартиры первого и шестого этажей:

$$\Delta P_{p, 2 \text{ эт}} = 47,5 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,201) = 32,2 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p, 8 \text{ эт}} = 30,70 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,201) = 20,8 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p, 9 \text{ эт}} = 27,90 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,201) = 18,9 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p, 17 \text{ эт}} = 8,43 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,201) = 3,7 \text{ Па}.$$

Результаты расчета располагаемых давлений по всем этажам приведены в таблице С.8.

Т а б л и ц а С.8 – Результаты расчета располагаемого давления по этажам здания системы ВЕ-1

Номер этажа	$h_{p1}$ , м	$t_a$ , °C	$t_n$ , °C	$\rho_{в.}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{н.}$ , кг/м <sup>3</sup>	$v$ , м/с	$\Delta P_{p1}$ , Па
2	47,50	21	5	1,201	1,270	0	32,2
3	44,70						30,3
4	41,90						28,4
5	39,10						26,5
6	36,30						24,6
7	33,50						22,7
8	30,70						20,8
9	27,90						18,9
10	25,10						17,0
11	22,30						15,1
12	19,50						13,2
13	16,70						11,3
14	13,90						9,4
15	11,10						7,5
16	8,30						5,6
17	5,50						3,7

### С.3.5 Подбор сечения вытяжных каналов. Расчет потерь давления в вытяжных каналах при расчетных расходах воздуха

Система вентиляции здания запроектирована с вертикальным сборным каналом и каналами спутниками. Сечения вентиляционных каналов определяем исходя из рекомендуемой скорости движения воздуха в каналах (приложение К) с учетом кратности размеров каналов размерам кирпича.

По расчетным расходам воздуха через вытяжные каналы и рекомендуемой скорости в вертикальных вытяжных каналах 0,5-1,0 м/с определяем требуемую площадь вентиляционных каналов и их сечения.

Для вентиляционного канала ВЕ-1 требуемая площадь канала-спутника  $f_{mp} = 0,0278 \div 0,0138 \text{ м}^2$ , что соответствует минимальному сечению вентиляционных каналов 140 x 140 мм; для ВЕ-2  $f_{mp} = 0,0167 \div 0,0334 \text{ м}^2$  – сечение 140 x 270 мм.

Определяем потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха – формула (5.10).

Для прямоугольных каналов величину эквивалентного диаметра рассчитываем по формуле (С.2).

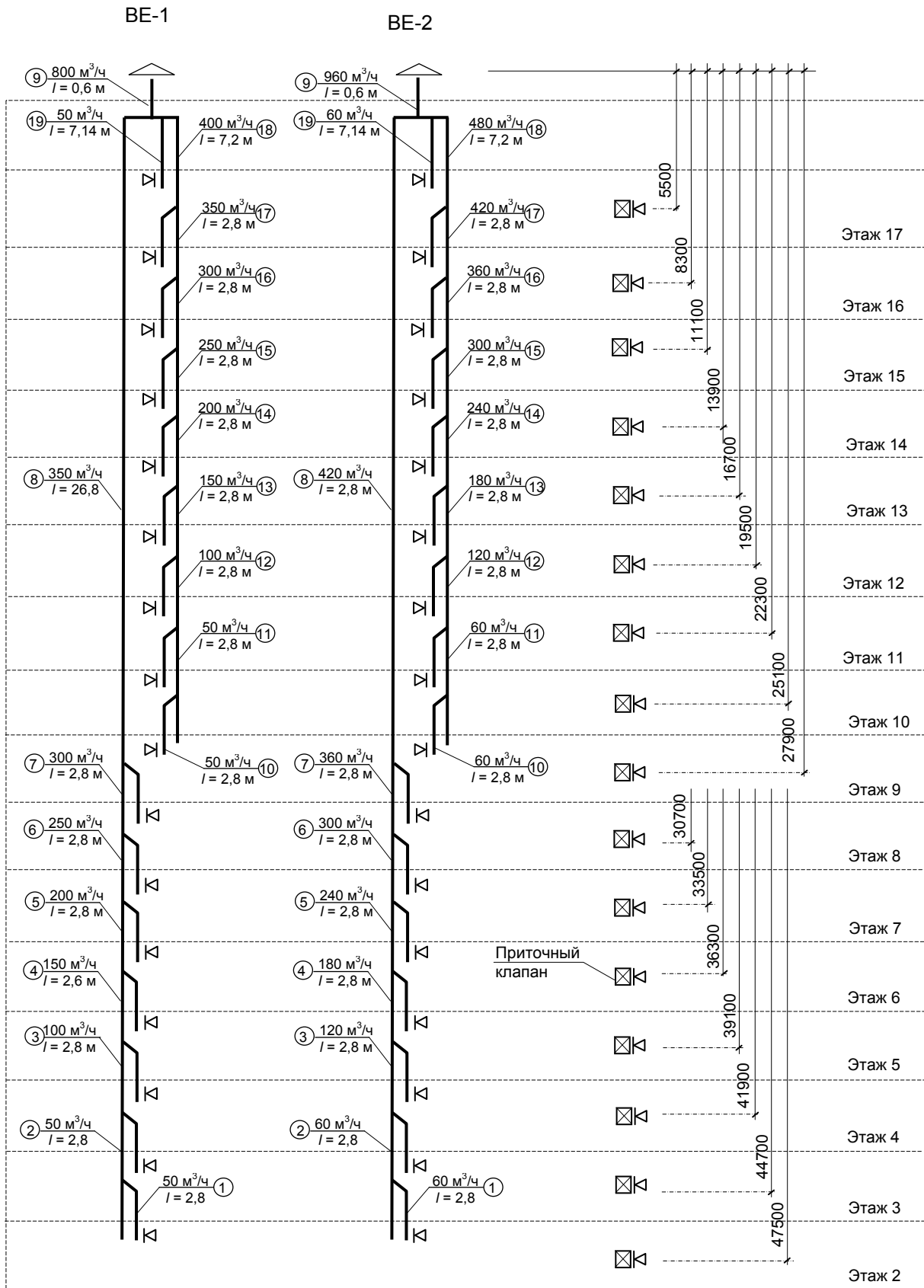


Рисунок С.13 – Расчетные схемы систем вентиляции BE-1 и BE-2



Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываем по формуле (С.3), задавая расчетную скорость движения воздуха на  $i$ -м участке вытяжного канала и определяя сумму коэффициентов местных сопротивлений по расчетной схеме системы вентиляции.

В частности, для участка 1 вытяжного канала второго этажа системы ВЕ-1:

- расход воздуха  $L_{y\partial,1} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- длина участка  $l_1 = 2,8 \text{ м}$ ;
- эквивалентный диаметр канала  $140 \times 140 \text{ мм}$   $d_3 = 2 \cdot 0,14 \cdot 0,14 / (0,14 + 0,14) = 0,140 \text{ м}$ ;
- скорость движения воздуха  $\omega_1 = 50 / (3600 \cdot 0,14 \cdot 0,14) = 0,71 \text{ м/с}$ ;
- потери давления на трение (по номограмме Н1 приложения Н)  $R_1 = 0,080 \text{ Па/м}$ ;
- поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов,  $\beta_1 = 1,37$ ;
- сумма коэффициентов местных сопротивлений (см. приложение И)  $\sum \zeta_1 = 4,23$  (вентиляционная решетка  $\zeta = 2$ ; поворот с изменением сечения  $\zeta = 1,03$ ; вход в сборный канал с поворотом  $\zeta = 1,2$ );
- потери давления на трение и местные сопротивления  $\Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт},1} = 0,080 \cdot 2,8 \cdot 1,37 + (4,23 \cdot 0,71^2 / 2) \cdot 1,201 = 1,59 \text{ Па}$ .

Результаты расчета потерь давлений систем вентиляции ВЕ-1 и ВЕ-2 приведены в таблице С.9.

Т а б л и ц а С.9 – Результаты расчета потерь давления при движении воздуха из квартир некоторых этажей системы ВЕ-1

Номер участка	$L_i$ , $\text{м}^3/\text{ч}$	$l_i$ , $\text{м}$	$a_i \times b_i$ , $\text{м}$	$\omega_i$ , $\text{м/с}$	$d_3$ , $\text{м}$	$R_i$ , $\text{Па/м}$	$R_i \cdot l_i \cdot \beta_i$ , $\text{Па}$	$\sum \zeta_i$	$Z$ , $\text{Па}$	$\Delta P_{\text{пот}}^{\text{e},i}$ , $\text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Первый этаж</b>										
1	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,23	1,28	1,59
2	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	0,52	0,16	0,46
3	100	2,8	0,14x0,27	0,73	0,184	0,055	0,20	0,52	0,17	0,37
4	150	2,8	0,14x0,27	1,10	0,184	0,110	0,46	0,52	0,38	0,84
5	200	2,8	0,27x0,27	0,76	0,270	0,037	0,16	0,52	0,18	0,34
6	250	2,8	0,27x0,27	0,95	0,270	0,055	0,22	0,52	0,28	0,51
7	300	2,8	0,27x0,40	0,77	0,322	0,033	0,13	0,52	0,19	0,31
8	350	26,8	0,27x0,40	0,90	0,322	0,046	1,75	0,25	0,12	1,87
9	800	0,6	0,27x1,28	0,64	0,446	0,014	0,01	1	0,25	0,26
$\sum \Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт},i}$										6,56
<b>Восьмой этаж</b>										
81	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,06	1,23	1,54
8	350	26,8	0,27x0,40	0,90	0,322	0,046	1,75	0,25	0,12	1,87
9	800	0,6	0,27x1,28	0,64	0,446	0,014	0,01	1	0,25	0,26
$\sum \Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт},i}$										3,67
<b>Девятый этаж</b>										
10	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,23	1,28	1,59
11	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	0,52	0,16	0,46
12	100	2,8	0,14x0,27	0,73	0,184	0,055	0,21	0,52	0,17	0,38
13	150	2,8	0,14x0,27	1,10	0,184	0,110	0,46	0,52	0,38	0,84
14	200	2,8	0,27x0,27	0,76	0,270	0,190	0,82	0,52	0,18	1,01
15	250	2,8	0,27x0,27	0,95	0,270	0,055	0,22	0,52	0,28	0,51
16	300	2,8	0,27x0,27	1,14	0,270	0,080	0,33	0,52	0,41	0,74
17	350	2,8	0,27x0,40	0,90	0,322	0,100	0,40	0,52	0,25	0,65
18	400	7,2	0,27x0,40	1,03	0,322	0,043	0,45	0,25	0,16	0,61
9	800	0,6	0,27x1,28	0,64	0,446	0,014	0,01	1	0,25	0,26
$\sum \Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт},i}$										5,46
<b>Семнадцатый этаж</b>										
19	50	7,14	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	3,20	0,97	1,75
9	800	0,6	0,27x1,28	0,64	0,446	0,014	0,01	1	0,25	0,26
$\sum \Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт},i}$										2,01

### С.3.6 Определение расхода приточного воздуха в квартирах

Приток воздуха в рассчитываемых квартирах предусматривается через стеновые приточные клапаны и неплотности оконных блоков.

Характеристика приточных устройств и оконных блоков (зависимость расхода воздуха от перепада давлений – по результатам испытаний и справочным данным) приведена на рисунке С.14.

По разности давлений между располагаемым давлением  $\Delta P_p$  и суммарными потерями давления в вытяжных каналах для каждого этажа определяем долю располагаемого давления, под действием которого происходит приток воздуха  $\Delta P_{пр}^j$  (формула (5.11))

$$\Delta P_{пр}^j = \Delta P_p^j - \sum \Delta P_{пот}^{выт, j}.$$

В частности, для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 2-го этажа  $\Delta P_{пр}^{2, ВЕ-1} = 32,20 - 6,56 = 25,64$  Па. Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 2-го этажа  $\Delta P_{пр}^{2, ВЕ-2} = 32,20 - 6,5 = 25,70$  Па.

Для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 8-го этажа  $\Delta P_{пр}^{8, ВЕ-1} = 20,81 - 3,67 = 17,14$  Па. Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 8-го этажа  $\Delta P_{пр}^{8, ВЕ-2} = 20,81 - 3,47 = 17,34$  Па.

Для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры 17-го этажа  $\Delta P_{пр}^{17, ВЕ-1} = 3,73 - 2,01 = 1,72$  Па. Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры 17-го этажа  $\Delta P_{пр}^{17, ВЕ-2} = 3,73 - 0,99 = 1,72$  Па.

Результаты расчета величин  $\Delta P_{пр}^{расч}$  для квартир различных этажей приведены в таблице С.10.

Для выравнивания потерь давления в вытяжных каналах в пределах одной квартиры предусматриваем пусконаладочную регулировку (увеличение сопротивления каналов) посредством регулируемых вентиляционных решеток на входе в каналы со стороны помещений:

- для квартиры второго этажа – в канале ВЕ-2 (+ 0,06 Па);
- для квартиры восьмого этажа – в канале ВЕ-2 (+ 0,20 Па);
- для квартиры девятого этажа – в канале ВЕ-1 (+ 0,53 Па);
- для квартиры семнадцатого этажа – в канале ВЕ-2 (+ 1,02 Па).

Принимаем в качестве расчетного перепада давлений, приходящегося на преодоление аэродинамического сопротивления приточных клапанов и окон:

- для 2-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{2эм} = 25,64$  Па;
- для 8-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{8эм} = 17,14$  Па;
- для 9-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{9эм} = 12,92$  Па;
- для 17-го этажа –  $\Delta P_{пр}^{17эм} = 1,72$  Па.

По полученным значениям  $\Delta P_{пр}$ , характеристикам оконных блоков и приточных устройств (рисунк С.14) принимаем:

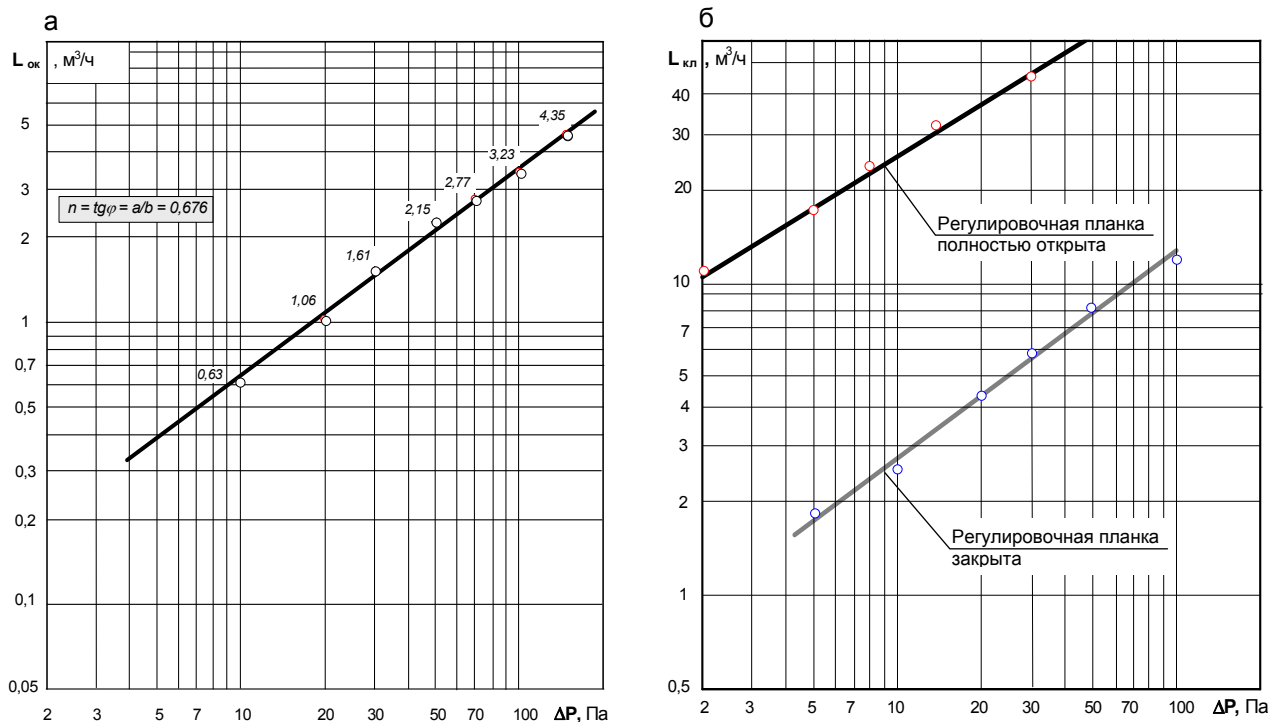
- $L_{клап}^{2эм} = 40,8$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{2эм} = 1,3$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>);
- $L_{клап}^{8эм} = 33,3$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{8эм} = 1,0$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>);
- $L_{клап}^{9эм} = 28,9$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{9эм} = 0,8$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>);
- $L_{клап}^{17эм} = 10,4$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{ок}^{17эм} = 0,2$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>).

Соответственно расчетный расход приточного воздуха с учетом площади оконных блоков и количества приточных вентиляционных устройств (три клапана в каждой квартире)  $L_{пр}$  составит:

- $L_{пр}^{1эм} = 40,8 \cdot 3 + 1,3 \cdot 11,38$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 137,2 м<sup>3</sup>/ч;
- $L_{пр}^{8эм} = 33,3 \cdot 3 + 1,0 \cdot 11,38$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 110,9 м<sup>3</sup>/ч;
- $L_{пр}^{9эм} = 28,9 \cdot 3 + 0,8 \cdot 11,38$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 95,6 м<sup>3</sup>/ч;
- $L_{пр}^{17эм} = 10,4 \cdot 3 + 0,2 \cdot 11,38$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 33,3 м<sup>3</sup>/ч.

Т а б л и ц а С.10 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\sum \Delta P_{пот}^{выт}$ , Па		$\Delta P_{пр}$ , Па		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$L_{клап}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{ок}$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{пр}$ , м <sup>3</sup> /ч
		ВЕ-1	ВЕ-2	ВЕ-1	ВЕ-2				
2	32,20	6,56	6,50	25,64	25,70	25,64	40,8	1,3	137,2
3	30,30	6,04	6,55	24,26	23,75	23,75	39,2	1,2	131,7
4	28,40	5,67	6,01	22,73	22,39	22,39	38,1	1,2	127,7
5	26,51	4,83	5,74	21,67	20,77	20,77	36,7	1,1	122,7
6	24,61	4,49	5,27	20,12	19,34	19,34	35,4	1,1	118,2
7	22,71	3,98	4,53	18,73	18,18	18,18	34,3	1,0	114,4
8	20,81	3,67	3,47	17,14	17,34	17,14	33,3	1,0	110,9
9	18,91	5,46	6,00	13,45	12,92	12,92	28,9	0,8	95,6
10	17,02	6,54	6,05	10,48	10,97	10,48	26,0	0,7	85,6
11	15,12	6,15	5,50	8,97	9,61	8,97	24,0	0,6	78,9
12	13,22	5,32	5,23	7,90	7,99	7,90	22,5	0,6	73,9
13	11,32	4,31	4,77	7,01	6,56	6,56	20,5	0,5	67,0
14	9,42	3,80	4,02	5,62	5,40	5,40	18,6	0,4	60,5
15	7,52	3,06	2,96	4,47	4,56	4,47	16,9	0,4	54,8
16	5,63	2,40	2,11	3,22	3,52	3,22	14,3	0,3	46,2
17	3,73	2,01	0,99	1,72	2,74	1,72	10,4	0,2	33,3



Р и с у н о к С.14 – Зависимость расхода воздуха от перепада давлений через оконные блоки (а) и приточные вентиляционные клапаны (б) рассчитываемых квартир

Результаты расчета приточного воздуха по рассчитываемым квартирам приведены в таблице С.10.

Сопоставление результатов расчета  $L_{пр}$  и требуемого воздухообмена  $L_{пр}^{раб}$  (см. п.С.3.3) показывает, что в рассчитываемых квартирах требуемый воздухообмен при расчетных температурах воздуха переходного периода обеспечивается до 8-го этажа. В вышележащих квартирах требуемый воздухообмен не обеспечивается.

Для квартир 9-17 этажей принимаем установку в вытяжных каналах осевых вытяжных вентиляторов с обратными клапанами.

### С.3.7 Подбор вентиляторов

Подбор вентиляторов 9-17 этажей проводим на климатические условия переходного периода.

Максимальный перепад давлений, требуемый для преодоления потерь давления в вытяжных каналах и приточных клапанах, определяем по формуле (5.13):

Наихудшие условия наблюдаются для квартиры семнадцатого этажа (наименьшая разность потерь давления в вытяжных каналах и естественного перепада давлений  $\Delta P_p - \sum \Delta P_{пот}^{выт,1} = 1,72 \text{ Па}$  – см. таблицу С.10).

Для обеспечения требуемого воздухообмена величина  $\Delta P_{пр}$  должна составлять  $\sim 17 \text{ Па}$ . По графикам рисунка С.14 при  $\Delta P_{пр} = 17 \text{ Па}$   $L_{клап}^{1эм} = 33,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $L_{ок}^{1эм} = 1,0 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2)$ . Соответственно  $L_{пр}^{2эм} = 33,1 \cdot 3 + 1,0 \cdot 11,38 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2) = 110,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Таким образом, для вытяжного канала семнадцатого этажа системы ВЕ-1

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (2,01 + 17,0 - 3,73) \approx 16,8 \text{ Па};$$

для вытяжного канала системы ВЕ-2

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (0,99 + 17 - 3,73) \approx 15,7 \text{ Па}.$$

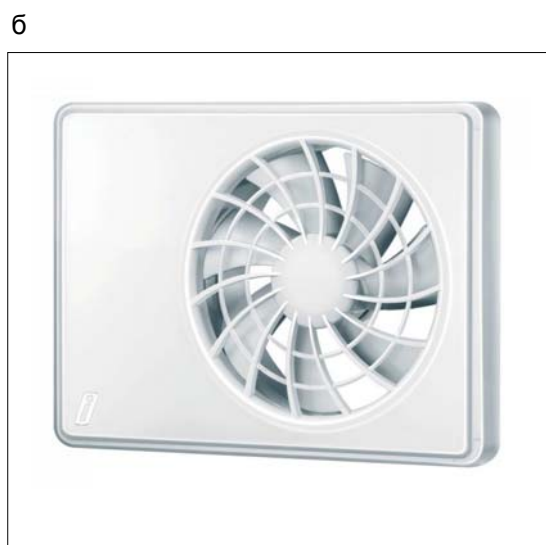
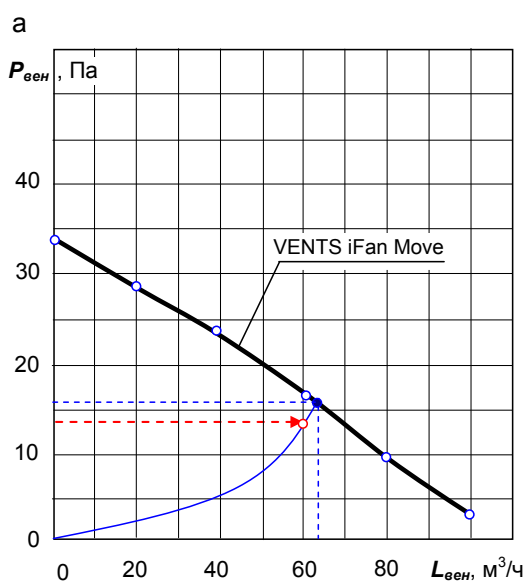
Результаты расчета требуемых характеристик вентиляторов по этажам рассчитываемого здания приведены в таблице С.11.

По характеристикам подбираем вентиляторы, обеспечивающие расход воздуха для совмещенного санузла  $L_{вен} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении  $\sim 16,8 \text{ Па}$ ; для кухни  $L_{вен} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении  $\sim 15,7 \text{ Па}$ .

Данные условия обеспечивает малозумный вентилятор «VENTS iFan Move». Характеристика и внешний вид вентилятора приведены на рисунке С.15. Регулирование расхода удаляемого воздуха предусмотрено конструкцией вентилятора.

Таблица С.11 – Результаты расчета требуемых характеристик вентиляторов в трехкомнатных квартирах по этажам рассчитываемого здания

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$L_{вент}$ , м <sup>3</sup> /ч		$\Delta P_{пр}$ , Па	$\Sigma \Delta P_{пот}^{вент}$ , Па		$\Delta P_{вент}^{вент}$ , Па	
		BE-1	BE-2		BE-1	BE-2	BE-1	BE-2
9	18,91	50	60	17,0	5,46	6,00	3,9	4,5
10	17,02	50	60	17,0	6,54	6,05	7,2	6,6
11	15,12	50	60	17,0	6,15	5,50	8,8	8,1
12	13,22	50	60	17,0	5,32	5,23	10,0	9,9
13	11,32	50	60	17,0	4,31	4,77	11,0	11,5
14	9,42	50	60	17,0	3,80	4,02	12,5	12,7
15	7,52	50	60	17,0	3,06	2,96	13,8	13,7
16	5,63	50	60	17,0	2,40	2,11	15,2	14,8
17	3,73	50	60	17,0	2,01	0,99	16,8	15,7



Р и с у н о к С.15 – Характеристика (а) и внешний вид (б) осевого вентилятора «VENTS iFan Move»

### С.3.8 Проверка работоспособности системы вентиляции в теплый период года

Проектируемое здание расположено внутри квартала с уровнем транспортного шума у фасада  $L_{A2M}$  менее 60 дБА. В теплый период года требуемый воздухообмен может быть обеспечен за счет сквозного проветривания при открытии оконных створок и балконных дверей.

## С.4 Система вентиляции здания повышенной этажности с децентрализованным побуждением удаления воздуха (упрощенная методика)

С.4.1 Цель расчета: подбор сечения вытяжных каналов, подбор вытяжных вентиляторов.

С.4.2 Исходные данные

Множквартирный семнадцатизэтажный жилой дом каркасного типа (аналогично примеру С.3). Район строительства – г.Красноярск.

Схематичный фрагмент плана жилого дома приведен на рисунке С.11.

Здание расположено возле автотранспортной развязки. Уровень транспортного шума у фасада  $L_{A2M} = 80$  дБА.

Система вентиляции, в соответствии с п.5.5.4 настоящего СТО, должна обеспечивать требуемый воздухообмен как в переходный, так и теплый периоды года без открытия створок окон.

Принимаем к проектированию систему вентиляции с децентрализованным механическим удалением воздуха посредством индивидуальных вытяжных вентиляторов и организованным притоком через оконные вентиляционные клапаны. Принципиальная схема вентиляции соответствует рисунку 5.2, б настоящего СТО.

Расчет системы вентиляции проводим на наихудшие условия – теплый период года.

Вытяжные вентиляционные каналы – сборные, с зонированием по высоте. Сборные каналы 1-й зоны обслуживают квартиры 2-го – 8-го этажей, сборные каналы 2-й зоны обслуживают квартиры 9-го – 16-го этажей. Для 17-го этажа предусмотрен самостоятельный канал. 1-й этаж отведен под административно-бытовые помещения и обслуживается отдельными системами.

Схема расположения и основные размеры вентиляционных каналов приведены на рисунке С.16.

Оконные и дверные балконные блоки – из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами.

Расчетные параметры теплого периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С;
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = +21$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 0$  м/с.

Расчет выполнен на примере трехкомнатных квартир (см. рисунок С.11).

#### С.4.3 Результаты расчета требуемого воздухообмена

Количество проживающих в каждой квартире – 4 человека.

Расчетный воздухообмен квартир:

- в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)  $L_{mp}^{раб} = 110$  м<sup>3</sup>/ч;
- в нерабочем режиме  $L_{mp}^{неp} = 19,7$  м<sup>3</sup>/ч.

Расходы воздуха, удаляемого всеми вентиляционными каналами, аналогичны расчетной схеме, приведенной на рисунке С.13.

#### С.4.4 Определение располагаемых перепадов давлений

Расчет системы вентиляции проводится на условия теплого периода года. Вследствие равенства расчетных температур наружного и внутреннего воздуха, величину располагаемых перепадов давлений не определяем.

#### С.4.5 Подбор сечения вытяжных каналов. Расчет потерь давления в вытяжных каналах при расчетных расходах воздуха

Размеры вентиляционных каналов подбираем по рекомендуемой скорости движения воздуха в каналах (см. приложение К) с учетом кратности размеров каналов размерам кирпича. Для вентиляционного канала ВЕ-1 требуемая площадь канала-спутника  $f_{mp} = 0,0278 \div 0,0138$  м<sup>2</sup>, что соответствует минимальному сечению вентиляционных каналов 140 x 140 мм; для канала ВЕ-2  $f_{mp} = 0,0167 \div 0,0334$  м<sup>2</sup> – сечение 140 x 270 мм.

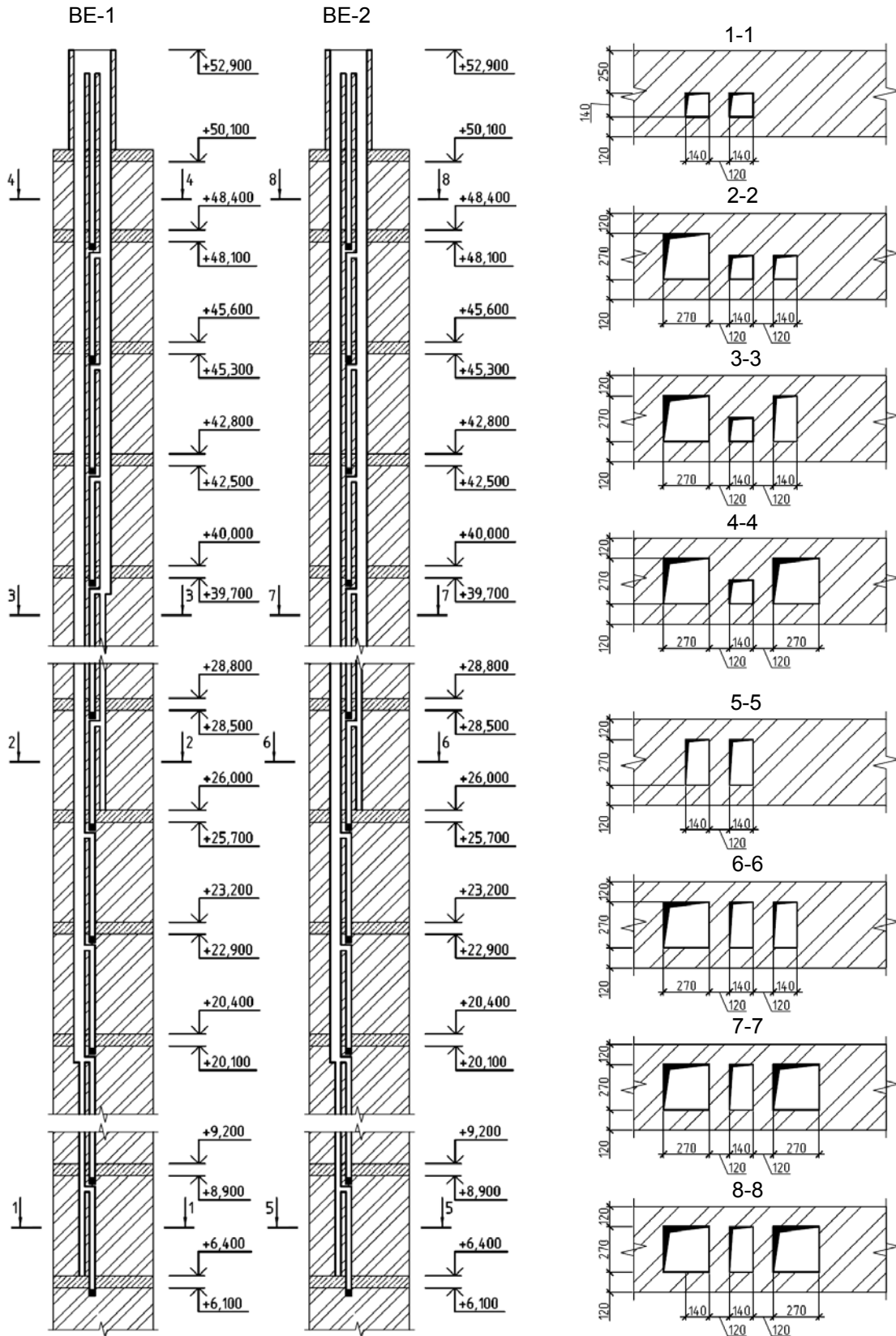
Определяем потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха – формула (5.10).

Для прямоугольных каналов величину эквивалентного диаметра рассчитываем по формуле (С.2). Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываем по формуле (С.3), задавая расчетную скорость движения воздуха на  $i$ -м участке вытяжного канала и определяя сумму коэффициентов местных сопротивлений по расчетной схеме системы вентиляции.

В частности, для участка 1 вытяжного канала второго этажа системы ВЕ-1:

- расход воздуха  $L_{уд,1} = 50$  м<sup>3</sup>/ч;
- длина участка  $l_1 = 2,8$  м;
- эквивалентный диаметр канала 140x140 мм  $d_э = 2 \cdot 0,14 \cdot 0,14 / (0,14 + 0,14) = 0,140$  м;
- скорость движения воздуха  $\omega_1 = 50 / (3600 \cdot 0,14 \cdot 0,14) = 0,71$  м/с;
- потери давление на трение (по приложению Н)  $R_1 = 0,080$  Па/м;
- поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов  $\beta_1 = 1,37$ ;
- сумма коэффициентов местных сопротивлений (см. приложение И)  $\sum \zeta_1 = 4,23$  (вентиляционная решетка  $\zeta = 2$ ; поворот с изменением сечения  $\zeta = 1,03$ ; вход в сборный канал с поворотом  $\zeta = 1,2$ );
- потери давления на трение и местные сопротивления  $\Delta P_{пот}^{выт,1} = 0,080 \cdot 2,8 \cdot 1,37 + (4,23 \cdot 0,71^2 / 2) \cdot 1,201 = 1,59$  Па.

Результаты расчета потерь давлений в каналах систем ВЕ-1 и ВЕ-2 приведены в таблице С.12.



Р и с у н о к С.16 – Развертка по вентиляционным блокам с указанием размеров каналов

Т а б л и ц а С.12 – Результаты расчета потерь давления при движении воздуха из квартир некоторых этажей системы ВЕ-1

Номер участка	$L_i$ , м <sup>3</sup> /ч	$l_i$ , м	$a_i \times b_i$ , м	$\omega_i$ , м/с	$d_{э}$ , м	$R_i$ , Па/м	$R_i \cdot l_i \cdot \beta_i$ , Па	$\sum \xi_i$	$Z$ , Па	$\Delta P_{пот}^{э,i}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Первый этаж</b>										
1	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,23	1,28	1,59
2	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	0,52	0,16	0,46
3	100	2,8	0,14x0,14	1,42	0,140	0,260	1,12	0,52	0,63	1,75
4	150	2,8	0,14x0,27	1,10	0,184	0,110	0,46	0,52	0,38	0,84
5	200	2,8	0,27x0,27	0,76	0,270	0,037	0,16	0,52	0,18	0,34
6	250	2,8	0,27x0,27	0,95	0,270	0,055	0,22	0,52	0,28	0,51
7	300	2,8	0,27x0,27	1,14	0,270	0,080	0,33	0,52	0,41	0,74
8	350	26,8	0,27x0,27	1,33	0,270	0,100	4,07	0,25	0,27	4,34
9	800	0,6	0,27x0,51	1,61	0,353	0,100	0,09	1	1,57	1,66
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										12,24
<b>Восьмой этаж</b>										
81	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,06	1,23	1,54
8	350	26,8	0,27x0,27	1,33	0,270	0,100	4,07	0,25	0,27	4,34
9	800	0,6	0,27x0,51	1,61	0,353	0,100	0,09	1	1,57	1,66
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										7,54
<b>Девятый этаж</b>										
10	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	4,23	1,28	1,59
11	50	2,8	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	0,52	0,16	0,46
12	100	2,8	0,14x0,14	1,42	0,140	0,260	1,12	0,52	0,63	1,75
13	150	2,8	0,14x0,27	1,10	0,184	0,110	0,46	0,52	0,38	0,84
14	200	2,8	0,27x0,27	1,47	0,184	0,190	0,82	0,52	0,68	1,50
15	250	2,8	0,27x0,27	0,95	0,270	0,055	0,22	0,52	0,28	0,51
16	300	2,8	0,27x0,27	1,14	0,270	0,080	0,33	0,52	0,41	0,74
17	350	2,8	0,27x0,27	1,33	0,270	0,100	0,43	0,52	0,56	0,98
18	400	7,2	0,27x0,27	1,52	0,270	0,120	1,33	0,25	0,35	1,68
9	800	0,6	0,27x0,51	1,61	0,353	0,1	0,09	1	1,57	1,66
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										10,13
<b>Семнадцатый этаж</b>										
19	50	7,14	0,14x0,14	0,71	0,140	0,080	0,31	3,20	0,97	1,75
9	800	0,6	0,27x0,51	1,61	0,353	0,100	0,09	1	1,57	1,66
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										3,41

#### С.4.6 Подбор вентиляторов

Подбор вентиляторов проводим на климатические условия теплого периода (при равенстве расчетных температур наружного и внутреннего воздуха) для всех квартир.

Максимальный перепад давлений, требуемый для преодоления потерь давления в вытяжных каналах и приточных клапанах, определяем по формуле (5.13) с учетом  $\Delta P_p = 0$  Па:

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (\Delta P_{пот}^{выт} + \Delta P_{пр} - \Delta P_p)$$

Наихудшие условия наблюдаются для квартиры второго этажа (наибольшие потери давления в вытяжных каналах  $\sum \Delta P_{пот}^{выт,1} = 12,56$  Па – см. таблицу С.13).

Для обеспечения требуемого воздухообмена величина  $\Delta P_{пр}$  должна составлять  $\sim 17$  Па. По графикам рисунка С.14 при  $\Delta P_{пр} = 17$  Па  $L_{клап}^{1эм} = 33,1,0$  м<sup>3</sup>/ч,  $L_{ок}^{1эм} = 1,0$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>). Соответственно  $L_{пр}^{2эм} = 33,1 \cdot 3 + 1,0 \cdot 11,38$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>) = 110,4 м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, для вытяжного канала второго этажа системы ВЕ-1

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (12,56 + 17,0 - 0) \approx 32,5 \text{ Па};$$

для вытяжного канала второго этажа системы ВЕ-2

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (12,24 + 17 - 0) \approx 32,2 \text{ Па}.$$

Результаты расчета требуемых характеристик вентиляторов по этажам рассчитываемого здания приведены в таблице С.13.

По характеристикам подбираем вентиляторы, обеспечивающие расход воздуха для совмещенного санузла  $L_{\text{вент}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении  $\sim 32,5 \text{ Па}$ ; для кухни  $L_{\text{вент}} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении  $\sim 32,2 \text{ Па}$ .

Указанным требованиям соответствуют вентиляторы «Punto Filo MF 120/5».

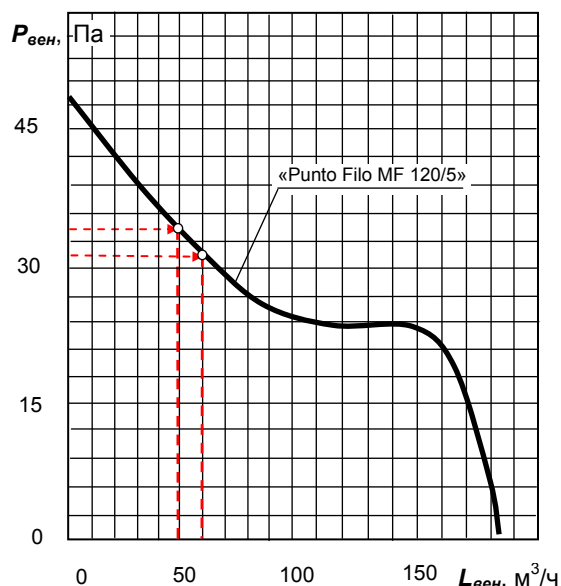
Характеристика вентилятора приведены на рисунке С.17.

Регулирование расхода удаляемого воздуха предусматриваем за счет регулирования частоты оборотов вентиляторов.

Т а б л и ц а С.13 – Результаты расчета характеристик бытовых вентиляторов в трехкомнатных квартирах по этажам здания со стеновыми вентиляционными клапанами

Номер этажа	$L_{\text{вент}}, \text{ м}^3/\text{ч}$		$\Delta P_{\text{пр}}, \text{ Па}$	$\Sigma \Delta P_{\text{пот}}^{\text{вент}}, \text{ Па}$		$\Delta P_{\text{вент}}^{\text{вент}}, \text{ Па}$	
	BE-1	BE-2		BE-1	BE-2	BE-1	BE-2
2	50	60	17,0	12,24	12,56	32,16	32,52
3	50	60	17,0	11,72	12,59	31,59	32,55
4	50	60	17,0	9,97	12,05	29,67	31,95
5	50	60	17,0	9,13	10,91	28,75	30,70
6	50	60	17,0	8,79	10,44	28,37	30,19
7	50	60	17,0	8,28	9,70	27,81	29,37
8	50	60	17,0	7,54	8,64	26,99	28,21
9	50	60	17,0	10,13	10,77	29,84	30,55
10	50	60	17,0	11,20	10,80	31,02	30,58
11	50	60	17,0	9,45	10,26	29,10	29,98
12	50	60	17,0	8,61	9,11	28,18	28,72
13	50	60	17,0	7,11	8,65	26,52	28,21
14	50	60	17,0	6,61	7,90	25,97	27,40
15	50	60	17,0	5,86	6,85	25,15	26,23
16	50	60	17,0	4,88	5,51	24,07	24,77
17	50	60	17,0	3,41	3,02	22,46	22,02

Р и с у н о к С.17 – Характеристики осевого вентилятора «Punto Filo MF 120/5»





### С.5 Система вентиляции с централизованным механическим удалением воздуха («гибридная» система вентиляции)

**С.5.1 Цель расчета:** подбор вытяжных вентиляторов, оценка работоспособности системы при различных сочетаниях внешних и внутренних воздействий.

#### С.5.2 Исходные данные

Десятиэтажный крупнопанельный жилой дом в конструкциях серии 90.

Район строительства – г.Новосибирск.

Схематичный план рядовой секции жилого дома приведен на рисунке С.17.

Здание расположено в жилой застройке. Уровень транспортного шума у фасада  $L_{A2M} = 75$  дБА.

Система вентиляции – «гибридная», с организованным притоком через оконные вентиляционные клапаны ЕММ 3-30 «Аегесо» и организованным удалением воздуха через вытяжные вентиляционные каналы с вытяжными гигрорегулируемыми устройствами марки ВХС «Аегесо», расположенные на кухне и в уборной. На оголовке каждой вытяжной шахты установлен вытяжной вентилятор. Принципиальная схема вентиляции соответствует рисунку 5.2, в настоящего СТО.

Вытяжные каналы выполнены в сборных вентиляционных блоках заводского изготовления. Схема расположения и основные размеры вентиляционных каналов приведены на рисунке С.18. Присоединение каналов–спутников к вертикальному сборному каналу – через этаж.

Оконные и дверные балконные блоки – из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами. Зависимости расхода воздуха от перепада давлений для приточных устройств и оконных блоков приведены на рисунке С.14.

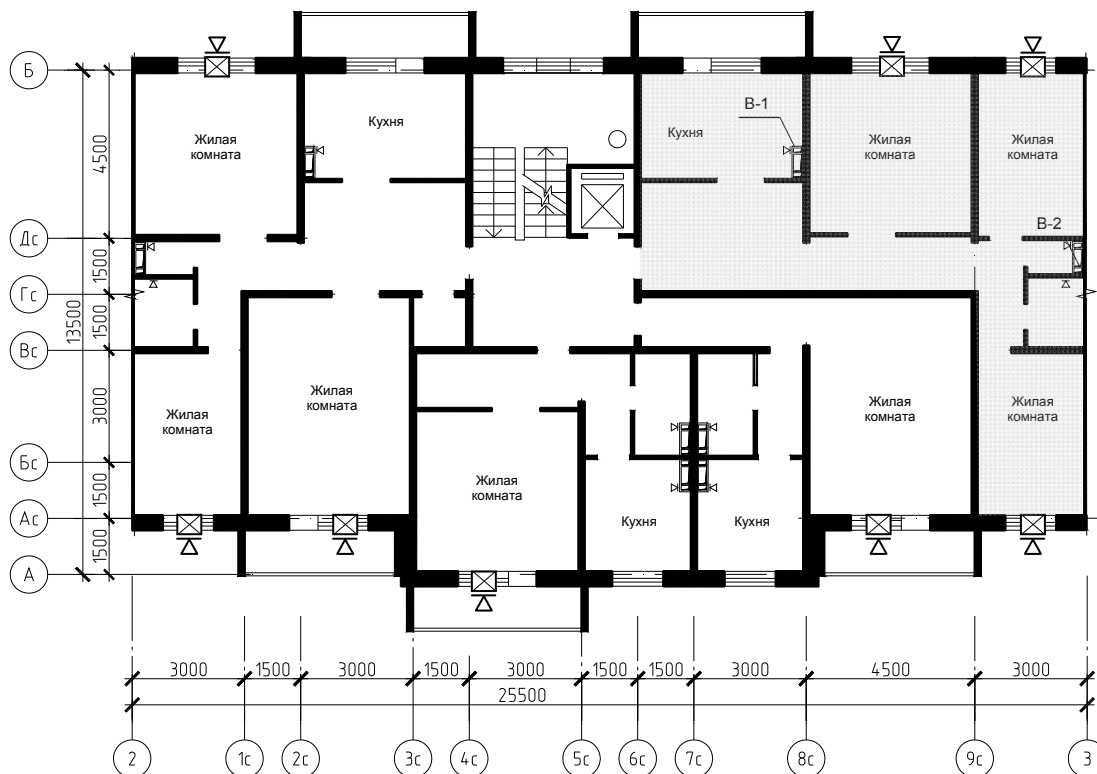
Расчетные параметры переходного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С;
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = +5$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 0$  м/с.

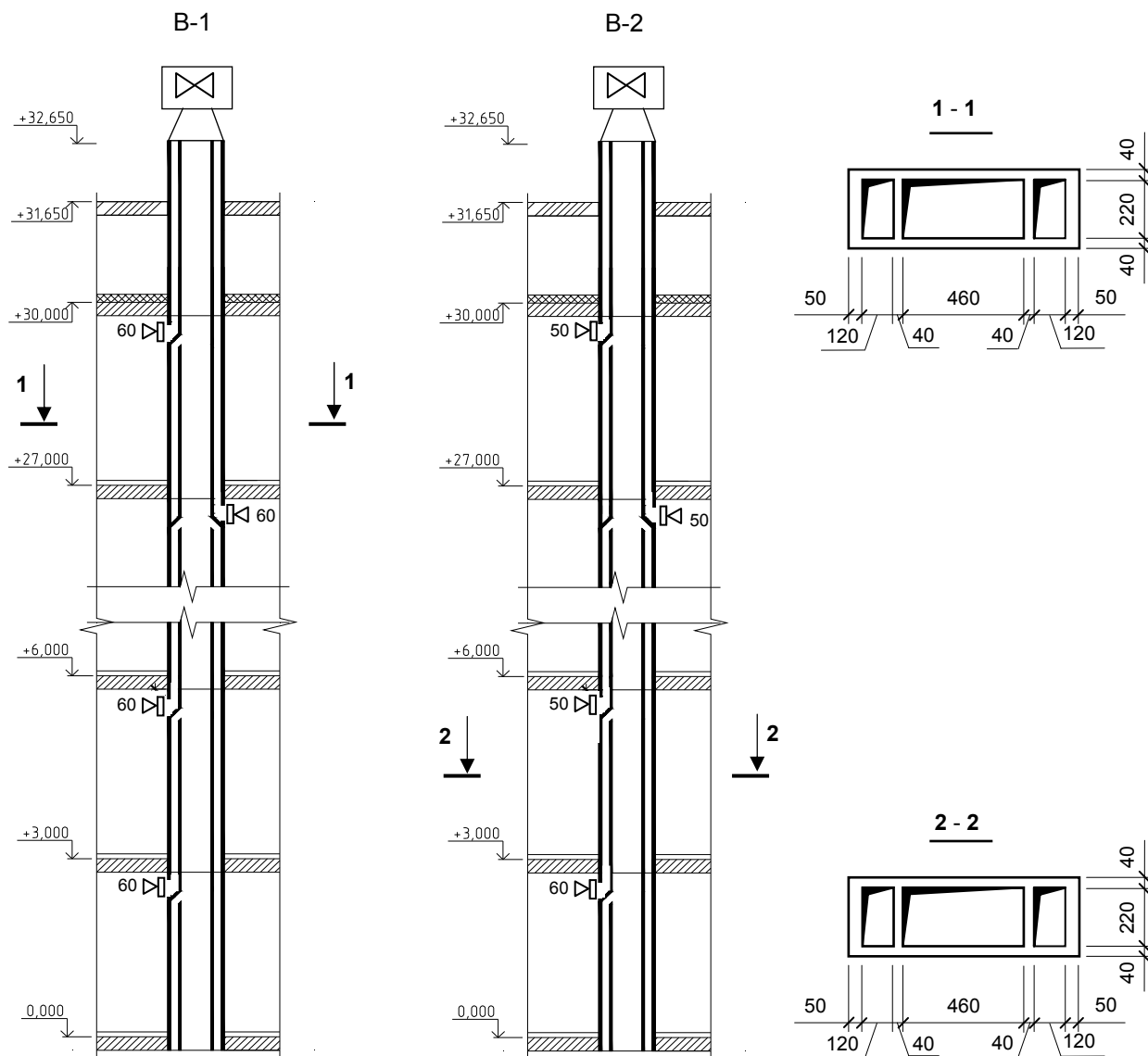
Расчетные параметры холодного периода года:

- температура внутреннего воздуха  $t_{int} = +21$  °С.
- температура наружного воздуха  $t_{ext} = -39$  °С;
- расчетная скорость ветра  $v = 4,7$  м/с.

Расчет выполнен на примере трехкомнатных квартир.



Р и с у н о к С.18 – Схематичный план рядовой секции многоэтажного жилого дома



Р и с у н о к С.19 – Развертка по вентиляционным блокам с указанием размеров каналов и расходов воздуха на отдельных участках

### С.5.3 Результаты расчета требуемого воздухообмена

Количество проживающих в каждой квартире – 3 человека.

Расчетный воздухообмен квартир составляет:

- в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации)  $L_{mp}^{раб} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- в нерабочем режиме  $L_{mp}^{неp} = 23 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расходы воздуха по каналам-спутникам и сборным каналам приведены на рисунке С.20.

### С.5.4 Расчет потерь давления в вытяжных каналах при расчетных расходах воздуха

Определяем потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха

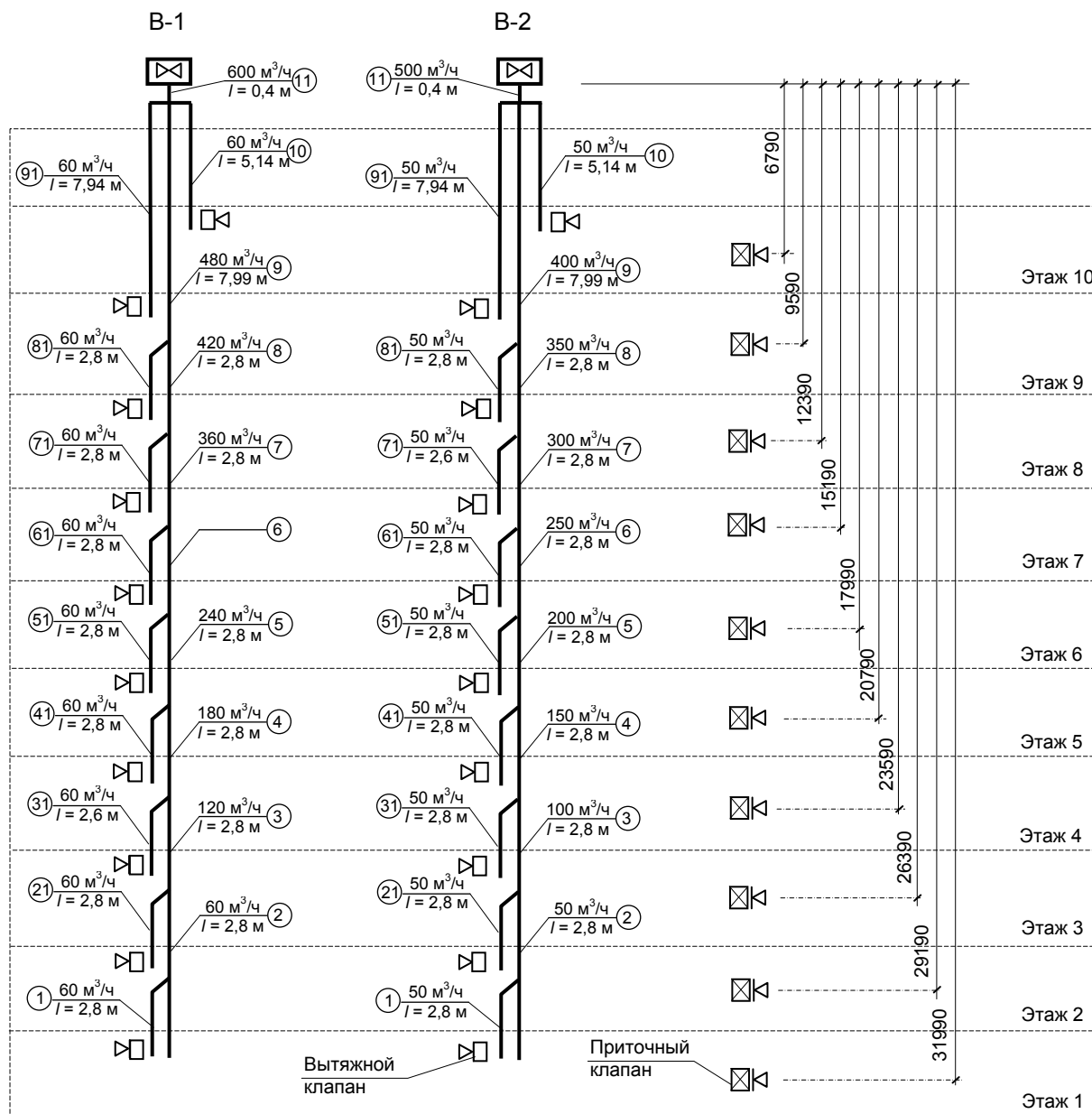
$$\Delta P_{ном}^e = \sum (R_i \cdot l_i \cdot \beta_i + z_i) ,$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го участка вентиляционного канала, м;

$\beta_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов, принимаемый по приложению М;

$R_i$  – удельные потери давления на трение на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па, определяемые по номограммам приложения Н с учетом приведения расчетных размеров вытяжных каналов к эквивалентному диаметру  $d_э$ ;

$z_i$  – потери давления в местных сопротивлениях на  $i$ -м участке вытяжного канала, Па.



Р и с у н о к С.20 – Расчетные схемы систем вентиляции В-1 и В-2

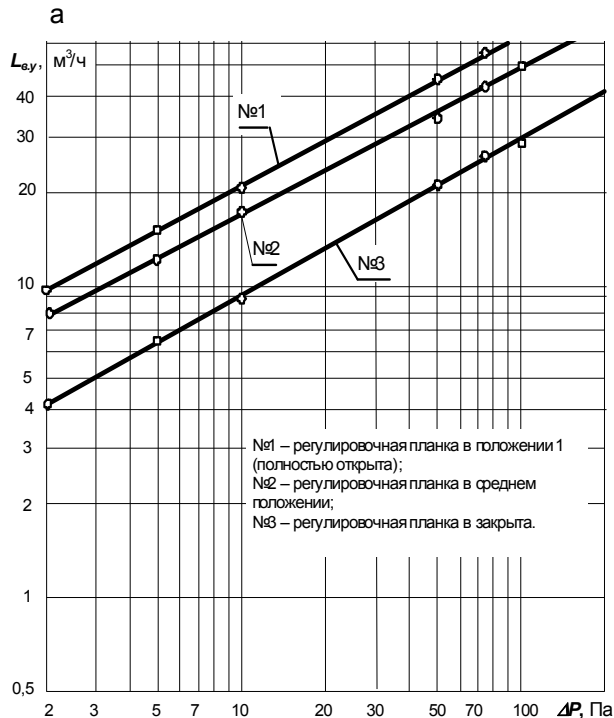
Потери давления в местных сопротивлениях  $z_i$  рассчитываем по формуле (С.3) при расчетных скоростях движения воздуха на  $i$ -м участке канала.

В частности, для участка 1 вытяжного канала первого этажа системы В-1:

- расход воздуха  $L_{уд,1} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- длина участка  $l_1 = 2,8 \text{ м}$ ;
- эквивалентный диаметр канала  $120 \times 220 \text{ мм}$   $d_s = 2 \cdot 0,12 \cdot 0,22 / (0,12 + 0,22) = 0,155 \text{ м}$ ;
- скорость движения воздуха  $\omega_1 = 60 / (3600 \cdot 0,12 \cdot 0,22) = 0,63 \text{ м/с}$ ;
- потери давление на трение (по номограмме приложения Н)  $R_1 = 0,052 \text{ Па/м}$ ;
- поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов  $\beta_1 = 1,15$ ;
- сумма коэффициентов местных сопротивлений (см. приложение И)  $\sum \zeta_1 = 4,23$  (вентиляционная решетка  $\zeta = 2$ ; поворот с изменением сечения  $\zeta = 1,03$ ; вход в сборный канал с поворотом  $\zeta = 1,2$ );
- потери давления на трение и местные сопротивления  $\Delta P_{пот}^{выт,1} = 0,052 \cdot 2,8 \cdot 1,15 + (4,23 \cdot 0,63^2 / 2) \times 1,205 = 1,18 \text{ Па}$ .

Особенность проектируемой системы – установке на входе в каждый вытяжной канал всех квартир гирорегулируемых вытяжных устройств марки ВХС «Аегесо» (рисунок С.21).

Результаты расчета потерь давлений по остальным участкам приведены в таблице С.14.



Р и с у н о к С.21 – Зависимость расхода воздуха от перепада давлений (а) и внешний вид (б) вытяжных устройства ВХС

### С.5.5 Подбор вентиляторов на расчетные условия теплого периода года

Подбор вентиляторов производим на расчетные условия теплого периода (наихудшие условия – при равенстве расчетных температур наружного и внутреннего воздуха).

Максимальный перепад давлений, требуемый для преодоления потерь давления в вытяжных каналах (с учетом вытяжных устройств) и приточных клапанах, определяем по формуле (5.13) с учетом  $\Delta P_p = 0$  Па и  $\Delta P_{пот}^{выт} = \Delta P_{пот}^{выт} + \Delta P_{е.у.}$ :

$$\Delta P_{вен}^{выт} = 1,1 \cdot (\Delta P_{пот}^{выт} + \Delta P_{пр} - \Delta P_p) .$$

Наихудшие условия наблюдаются для квартиры первого этажа (наибольшие потери давления в вытяжных каналах  $\sum \Delta P_{пот}^{выт,1} = 5,20$  Па – см. таблицу С.14).

Определяем требуемую величину перепада давлений  $\Delta P_{пр}$ , необходимую для обеспечения расчетного воздухообмена.

С этой целью по графикам рисунка С.14 подбираем: при  $\Delta P_{пр} = 16,9$  Па  $L_{клап}^{1эм} = 33,0$  м³/ч,  $L_{ок}^{1эм} = 0,97$  м³/(ч м²). Соответственно  $L_{пр}^{1эм} = 33,0 \cdot 3 + 0,97 \cdot 10,2$  м³/(ч м²) = 109 м³/ч.

При удалении расчетного расхода воздуха через вытяжное устройство ВХС потери давления составят  $\Delta P_{е.у.}^{B-1} = 80,2$  Па при  $L_{выт}^{B-1} = 60,0$  м³/ч и  $\Delta P_{е.у.}^{B-2} = 55,4$  Па при  $L_{выт}^{B-2} = 50,0$  м³/ч.

Таким образом, для систем вентиляции В-1 и В-2:

$$\Delta P_{вен}^{выт B-1} = 1,1 \cdot (5,20 + 80,2 + 16,9 - 0) \approx 112,5 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{вен}^{выт B-2} = 1,1 \cdot (3,62 + 55,4 + 16,9 - 0) \approx 83,4 \text{ Па}.$$

Подбираем по заводским характеристикам вентиляторы, обеспечивающие:

- для системы В-1 расход воздуха  $L_{вен} = 600$  м³/ч и давление  $\sim 112,5$  Па;
- для системы В-2 расход воздуха  $L_{вен} = 500$  м³/ч и давление  $\sim 83,4$  Па.

Данные условия в состоянии обеспечить крышные вентиляторы с встроенным автоматическим регулятором давления и низким уровнем собственного шума серии «VTZ» фирмы «Aegeso»: для системы В-1 «VTZ-1», для В-2 «VTZ-0». Характеристики вентиляторов приведены на рисунке С.22.

На каждом вентиляторе установлен датчик давления, который позволяет определить величину давления во время работы и автоматически поддерживать его постоянным.

### С.5.6 Определение располагаемых перепадов давлений для переходного периода года

Располагаемый перепад давлений для условий переходного периода года рассчитываем по формулам (5.4), (5.7), (5.8), принимая:

$$\text{- плотность наружного воздуха } \rho_n = 353/(273+5) = 1,270 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{- плотность внутреннего воздуха } \rho_{int} = 353/(273+21) = 1,205 \text{ кг/м}^3;$$

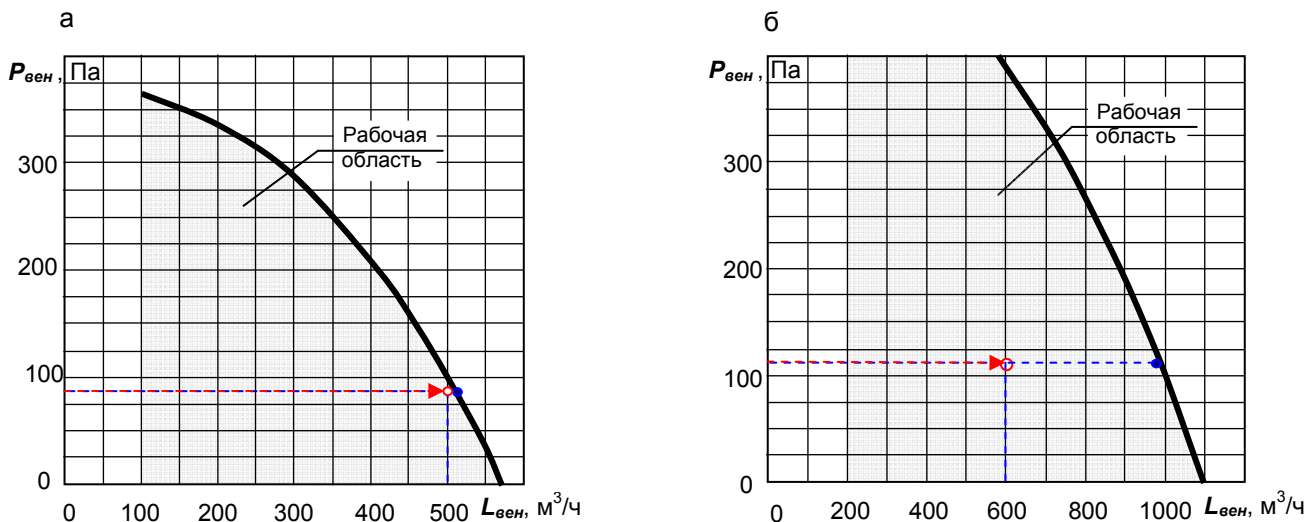
- расстояние по вертикали от центра приточного вентиляционного устройства до устья сборного вытяжного канала  $h_p$  – по разности отметок.

В частности, для квартир первого и десятого этажей:

$$\Delta P_{p,1}^{1\text{эт}} = 31,99 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 20,4 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{p,2}^{10\text{эт}} = 6,79 \cdot 9,81 \cdot (1,270 - 1,205) = 4,3 \text{ Па}.$$

Результаты расчета располагаемых давлений по всем этажам приведены в таблице С.15.



Р и с у н о к С.22 – Характеристики крышных вентиляторов для жилых и общественных зданий фирмы «Aereco»: а – «VTZ 0»; б – «VTZ 1»

Т а б л и ц а С.14 – Результаты расчета потерь давления при движении воздуха из квартир некоторых этажей системы В-1

Номер участка	$L_i$ , м³/ч	$l_i$ , м	$a_i \times b_i$ , м	$\omega_i$ , м/с	$d_{э}$ , м	$R_i$ , Па/м	$R_i l_i \beta_i$ , Па	$\sum \xi_i$	$Z$ , Па	$\Delta P_{пот}^{e,i}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Первый этаж</b>										
1	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,23	1,02	1,18
2	60	2,8	0,46x0,22	0,16	0,298	0,002	0,01	0,52	0,01	0,01
3	120	2,8	0,46x0,22	0,33	0,298	0,008	0,02	0,52	0,03	0,06
4	180	2,8	0,46x0,22	0,49	0,298	0,015	0,05	0,52	0,08	0,12
5	240	2,8	0,46x0,22	0,66	0,298	0,026	0,08	0,52	0,14	0,22
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,070	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	8,0	0,46x0,22	1,32	0,298	0,090	0,91	1,00	1,05	1,96
11	600	0,4	0,78 x0,22	0,97	0,343	0,045	0,02	0,25	0,14	0,16
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										5,20
<b>Пятый этаж</b>										
51	60	2,8	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,17	4,06	0,97	1,14
6	300	2,8	0,46x0,22	0,82	0,298	0,037	0,12	0,52	0,21	0,34
7	360	2,8	0,46x0,22	0,99	0,298	0,052	0,18	0,52	0,31	0,48
8	420	2,8	0,46x0,22	1,15	0,298	0,070	0,25	0,52	0,42	0,66
9	480	8,0	0,46x0,22	1,32	0,298	0,090	0,91	1,00	1,05	1,96
11	600	0,4	0,78 x0,22	0,97	0,343	0,045	0,02	0,25	0,14	0,16
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										4,75
<b>Десятый этаж</b>										
10	60	5,14	0,12x0,22	0,63	0,155	0,052	0,31	3,20	0,77	1,08
11	600	0,4	0,78 x0,22	0,97	0,343	0,045	0,02	0,25	0,14	0,16
$\sum \Delta P_{пот}^{выт,i}$										1,24

**С.5.7 Расчет воздухообмена по этажам здания для переходного и холодного периодов года**

Так как аэродинамическое сопротивление вытяжных устройств ВХС больше, чем у приточных клапанов «Аегесо ЕММ 3-30», его характеристика будет определяющей при расчете фактического воздухообмена, при этом сопротивление приточных устройств можно принять постоянным:  $\Delta P_{пр} = 16,9$  Па (перепад давлений для обеспечения требуемого воздухообмена).

По разности давлений между располагаемым давлением  $\Delta P_p$ , давлением вытяжного вентилятора  $\Delta P_{вен}$  и суммарными потерями давления в вытяжных каналах и приточных устройствах для каждого этажа определяем долю располагаемого давления, под действием которого осуществляется движение воздуха через вытяжные устройства  $\Delta P_{е.у}^j$ :

$$\Delta P_{е.у}^j = (\Delta P_p^j + \Delta P_{вен}^{выт,j}) - (\sum \Delta P_{пот}^{выт,j} + \Delta P_{пр}^j).$$

В частности, для вытяжной системы В-1 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{е.у}^{1, В-1} = (20,4 + 102,2) - (5,20 + 16,86) = 100,6$  Па. Для вытяжной системы В-2 квартиры 1-го этажа  $\Delta P_{е.у}^{1, В-2} = 75,8$  Па.

Соответственно для вытяжной системы В-1 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{е.у}^{10, В-1} = (4,33 + 102,2) - (1,24 + 16,86) = 88,5$  Па. Для вытяжной системы В-2 квартиры 10-го этажа  $\Delta P_{е.у}^{10, В-2} = 62,5$  Па.

Результаты расчета величин  $\Delta P_{е.у}^{расч}$  для квартир различных этажей приведены в таблице С.15.

По полученным значениям  $\Delta P_{е.у}$  и характеристикам вытяжных устройств принимаем:

- $L^{1, В-1} = 67,21$  м<sup>3</sup>/ч;  $L^{1, В-2} = 58,5$  м<sup>3</sup>/ч;
- $L^{10, В-1} = 63,09$  м<sup>3</sup>/ч;  $L^{10, В-2} = 53,2$  м<sup>3</sup>/ч.

**Т а б л и ц а С.15 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания с вытяжными устройствами ВХС при параметрах переходного периода года**

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\Delta P_{вент}, \text{Па}$		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$\sum \Delta P_{пот}^{выт}$ , Па		$\Delta P_{е.у}$ , Па		$L_{е.у}$ , м <sup>3</sup> /ч		$L_{выт}$ , м <sup>3</sup> /ч
		В-1	В-2		В-1	В-2	В-1	В-2	В-1	В-2	
1	20,40	102,2	75,9	16,9	5,20	3,62	100,6	75,78	67,21	58,45	125,7
2	18,61				4,98	3,46	99,02	74,15	66,69	57,83	124,5
3	16,83				4,93	3,43	97,29	72,40	66,11	57,15	123,3
4	15,04				4,80	3,34	95,63	70,70	65,56	56,49	122,0
5	13,26				4,58	3,19	94,07	69,07	65,02	55,84	120,9
6	11,47				4,25	2,95	92,62	67,52	64,53	55,22	119,7
7	9,69				3,76	2,61	91,32	66,07	64,08	54,63	118,7
8	7,90				3,10	2,15	90,19	64,75	63,69	54,09	117,8
9	6,12				1,41	1,00	90,10	64,12	63,66	53,83	117,5
10	4,33				1,24	0,84	88,48	62,49	63,09	53,15	116,2

**Т а б л и ц а С.16 – Результаты расчета воздухообмена в трехкомнатных квартирах по этажам здания с вытяжными устройствами ВХС при параметрах холодного периода года**

Номер этажа	$\Delta P_p$ , Па	$\Delta P_{вент}, \text{Па}$		$\Delta P_{пр}^{расч}$ , Па	$\sum \Delta P_{пот}^{выт}$ , Па		$\Delta P_{е.у}$ , Па		$L_{е.у}$ , м <sup>3</sup> /ч		$L_{выт}$ , м <sup>3</sup> /ч
		В-1	В-2		В-1	В-2	В-1	В-2	В-1	В-2	
1	91,25	102,2	75,9	16,9	4,95	3,44	171,4	146,6	87,41	80,93	168,3
2	83,26				4,89	3,40	163,7	138,8	85,44	78,77	164,2
3	75,27				4,83	3,36	155,7	130,8	83,37	76,51	159,9
4	67,29				4,71	3,28	147,9	122,9	81,27	74,20	155,5
5	59,30				4,49	3,13	140,1	115,1	79,14	71,83	151,0
6	51,31				4,15	2,89	132,5	107,4	76,98	69,40	146,4
7	43,33				3,67	2,55	125,0	99,7	74,80	66,92	141,7
8	35,34				3,01	2,09	117,6	92,2	72,60	64,38	137,0
9	27,35				1,20	0,95	111,3	85,4	70,66	61,98	132,6
10	19,37				1,03	0,79	103,5	77,5	68,17	59,11	127,3

Соответственно воздухообмен квартир  $L_{выт}$  составит:

- $L_{выт}^{1эм} = 67,2 + 58,5$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 125,7 м<sup>3</sup>/ч;
- $L_{пр}^{10эм} = 63,1 + 53,2$  м<sup>3</sup>/(ч м<sup>2</sup>) = 116,2 м<sup>3</sup>/ч.

Результаты расчета воздухообмена по рассчитываемым квартирам приведены в таблице С.15.

Сопоставление результатов расчета  $L_{выт}$  и требуемого воздухообмена  $L_{пр}^{раб}$  показывает, что в рассчитываемых квартирах требуемый воздухообмен обеспечивается на всех этажах, неравномерность распределения расходов воздуха по этажам незначительная.

Распределение воздухообмена для параметров холодного периода года проведены аналогично, результаты по рассчитываемым квартирам приведены в таблице С.16.

**Приложение Т**  
(рекомендуемое)

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ  
ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ**

**Т.1 Общие положения**

Оценка производительности системы вентиляции здания (квартиры) на стадии эксплуатации может проводиться с целью:

- пуска наладочной регулировки системы вентиляции отдельной квартиры или здания в целом;

- выявления причин неудовлетворительной работы системы вентиляции или ее отдельных элементов;

- определения воздухообмена квартиры (квартир) при проведении комплексных обследований параметров микроклимата помещений или оценке теплотребления здания (энергоаудита).

Требования к приборам и оборудованию, применяемым при выполнении обследований, приведены в таблице Т.1.

Приборы и измерительные инструменты должны быть поверены (или откалиброваны) в установленном порядке.

Т а б л и ц а Т.1 – Перечень приборов и оборудования, применяемых при проведении обследований систем вентиляции

№ п/п	Наименование измеряемого параметра	Ед. измерения	Диапазон измерений	Допускаемая погрешность	Наименование прибора
1	Температура воздуха	°С	- 40 ÷ +30	0,1	Термометр
2	Температура поверхности конструкций	°С	- 20 ÷ +60	0,1	Контактный термометр, пирометр
3	Относительная влажность воздуха	%	10 ÷ 95	2	Психрометр
4	Скорость движения воздуха	м/с	0,05 – 5,0	0,05	Анемометр
5	Линейные размеры	мм	0 ÷ 5000 0 ÷ 200	1 0,1	Рулетка Штангенциркуль
6	Время	сек	0 ÷ 60	1	Секундомер
7	Положение конструкций в пространстве	-	-	-	Уровень, отвес
8	Внешний вид конструкций	-	-	-	Фотоаппарат

Определяющим параметром при оценке производительности системы вентиляции является измеренный (фактический) расход воздуха, удаляемого из квартиры по вытяжным каналам  $L_{uzm}^{уд}$ , м<sup>3</sup>/ч, или (и) подаваемого в квартиру  $L_{uzm}^{пр}$ , м<sup>3</sup>/ч.

Расход воздуха в вытяжном канале, вентиляционной шахте и др.  $L_{uzm}^i$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется по результатам замеров скорости движения воздуха  $\omega_i$ , м/с, на соответствующих участках системы вентиляции, с учетом площади их поперечного сечения  $f_i$ , м<sup>2</sup>:

$$L_{uzm}^i = 3600 \cdot \omega_i \cdot f_i \quad (Т.1)$$

Оценка воздухообмена квартиры  $L_{uzm}^{кв}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется суммированием измеренных расходов воздуха, удаляемого через вытяжные каналы квартиры (кухни, санузлов, кладовых и пр.).

Оценка расхода воздуха, удаляемого через вытяжную шахту или блок вентиляционных каналов, определяется по результатам замеров, проводимых в устье соответствующих элементов системы вентиляции.

**Т.2 Порядок проведения обследований**

В общем случае порядок обследования системы вентиляции включает:

- изучение проектной и исполнительной документации;

- составление программы обследований;

- подготовку приборов и оборудования;

- проведение измерений на объекте;

- обработку результатов замеров;

- подготовку отчета (технического заключения) по результатам обследований.

При проведении измерений на объекте должны быть зафиксированы:

- дата проведения обследований;

- адрес и общая характеристика объекта (здания, квартиры);

- характеристика и особенности эксплуатационного состояния обследуемой системы вентиляции (схематичный план квартиры или здания с указанием мест размещения вытяжных каналов, приточных устройств, вентиляторов, марка вентиляционного оборудования и др.), конструктивное решение оконных блоков, входных и межкомнатных дверей, дата начала



эксплуатации системы, периодичность осмотров и обслуживания, внешний вид отдельных элементов;

Измеряемые параметры:

- температура наружного воздуха; скорость и направление ветра;

- температура внутреннего воздуха в основных помещениях;

- относительная влажность внутреннего воздуха (при необходимости);

- размеры вытяжных решеток, вытяжных каналов (при наличии возможности – сечение вытяжных каналов), вытяжных шахт, при необходимости, – длина отдельных воздуховодов или каналов;

- скорость движения воздуха на отдельных участках (элементах) системы вентиляции.

Замеры температуры и относительной влажности воздуха помещений проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011.

Замеры скорости движения воздуха проводят с помощью анемометров, помещаемых в сечение воздуховода или канала.

Замеры скорости движения воздуха через вентиляционные решетки, приточные клапаны, отверстия сложной формы проводят с применением специальных приспособлений (диффузоров, конусов, обечаек и т.п.), позволяющих сформировать воздушный поток.

При площади сечения воздуховода (канала) больше площади датчика анемометра следует проводить осреднение замеров посредством перемещения датчика по площади измеряемого воздуховода. Количество замеров в каждом сечении – не менее трех.

### Т.3 Особенности проведения обследований при оценке воздухообмена квартир

Оценку воздухообмена квартиры рекомендуется выполнять в несколько этапов. В частности:

- при проектном режиме эксплуатации – закрытых створках оконных блоков, закрытых входной и межкомнатных дверей, открытых заслонках приточных вентиляционных устройств (если они установлены), выключенных вытяжных вентиляторах, кухонных вытяжек (при их наличии);

- в режиме проветривания через оконные блоки – при открытии одной или нескольких створок оконных блоков, закрытых входной и межкомнатных дверей, открытых заслонках приточных вентиляционных устройств, выключенных вентиляторах.

Проведение замеров при различных режимах эксплуатации позволяет оценить соответствие величины измеренного воздухообмена квартиры нормативным требованиям, опреде-

лить работоспособность отдельных элементов системы вентиляции и, при необходимости, выявить возможные дефекты.

Так, если по результатам замеров при проектном режиме эксплуатации требуемый воздухообмен не обеспечивается,  $L_{узм}^{кв} < L_{мп}^{кв}$ , возможные причины – засорение или нарушение проектных размеров вытяжных каналов, либо недостаточный приток воздуха (отсутствие приточных устройств, их неправильный монтаж или повреждение).

Соответственно, если при проведении замеров в режиме проветривания через створки оконных блоков:

- измеренный воздухообмен существенно не меняется,  $L_{узм}^{кв} < L_{мп}^{кв}$ , основная причина – нарушение работоспособности вытяжных каналов; в этом случае требуется проведение более детальных обследований неработающих каналов;

- измеренный воздухообмен  $L_{узм}^{кв} \gg L_{мп}^{кв}$ , основная причина – недостаточный приток воздуха.

При наличии в квартире вытяжных вентиляторов, кухонных вытяжек, подключенных к вытяжным каналам, следует дополнительно проводить замеры воздухообмена:

- при включении одного из вентиляторов (например, кухонной вытяжки);

- при включении всех вентиляторов.

Данные замеры позволяют оценить возможность поступления грязного воздуха из других квартир через один или несколько вытяжных каналов – при включении вентилятора («опрокидывание» каналов).

При нарушении работы вытяжных каналов с вентиляторами следует провести дополнительное обследование системы вентиляции, включающее демонтаж вентиляторов (кухонных вытяжек), оценку наличия (отсутствия) обратных клапанов, заслонок, соответствие характеристик вентиляторов проектным решениям.

После завершения пусконаладочных или ремонтных работ замеры производительности системы вентиляции следует произвести повторно.

УДК [69+696/697.1](083.74)

Ключевые слова: многоквартирные жилые здания, вентиляция, воздухообмен, защита от шума, энергосбережение, аэродинамический расчет

---

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ  
ЗДАНИЙ**

СТО СРО НП СПАС-05-2013

Редактор Т.И.Калинина

---

Подписано в печать . Формат 60x90  
Бумага писчая. Печать оперативная.  
Гарнитура Arial Суг. Усл.печ.л. 10,0. Уч.-изд.л. 7,5.  
Тираж 500 экз. Заказ №  
Отпечатан