

УДК 697.952.2

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ВОЗДУХООБМЕН В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

СКРЫПНИКОВ В.Б.¹, *д.т.н, проф.*,
ЗАВГОРОДНЯЯ Е.П.², *асис.*,
СТЕЦЬ Д.В.³, *студ.*

¹ Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5614-8467

² Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9583-8548

³ Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-6480-1921

Аннотация. *Цель.* Целью данной работы является обеспечение организованного воздухообмена в квартирах жилых домов путем устройства регулируемой вентиляции. *Методика.* Для достижения поставленной цели предложено установка приточных устройств-клапанов, установленных в переплетах окна или в наружной стене. Системы приточно-вытяжной механической вентиляции рекомендовано оборудовать установками для утилизации тепла вытяжного воздуха и установками для охлаждения и увлажнения (кондиционирования воздуха). В системах с естественной вентиляцией удалением вытяжного воздуха выполняется через чердак или шахты на кровле. В домах с теплым чердаком устраивают одну вытяжную шахту на дом-башню или на секцию при условии герметичного разделения секций друг от друга. В домах без теплого чердака вытяжные шахты на кровле оборудуют дефлекторами. Удаление воздуха из помещений квартир осуществляется через вытяжные решетки или клапаны, на верхних этажах дома, удаление воздуха осуществляется индивидуальными вытяжными вентиляторами через каналы. *Результаты.* Установка регулируемой вентиляции позволяет нормализовать воздушно-тепловой режим квартир, обеспечить требуемый воздухообмен, снизить затраты тепла на 10–15%, а в случае использования утилизации 20-25%. Получены схемы систем естественной вентиляции с раздельными сборными вытяжным каналами в здании с теплым чердаком и без. *Научная новизна.* Оптимальная схема организации воздухообмена обеспечивает простоту и невысокую стоимость, а также практическое отсутствие необходимости обслуживания. А установка приточных устройств-клапанов, в свою очередь нормативный воздухообмен и снижает проникающий шум в квартирах до уровня нормативных требований. *Практическая значимость.* Новые многоэтажные жилые дома оснащаются эффективной системой вентиляции, которая позволяет поддерживать санитарно-гигиенические нормы, несмотря на то, что инфильтрация через металлопластиковые окна и двери отсутствует.

Ключевые слова: приточное и вытяжное устройство-клапан, обратный клапан, вытяжная решетка, вытяжная шахта, отопительный прибор, сборный вытяжной канал, вытяжной вентилятор, воздухообмен.

ПРИРОДНИЙ ПОВІТРООБМІН В ЖИТЛОВИХ ПРИМЫЩЕННЯХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

СКРІПНІКОВ В.Б.¹, *д.т.н, проф.*,
ЗАВГОРОДНЯ О. П.², *асис.*,
СТЕЦЬ Д.В.³, *студ.*

¹ Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5614-8467

² Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9583-8548

³ Кафедра теплозапобігання, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-6480-1921

Анотація. *Мета.* Метою даної роботи є забезпечення організованого повітряного обміну в квартирах житлових будинків шляхом влаштування регульованою вентиляції. *Методика.* Для досягнення поставленої мети запропоновано установка припливних пристроїв-клапанів, встановлених в палітурках вікна або в зовнішній стіні. Системи припливно-витяжної

механічної вентиляції рекомендовано обладнати установками для утилізації тепла витяжного повітря і установками для охолодження і зволоження (кондиціювання повітря). У системах з природною вентиляцією видаленням витяжного повітря виконується через горище або шахти на даху свого дому. У будинках з теплим горищем влаштовують одну витяжну шахту на будинок-вежу або на секцію за умови герметичного поділу секцій один від одного. У будинках без теплового горища витяжні шахти на даху обладнують дефлекторами. Видалення повітря з приміщень квартир здійснюється через витяжні решітки або клапани, на верхніх поверхнях будинку, видалення повітря здійснюється індивідуальними витяжними вентиляторами через канали. **Результати.** Установка регульованої вентиляції дозволяє нормалізувати повітряно-тепловий режим квартир, забезпечити необхідний повітрообмін, знизити витрати тепла на 10-15%, а в разі використання утилізації 20-25%. Отримано схеми систем природної вентиляції з розділними збірними витяжними каналами в будівлі з теплим горищем і без. **Наукова новизна.** Оптимальна схема організації повітрообміну забезпечує простоту і невисоку вартість, а також практична відсутність необхідності обслуговування. А установка припливних пристроїв-клапанів, в свою чергу нормативний повітрообмін і знижує здатний проникати шум в квартирах до рівня нормативних вимог. **Практична значимість.** Нові багатопверхові житлові будинки обладнуються ефективною системою вентиляції, яка дозволяє підтримувати санітарно-гігієнічні норми, незважаючи на те, що інфільтрація через металопластикові вікна і двері відсутня.

Ключові слова: припливний і витяжний пристрій-клапан, зворотний клапан, витяжна решітка, витяжна шахта, опалювальний прилад, збірний витяжний канал, витяжний вентилятор, повітрообмін

NATURAL VENTILATION IN DWELLINGS OF MULTISTORY BUILDINGS

SKRYPNIKOV V. B.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*
ZAVGORODNYAYA E.² *P., Asis.*,
STETS D.V.³, *stud.*

¹ Department of heating, ventilation and quality of air environment, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5614-8467

² Department of heating, ventilation and quality of air environment, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9583-8548

³ Department of heat-gas supply, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-6480-1921

Abstract. Purpose. The aim this work is to provide an organized air exchange in apartments of apartment houses by the device controlled ventilation. **Methodology.** To achieve this goal prompted to install air inlets, valves, installed in the window sash or in the outer wall. Systems of supply and exhaust mechanical ventilation is recommended to equip the facilities for heat recovery and exhaust air units for cooling and humidification (air conditioning). In systems with natural ventilation by removing exhaust air is carried out through the attic or on the roof of the mine. In homes with a warm attic arrange a vent shaft on the house-tower, or in the section provided a hermetic separation of the sections from each other. In homes without a warm attic exhaust shafts on the roof equipped with baffles. Removal of air from the rooms of apartments is carried out through exhaust grilles or flaps on the upper floors of the house, air removal is carried out by individual exhaust fans through channels. **Findings.** Installation adjustable ventilation air to normalize the heat-flats mode to provide the desired breathability and reduce heat losses by 10-15% and in case of utilization of 20-25%. Obtained schemes of natural ventilation systems separate teams exhaust duct in a building with a warm attic and without. **Originality.** The optimal scheme of air provides the simplicity and low cost, as well as the virtual absence of maintenance required. A plant air supply devices, valves, in turn, the normative air exchange and reduces noise penetration into the apartments to the level of regulatory compliance. **Practical value.** A new multistory residential building equipped with an effective ventilation system that allows you to maintain hygiene standards, despite the fact that infiltration through metal Windows and doors missing.

Keywords: supply and exhaust device, valve, check valve, exhaust grille, exhaust shaft, heater, collecting exhaust duct, an exhaust fan, air exchange.

Введение

Организованный воздухообмен, вентиляция, является основным способом обеспечения чистоты воздуха в квартирах жилых домов. От качества и надежности работы вентиляции зависит комфортность проживания, сохранность и долговечность конструкций.

В жилищном строительстве, как правило, применяются системы естественной приточно-вытяжной вентиляции. Приточный, наружный воздух поступает в квартиры через неплотности в оконных переплетах, форточки, фрамуги или открываемые окна. Основными достоинствами естественной вентиляции являются простота и невысокая ее стоимость, а также практическое

отсутствие необходимости ее обслуживания. Недостатками являются неустойчивый воздушный режим квартир, вызываемый значительным влиянием температуры наружного воздуха и влиянием ветра, дискомфорт от использования форточек при низких наружных температурах. Открывание форточек приводит обычно к избыточному проветриванию и охлаждению помещений, что особенно проявляется в периоды похолоданий.

Высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания: имеет место высокая влажность и низкое качество воздуха, возрастает вероятность грибковых поражений конструкций. Разгерметизация квартир путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяет обеспечивать требуемый микроклимат в квартирах и значительно снижает эффективность использования тепла, затраты которого на подогрев вентиляционного воздуха в современной квартире превышают потери тепла через наружные ограждения. Открывание форточек вызывает повышенный уровень шума, проникающего в квартиры домов, выходящих на улицы [2].

Устройство регулируемой вентиляции с естественным притоком через специальные приточные устройства – клапаны, обеспечивающий нормативный воздухообмен и снижающей проникающий шум в квартирах до уровня нормативных требований, и с механической вытяжной или механической приточно-вытяжной вентиляцией, в том числе с утилизацией теплоты вытяжного воздуха, позволяет нормализовать воздушно-тепловой режим квартир, обеспечить требуемый воздухообмен, снизить затраты тепла на 10-15%, а в случае использования утилизации на 20–25%.

В настоящее время имеются материалы исследований воздушно-теплого режима квартир, опыт проектирования и строительства жилых домов с различными системами вентиляции. На рынке материалов и оборудования присутствуют все необходимые элементы систем вентиляции практически любой конфигурации.

Настоящие Технические рекомендации являются специальными нормативно-методическим документом по вопросам вентиляции квартир в жилых зданиях.

Общие положения

Настоящие Технические рекомендации распространяются на проектирование систем естественной и механической вентиляции квартир вновь строящихся и реконструируемых жилых домов и жилой части многофункциональных зданий [2].

Рекомендации разработаны в развитие СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и

кондиционирование воздуха» (изд. 2003г.), СНиП 2.08.01-89* «Жилые здания».

При проектировании, строительстве и эксплуатации систем вентиляции жилых квартир следует руководствоваться нормативными документами, действующими на Украине, а также положениями настоящих Технических рекомендаций.

Рекомендации распространяются на проектирование систем вентиляции квартир, в которых сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей, входных дверей в квартиру, дверей и люков коммуникационных шахт соответствует требованиям ДБН В 2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Нормативные ссылки

1. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
2. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ Шум. Общие требования безопасности.
3. Стандарт АВОК. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.
4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
5. СНиП 23-02-03. Тепловая защита зданий.
6. СНиП 2.04.05-91* (изд. 2003г.) Отопление, вентиляция и кондиционирование.
7. СНиП 2.08.01-89*. Жилые здания.
8. СНиП II-12-77. Защита от шума.
9. СанПиН 2.1.2. 1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.
10. СН 2.2.4/2.18.562-96. Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
11. МГСН 3.01-01. Жилые здания.
12. МГСН 2.04-97. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях.
13. Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.

Виды и типы систем

В квартирах жилых домов могут применяться следующие виды систем вентиляции:

- системы естественной вентиляции, с естественным притоком и удалением воздуха;
- системы смешанной вентиляции, с механическим удалением и с естественным притоком воздуха;
- с механическим притоком и естественным удалением воздуха;
- системы механической приточно-вытяжной вентиляции.

В квартирах жилых домов могут применяться следующие типы систем вентиляции:

централизованные, индивидуальные и смешанные [3].

Системы приточно-вытяжной механической вентиляции рекомендуется оборудовать установками для утилизации тепла вытяжного воздуха (при технико-экономическом обосновании) и могут быть оборудованы установками для охлаждения и увлажнения (кондиционирования) воздуха [2].

Рекомендуется выбирать тип и вид системы вентиляции в соответствии с данными табл.1 с учетом требований технического задания на проектирование [3].

Системы естественной вентиляции могут быть с удалением вытяжного воздуха через теплый чердак (рис.1) или шахты на кровле (рис. 2).

Системы естественной вентиляции с удалением вытяжного воздуха через теплый чердак не следует применять в домах ниже 6 этажей [6].

При проектировании систем вентиляции в домах с теплым чердаком следует устраивать одну вытяжную шахту на дом-башню или на секцию при условии герметичного разделения секций друг от друга. Вытяжная шахта с соотношением сторон не более 1:2 с открытым оголовком должна иметь высоту не менее 4,5м от верха перекрытия над последним этажом. Для сбора атмосферных осадков на полу чердака под шахтой размещается поддон глубиной 250мм. В расчетных условиях температура должна быть не ниже 14°C [3] [5].

Таблица 1

**Типы и виды систем вентиляции и рекомендуемая область их применения/
Types and ventilation and recommended area of application systems**

Приточная система	Вытяжная система	Рекомендуемая область применения
Естественная	Естественная	Квартиры 2-й категории «Экономические»
Естественная	Механическая централизованная	Квартиры 2-й категории «Экономические»
Естественная	Механическая индивидуальная	Квартиры 2-й категории «Экономические» и «Средние»
Механическая централизованная	Естественная	Квартиры 1-й и 2-й категории «Средние»
Механическая индивидуальная	Естественная	Квартиры 1-й и 2-й категории «Средние»
Механическая централизованная**	Механическая централизованная	Квартиры 1-й и 2-й категории «Средние»
Механическая централизованная**	Механическая индивидуальная	Квартиры 1-й и 2-й категории «Средние»
Механическая индивидуальная**	Механическая индивидуальная	Квартиры 1-й категории*– «Средние» и «Элитные»
Механическая индивидуальная**	Механическая централизованная	Квартиры 1-й категории*– «Средние» и «Элитные»

*По МГСН 3.01-01 «Жилые здания»

**Возможна утилизация и/или кондиционирование

Температура наружного воздуха зависит от скорости ветра (табл. 2) и солнечной радиации (табл.3). [1].

Таблица 2

**Связь температуры наружного воздуха и скорости ветра/
Communication outside air temperature and wind velocity**

Температура воздуха $T_o, ^\circ\text{C}$	Скорость ветра $V_o, \text{ м/с}$							
	0÷2	3	4	5	6÷9	10÷13	14÷17	18÷20
0	92	26	33	19	80	30	9	1
-1	28	4	4	7	18	8	5	-
-2	25	-	7	10	18	10	4	-
-3	19	2	5	10	13	5	3	-
-4	16	1	4	1	5	5	-	1
-5	14	2	-	-	4	1	1	1
-6	5	4	-	-	-	3	3	-
-7	1	2	-	-	1	3	6	1
-8	7	1	1	1	5	4	1	1

Таблица 3

Связь температуры наружного воздуха и солнечной радиации/
Communication outdoor temperature and solar radiation

Температура воздуха $T_a, ^\circ\text{C}$	Скорость ветра $V_0, \text{ м/с}$							
	0÷50	51÷100	101÷200	201÷300	301÷400	401÷500	501÷600	601÷700
0	189	31	36	18	8	3	2	3
-1	57	6	7	2	1	1	-	-
-2	48	7	10	3	3	2	-	1
-3	38	5	4	5	2	1	1	1
-4	21	3	5	3	-	1	-	-
-5	18	2	1	-	-	1	1	-
-6	12	1	1	1	-	-	-	-
-7	9	1	1	-	1	-	2	-
-8	16	-	2	2	-	-	-	-

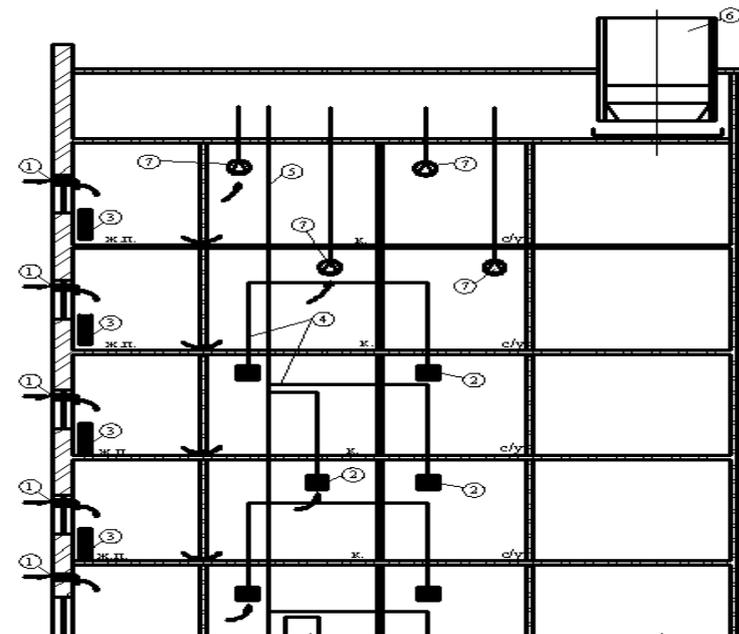


Рис. 1 Схема системы естественной вентиляции с отдельными и общим сборным вытяжным каналом в здании с теплым чердаком/
Diagram of natural ventilation system with separate and common rallying extraction duct in a building with a warm attic

Обозначения:
ж.п. – жилое помещение;
к – кухня;
с/у – санузел;
1 – приточное устройство;
2 – вытяжное устройство;
3 – отопительный прибор;
4 – вытяжные каналы;
5 – сборный вытяжной канал;
6 – вытяжная шахта;
7 – вытяжной вентилятор (индивидуальный).

Table of symbols:
l.r. – living room,
k – kitchen,
b – bathroom,
1 – the supply device;
2 – exhaust device;
3 – heater;
4 – exhaust ducts;
5 – collecting exhaust duct;
6 – exhaust shaft;
7 – exhaust fan (individual).

В домах без теплого чердака вытяжные шахты на кровле следует оборудовать дефлекторами [4].

Приток воздуха в помещения квартиры осуществляется через приточные клапаны, устанавливаемые в переплете окна или в наружной стене. Допускается осуществлять приток воздуха через форточки, фрамуги или открывающиеся створки окон, оборудованные фиксаторами, в домах с окнами, выходящими на улицу если уровень уличного шума не превышает 60дБА [3], [5].

Удаление воздуха из помещений квартиры осуществляется через вытяжные устройства – вытяжные решетки или клапаны. Вытяжные устройства присоединяются к вертикальному сборному каналу через воздушный затвор, спутник. Вертикальные сборные каналы следует предусматривать общими или разделенными для кухонь и туалетов. В случае использования общего вертикального сборного канала вытяжные устройства из кухни, ванной комнаты и туалета

должны присоединяться через отдельные спутники [3].

Удаление воздуха из помещений квартир верхних этажей дома, как правило, осуществляется индивидуальными вытяжными вентиляторами через отдельные каналы. Число этажей, квартиры которых должны быть оборудованы индивидуальными вентиляторами, определяется расчетом.

В системах естественной вентиляции допускается устанавливать индивидуальные бытовые вытяжные вентиляторы на вытяжных установках каждой квартиры, как правило, в системах с индивидуальными вертикальными каналами.

Системы механической вытяжной вентиляции с естественным притоком воздуха проектируются с центральными вытяжными вентиляторами или индивидуальными вытяжными вентиляторами [3].

Приток воздуха в помещения квартиры осуществляется так же, как в системах естественной вентиляции [2].

Системы проектируются с общим или отдельными вертикальными сборными каналами для кухонь, ванных комнат и туалетов.

Индивидуальные вытяжные вентиляторы должны иметь обратный клапан, предотвращающий перетекание воздуха между квартирами через сборный канал.

Системы механической приточной вентиляции с естественным удалением воздуха проектируются с центральным приточным вентилятором или индивидуальными приточными вентиляторами.

Приток воздуха в помещения квартиры осуществляется в жилые помещения.

Системы проектируются с общим или отдельными вертикальными сборными каналами для кухонь, ванных комнат и туалетов.

Системы механической приточной вентиляции, как правило, должны иметь устройства утилизации тепла вытяжного воздуха для подогрева приточного воздуха. Воздухораспределители для подачи приточного воздуха устанавливаются в жилых помещениях, вытяжные устройства – в подсобных помещениях (кухнях, ванных, туалетах, постирочных, кладовых и т.п.).

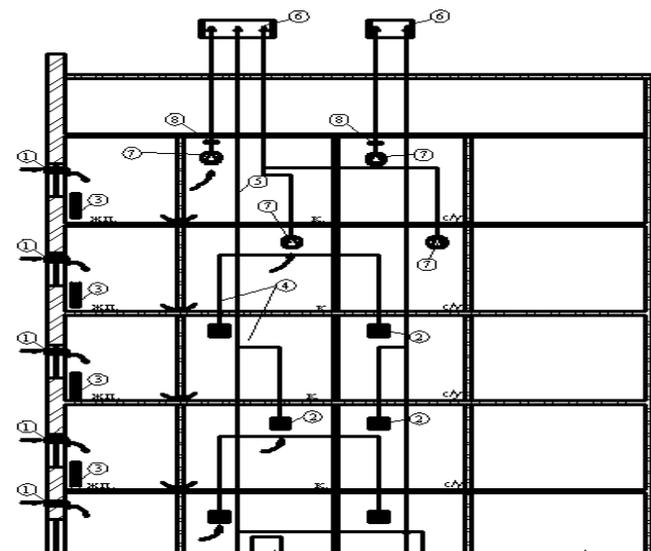


Рис. 2 Схема системы естественной вентиляции с отдельными сборными вытяжным каналами/
Diagram of natural ventilation system with separate teams of exhaust channels

Обозначения:

- ж.п. – жилое помещение;
к – кухня;
с/у – санузел;
1 – приточное устройство;
2 – вытяжное устройство;
3 – отопительный прибор;
4 – вытяжные каналы;
5 – сборный вытяжной канал;
6 – вытяжная шахта с дефлектором;
7 – вытяжной вентилятор (индивидуальный);
8 – обратный клапан.

Table of symbols:

- l.r. – living room,
k – kitchen,
b – bathroom,
1 – the supply device;
2 – exhaust device;
3 – heater;
4 – exhaust ducts;
5 – collecting exhaust duct;
6 – exhaust shaft with baffle;
7 – exhaust fan (individual);
8 – check valve

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий Москва «АВОК-ПРЕСС» –2002. –с.133.
2. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома Москва ТР АВОК-4–2004. –с.5–10.
3. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование Государственный комитет РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –2003.–с. 42-55
4. СНиП 2.08.01-89*. Жилые здания Государственный строительный комитет СССР–1989. –с.17-18
5. СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям Минздрав России Москва 2001.–с. 3-14
6. Ливчак И. Ф., Наумов А. Л. Вентиляция многоэтажных зданий Москва «АВОК-ПРЕСС» –2005. –с.15-33.

REFERENCES

1. Tabunshchikov Y. A., Brodach M. M. Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoy effektivnosti zdaniy [Mathematical modeling and optimization of the thermal performance of buildings]/ Tabunshchikov Y. A., Brodach M. M// Moscow «AVOK-PRESS» -2002. –p.133.
2. Tabunshchikov Yu. A., Brodach M. M. Tekhnicheskie rekomendatsii po organizatsii vozdukhoobmena v kvartirakh mnogoetazhnogo zhilogo doma [Technical advice on the organization of air exchange in apartments of apartment houses] Tabunshchikov Y. A., Brodach M. M// Moscow TR-4–2004. –pp. 5-10
3. SNiP 2.04.05-91* Heating, ventilation and air conditioning [SNiP 2.04.05-91* Heating, ventilation and air conditioning, the State Committee] RUSSIAN FEDERATION -2003.–pp. 42-55
4. SNiP 2.04.05-91* Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie [SNiP 2.08.01-89*. Residential building of the State construction Committee] USSR–1989. –pp. 17-18
5. SanPiN 2.1.2.1002-00 Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k zhilym zdaniyam i pomeshcheniyam [SanPiN 2.1.2.1002-00 Sanitary-epidemiological requirements to residential buildings and premises Ministry of health] Russia, Moscow, 2001.–pp. 3-14
6. Livchak I. F., Naumov A. L. Ventilyatsiya mnogoetazhnykh zdaniy «AVOK-PRESS» [Ventilation of multi-storey buildings] / Livchak I. F. , Naumov A. L.// Moscow "AVOK-PRESS" -2005. –p. 15-33.

Стаття надійшла до редколегії 25.09.2016