

УДК 697.952.2

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В КВАРТИРАХ МНОГОЭТАЖНОГО ДОМА

СКРЫПНИКОВ В. Б.¹, *д.т.н, проф.*,
ЗАВГОРОДНЯЯ Е. П.², *асис.*
ОКУНЕВИЧ А. А.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: 0000-0003-3490-4983.

Аннотация. *Цель.* Целью данной работы является методика расчета естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий. *Методика.* Для достижения поставленной цели необходимо выполнить аэродинамический расчет с учетом параметров указанных в нововведенных установках приточных устройств- клапанов. В зависимости от перепада давлений и расхода приточного воздуха. *Результаты.* Установка регулируемой вентиляции позволяет учесть давление и расход, влияющий на правильный подбор и работоспособность указанного оборудования. *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; потери давления; скорость воздуха

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРИРОДНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ В КВАРТИРАХ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

СКРИПНИКОВ В. Б.¹, *д.т.н, проф.*,
ЗАВГОРОДНЯ О. П.², *асис.*
ОКУНЕВИЧ А. А.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: ORCID ID: 0000-0002-9583-8548

³ Кафедра теплогазопостачання, 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: 0000-0003-3490-4983

Анотація. *Мета.* Метою даної роботи є методика розрахунку природної вентиляції багатоповерхових житлових будинків. *Методика.* Для досягнення поставленої мети необхідно виконати аеродинамічний розрахунок з урахуванням параметрів зазначених у нововведених установках припливних пристроїв-клапанів. Залежно від перепаду тисків і витрати припливного повітря. *Результати.* Установка регульованої вентиляції дозволяє врахувати тиск і витрати, що впливають на правильний підбір і працездатність зазначеного обладнання. *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 багатоповерхові житлові будинки обладнуються ефективною системою вентиляції, яка дозволяє підтримувати санітарно-гігієнічні норми, незважаючи на те, що інфільтрація через металлопластикові 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; втрати тиску; швидкість повітря

METHOD OF CALCULATION OF NATURAL VENTILATION IN THE APARTMENTS OF A MULTI-STAGE HOUSE

SKRYPNIKOV V. B.¹, Dr. Sc. (Tech.), Prof.
ZAVGORODNYAYA E. P.², Asis.,
OKUNEVICH A. A.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: 0000-0003-3490-4983

Abstract. Purpose. The aim of this work is the methodology for calculating the natural ventilation of multi-storey residential buildings. **Methodology.** To achieve this goal, it is necessary to perform an aerodynamic calculation taking into account the parameters of the air-supply devices specified in the newly introduced plants. Depending on the pressure difference and the supply air flow. **Findings.** The installation of controlled ventilation allows you to take into account the pressure and flow, which affects the correct selection and operation of the equipment. **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; loss of pressure; air velocity

Расчет расхода воздуха в квартире $L_{\text{вент}}$, м³/ч, следует принимать по табл. 1.

Расчетную температуру наружного воздуха $t_{\text{н расч}}$, °C, и расчетную скорость ветра $V_{\text{ветр}}$, м/с, следует принимать в соответствии со СНиП 2.04.05-91*

$$t_{\text{н расч}}=5; V_{\text{ветр}}=0.$$

Расчетное располагаемое давление $\Delta p_{\text{расч}}$, для квартир каждого этажа следует определять по формуле $\Delta p_{\text{расч}}=g(\rho_{\text{н}}-\rho_{\text{в}})h_{\text{расч}}$, (1)

где $\rho_{\text{н}}$ и $\rho_{\text{в}}$ - соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха при расчетных температурах, кг/м³;

$h_{\text{расч}}$ - расстояние по вертикали от центра приточного устройства до устья вытяжной шахты, м

Сопrotивление воздушного тракта (потери давления) системы вентиляции должно быть меньше величины располагаемого давления с запасом 10%: $\Delta p_{\text{расч}}=0,9(\Delta p_{\text{прит}}+p_{\text{выт}}+\Delta p_{\text{спут}}+\Delta p_{\text{кан}}+p_{\text{т.чер.}}+\Delta p_{\text{шахт}})$, (2)

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

$\Delta p_{\text{выт}}$ - вытяжных устройствах;

$\Delta p_{\text{спут}}$ - потери давления в спутнике;

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

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

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

При расчете сопротивления воздушного тракта

Рекомендуется принимать:

$$(\Delta p_{\text{прит}}+p_{\text{выт}}+\Delta p_{\text{спут}})\geq 6 \div 9 \text{ Па};$$

$$V_{\text{спут}}=1,0 \div 1,5 \text{ м/с},$$

где $V_{\text{спут}}$ - скорость воздуха в спутнике м/с;

$$V_{\text{кан}}=2,0 \div 3,5 \text{ м/с},$$

где $V_{\text{кан}}$ - скорость воздуха в сборном канале м/с;

$$V_{\text{шахт}}\leq 1 \text{ м/с}; \Delta p_{\text{шахт}}\approx 1 \text{ Па},$$

где $V_{\text{шахт}}$ - скорость воздуха в вытяжной шахте, м/с.

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

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

Если величина располагаемого давления недостаточна для установки приточных клапанов,

например, на верхних этажах, следует использовать форточки или устанавливать индивидуальные вытяжные вентиляторы с обратными клапанами.

Число этажей, где следует установить индивидуальные вытяжные вентиляторы, определяется расчетом.

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

Расчетные расходы тепла на вентиляцию.

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

где c_p – теплоемкость воздуха, $c_p = 1,005 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$;

ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м^3 ;

$L_{\text{вент}}$ – расчетный расхода воздуха в квартире, $\text{м}^3/\text{ч}$

t_n и t_v – соответственно значения температуры наружного и внутреннего воздуха в квартире при расчетных для проектирования вентиляции условиях.

При расчете расхода тепла на вентиляцию расход воздуха, удаляемого надплитным зонтом, не учитывается.

Таблица 1

**Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов/
Maximum permissible concentration of pollutants in the air of settlements**

Вещество	Предельно-допустимая концентрация в наружном воздухе $q_{\text{нпдк}}$, мг/м^3	
	Максимальная разовая	Среднесуточная
Азота двуокись	0,085	0,04
Пыль нетоксичная	0,5	0,15
Свинец	0,001	0,0003
Сернистый ангидрид	0,5	0,05
Углеводороды (бензол)	0,3	0,1
Углерода окись	5	3
Фенол	0,01	0,003
Углекислый газ:		
- населенная местность (село),	650	650
- малые города,	800	800
- большие города	1000	1000

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

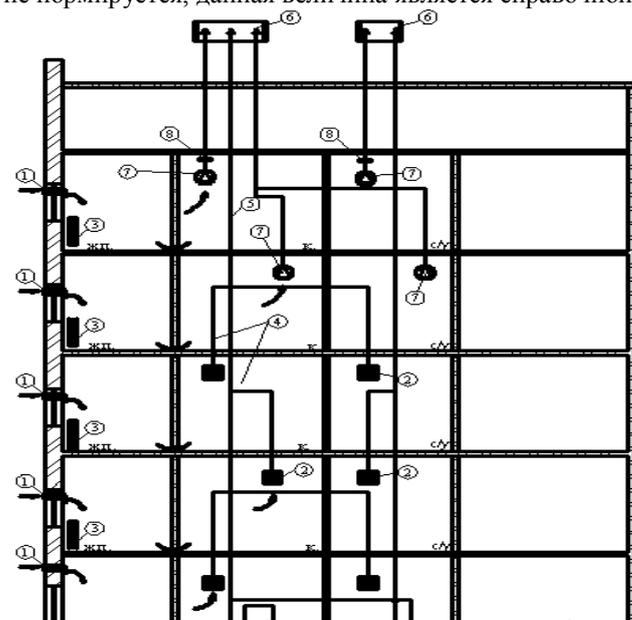


Рис. 1 Схема системы естественной вентиляции с отдельными сборными вытяжным каналами/

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

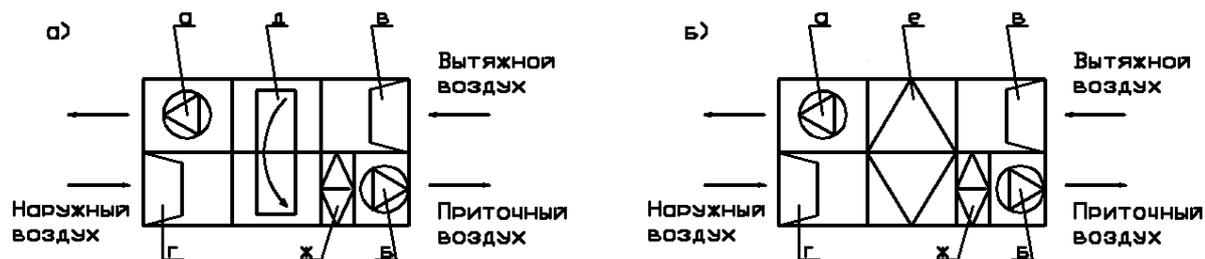


Рис. 2 Утилизаторы тепла наружного воздуха: а) регенеративный, б) рекуперативный/
Heat recovery of outdoor air: a) regenerative, b) recuperative

Обозначения: а – вытяжной вентилятор, б – приточный вентилятор; в – фильтр вытяжного воздуха; г – фильтр приточного воздуха, д – регенеративный теплообменник, е – рекуперативный теплообменник, ж – нагреватель для догрева приточного воздуха.

Notation: a - exhaust fan, b - supply air fan; c - exhaust air filter; g - the filter of supply air, d - regenerative heat exchanger, e - recuperative heat exchanger, ж - heater for reheating of supply air.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Табунщиков Ю. А., Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома/ Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. // Москва ТР АВOK-4-2004. –с.10-20.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование: СНиП 2.04.05-91*/ Государственный комитет РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –2003.–с. 42-55
3. Жилые здания: СНиП 2.08.01-89*/ Государственный строительный комитет СССР–1989. –с.17-18
4. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям : СанПиН 2.1.2.1002-00 / Минздрав России, Москва 2001.–с. 3-14
5. И. Ф. Ливчак, Вентиляция многоэтажных зданий/ И. Ф. Ливчак, А. Л. Наумов// Москва «АВОК-ПРЕСС» –2005. – с.15-33.
6. 2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»: ДБН В.2.5-67: Київ 2013. –с. 37-46
7. «Теплова ізоляція будівель»: ДБН В.2.6-31:2006 / Київ 2006–с. 7-19.
8. 2010 «Будівельна кліматологія» : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 / Київ 2010–с. 5-15.
9. «Житлові будинки» : ДБН В.2.2-15:2005 / Київ 2005–с. 26-31
10. Табунщиков Ю. А Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий/ Табунщиков Ю. А., Бродач М. М// Москва «АВОК-ПРЕСС» –2002. –с.133.
11. Тепловая защита зданий : СНиП 23-02-03 / Государственный комитет РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –2003.–с. 3-31
12. Защита от шума : СНиП II-12-77 / Государственный строительный комитет СССР–1977. –с.37-46

REFERENCES

1. 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. 10-20
2. SNiP 2.04.05-91* *Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie* [SNiP 2.04.05-91* Heating, ventilation and air conditioning, the State Committee] RUSSIAN FEDERATION -2003.–pp. 42-55
3. SNiP 2.08.01-89* *Zhilye zdaniya* (SNiP 2.08.01-89*). [Residential building of the State construction Committee] USSR–1989. –pp. 17-18
4. 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
5. I.F. Livchak, A.L. Naumov *Ventilyatsiya mnogoetazhnykh zdaniy* «AVOK-PRESS» [Ventilation of multi-storey buildings] / I.F. Livchak, A.L. Naumov// Moscow "AVOK-PRESS" -2005. –p. 15-33.
6. DBN V.2.5-67:2013 *Opalennya, ventilyatsiya ta kondytsionuvannya* [DBN V.2.5-67: 2013 Heating, ventilation and airconditioning] // Ukraine, Kyiv, 2013.–pp. 37-46
7. DBN V.2.6-31:2006 *Teplova izolyatsiya budivel'* [DBN V.2.6-31: 2006 Thermal insulation of buildings] //Ukraine, Kyiv, 2006. – pp. 7-19.
8. DSTU-N B V.1.1-27:2010 *Budivel'na klimatohiya* [ISO-H B V.1.1-27: 2010 Building Climatology] Ukraine, Kyiv, 2010.– pp. 5-15.
9. DBN V.2.2-15:2005 *Zhytlovi budynky* [DBN V.2.2-15: 2005 Residential buildings]// Ukraine, Kyiv, 2005.– pp. 26-31
10. 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.
11. SNiP 23-02-03 *Teplovaya zaschita* [SNiP 23-02-03 Thermal protection of buildings] State Committee of the RUSSIAN FEDERATION -2003.-pp. 3-31
12. SNiP II-12-77 *Zashchita ot shuma* [SNiP II-12-77 Protection against noise] State building committee of the USSR-1977. - pp.37-46