

DOI: 10.34031/article_5d35d0b78284d1.97759530

¹Абдразаков Ф.К., ^{1,*}Поваров А.В.¹Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова

Россия, 410012, Саратов, Театральная пл., 1

*E-mail: povarov-av2012@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Аннотация. Выполнен анализ существующих исследований в области системы естественной вентиляции, определены имеющиеся общие недостатки, характерные для системы вентиляции многоквартирных жилых домов серии 114-85 вторичного жилищного фонда. Показана неустойчивость работы системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома, характеризующаяся переменным воздухообменом и опрокидыванием вентиляции в вентиляционных каналах. Проведены натурные исследования эффективности работы системы естественной вентиляции помещений многоквартирного жилого дома серии 114-85, расположенного в г. Саратове. По результатам исследований выявлено отсутствие тяги и наличие обратной тяги в вытяжных каналах системы вентиляции. Установлена изначальная причина отсутствия нормальной тяги в системе вентиляции, связанная с ее расчетом в проекте строительства дома серии 114-85 для открытого режима работы. Определена повышенная герметичность окон и дверей квартир, приводящая к обратной тяге и невозможности равномерного распределения воздуха по вертикали дома, из-за чего устройство только вытяжной системы естественной вентиляции многоквартирного дома является неэффективным. Установлено, что на вытяжку воздуха из помещений квартир постоянно работает только вентиляционный канал на кухне, поскольку двери в ванную и санузел имеют плотный притвор, не соответствующий нормативным показателям. Выполнен анализ работы системы вентиляции на примере трехкомнатных квартир одного подъезда жилого дома, показавший необходимость применения дополнительных приточных устройств для регулируемого притока наружного воздуха в помещения квартир. Предусмотрено применение приточных стеновых клапанов марки КИВ-125 и оконных вентиляционных клапанов марки Air Vox Comfort. Представлена методика подбора современных высокоэффективных энергосберегающих моделей турбодетекторов, повышающих тягу в вытяжных вентиляционных каналах на 40 % и независящих от направления и порывов ветра.

Ключевые слова: многоквартирный дом, микроклимат помещений, естественная вентиляция, воздухообмен.

Введение. Воздухообмен в жилых помещениях многоквартирных домов серии 114-85 вторичного жилищного фонда г. Саратова обеспечивается за счет системы естественной вентиляции, как наиболее экономичной. Эффективность и правильность работы системы вентиляции помещений многоквартирных жилых домов оказывает прямое влияние на обеспечение комфортности и безопасности проживания в них людей. По данным АО «Саратовгаз» в 2017 году в г. Саратове 61 человек пострадал от отравления угарным газом, в 2018 г. пострадало от отравления угарным газом 54 человека, из них 21 человек – по причине отсутствия тяги и наличия обратной тяги в вентиляционных каналах при применении газоиспользующего оборудования [1].

Неустойчивая работа системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома характеризуется переменным воздухообменом, создаваемым системой, неравномерностью воздухообмена и температур внутреннего воздуха по этажам, опрокидыванием вентиляции в вентиляционных каналах. Опрокидывание вентиляции в

вентиляционных каналах носит необратимый характер и требует включения дополнительных источников тяги, например, повышенного ветрового напора [2].

Задача повышения эффективности работы системы естественной вентиляции многоквартирных жилых домов серии 114-85 вторичного жилищного фонда в настоящее время является до конца не решенной и поэтому актуальной.

Методика. Проводились натурные исследования по определению эффективности работы системы естественной вентиляции каменного многоквартирного жилого дома серии 114-85 (рис. 1). Этажность объекта – 10. Год постройки – 1987. Район эксплуатации – г. Саратов. Здание расположено в жилой застройке с уровнем транспортного шума у фасада $L_{A2m}=53$ дБА [1]. Оконные и дверные балконные блоки выполнены из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами.

Система вентиляции дома - естественная, с неорганизованным притоком воздуха через неплотности ограждающих конструкций и организованным удалением воздуха через вытяжные

вентиляционные каналы, расположенные на кухне и в санузле [1, 3]. Каждый вертикальный вытяжной вентиляционный канал квартир имеет два ствола, по одному осуществляется транзит воздуха из кухонь, по другому – из санузла и ванной комнаты. Вентиляционные индивидуальные каналы сечением 140×140 мм вытяжной системы вентиляции расположены во внутренних кирпичных стенах и имеют непосредственный выход на крышу, поскольку многоквартирный дом имеет «холодный чердак». Вытяжные каналы системы вентиляции на кровле здания оборудованы зонтиками (рис. 2).



Рис. 1. Исследуемый многоквартирный жилой дом серии 114-85 в г. Саратове

Исследования системы вентиляции проводились в зимние месяцы (декабрь 2018 г. – январь 2019 г.). В холодный период года измерения показателей микроклимата проводились при температуре наружного воздуха не выше минус 5°C при наличии облачности [1].

Применяемые при исследовании системы вентиляции и определения параметров микроклимата помещений квартир приборы и оборудование: измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП - М», Пирометр «ADA TemPro



Рис. 3. Замеры скорости воздуха в помещениях квартир

Проведенные инструментальные замеры подтвердили отсутствие тяги и наличие обратной тяги в вытяжных каналах системы вентиляции ряда квартир (рис. 3). Измеренные величины воз-

духообмена в квартирах при закрытых окнах составили всего $3,9 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при открытии створок окон – $58,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, что говорит о повышенной герметичности окон и дверей и невозможности обес-

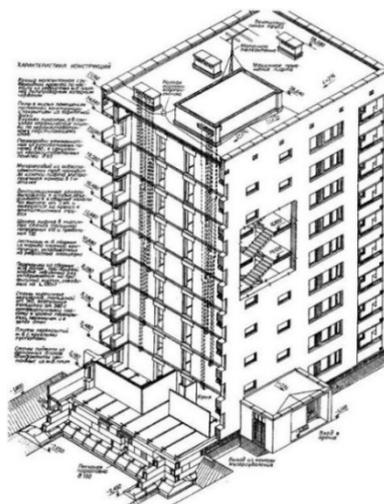


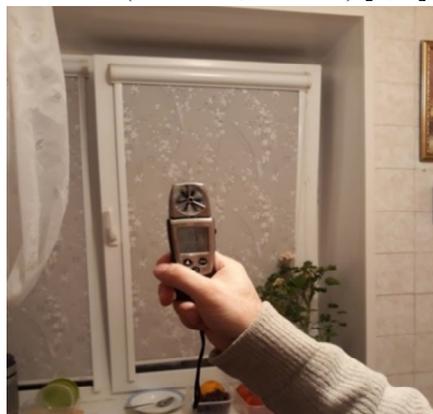
Рис. 2. Расположение вентиляционных каналов во внутренних кирпичных стенах с выходом на кровлю дома

На основании СТО НП «АВОК» 2.1-2017 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» расход воздуха в вытяжном канале определялся по результатам замеров скорости движения воздуха v_i на соответствующих участках системы вентиляции. С учетом площади их поперечного сечения f_i расход воздуха составил, $\text{м}^3/\text{ч}$ [1, 5, 6]:

$$L_{\text{изм.}i} = 3600v_i f_i, \quad (1)$$

где v_i – расчетная скорость движения воздуха на i -ом участке вытяжного канала, м/с; f_i – площадь поперечного сечения вентиляционного вытяжного канала, м^2 .

Оценка эффективности системы естественной вентиляции проводилась при разности температур внутреннего и наружного воздуха 13°C и выше ($t_a=20^\circ\text{C}$, $t_n=5^\circ\text{C}$) [1, 7].



духообмена в квартирах при закрытых окнах составили всего $3,9 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при открытии створок окон – $58,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, что говорит о повышенной герметичности окон и дверей и невозможности обес-

печения требуемого воздухообмена в помещениях квартир (таблица 1). Данные выводы подтверждаются и результатами замеров, сделанных в вытяжных вентиляционных каналах.

Таблица 1

Измеренные величины воздухообмена в помещениях дома

Положение окна	Величина воздухообмена, м ³ /ч	От нормативного значения, %	
		2-х комнатная квартира	3-х комнатная квартира
Закрытые створки окон	1,51–3,9	1,17–3,3	1,15–3,1
Открытые створки окон (до упора)	44,2–58,4	35,2–48,8	31,1–44,6

Было установлено, что отсутствие нормальной тяги в системе вентиляции исследованных квартир связано изначально с тем, что расчет системы вентиляции с естественным побуждением по проекту строительства домов серии 114-85 был выполнен для открытого режима ($t_n=5^\circ\text{C}$), т. е. при открытых форточках или створках. Проектом запрещалось заклеивать форточки или узкие створки окон, заделывать щели под дверями в санузел и кухни (0,02 м), устанавливать в вентиляционные каналы вентиляторы в квартирах с 1 по 7 этажи. В настоящее время жильцы квартир верхних этажей вынуждены постоянно открывать створки окон для создания нормальной тяги в каналах системы вентиляции. Фактически на вытяжку воздуха из помещений квартиры постоянно работает только вентиляционный канал, расположенный на кухне, поскольку двери в ванную и санузел открываются редко и имеют плотный притвор, то есть отсутствует необходимый проектный зазор снизу дверей, равный 0,02 м.

Результаты данных исследований говорят о повышенной герметичности окон и дверей квартир, которая приводит к опрокидыванию движения воздуха в вытяжных каналах (обратная тяга), перемещению его из верхних этажей дома в нижние и невозможности его равномерного распределения по вертикали дома. Таким образом, устройство только вытяжной системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома серии 114-85 оказалось неэффективным [1, 2, 5, 8].

Основная часть. В ходе исследований был проведен анализ работы системы вентиляции на примере трехкомнатных квартир одного подъезда рассматриваемого многоквартирного жилого дома.

На основании СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» расчетными для проектирования естественной вытяжной вентиляции являются нормативные условия: температура наружного воздуха $+5^\circ\text{C}$, безветрие, температура внутреннего воздуха равна расчетной, фрамуги окон открыты.

С учетом данных СП 131-13330.2012 «Строительная климатология» были учтены расчетные параметры холодного периода года: температура внутреннего воздуха $t_e=20^\circ\text{C}$; температура наружного воздуха $t_n=-25^\circ\text{C}$; расчетная скорость ветра $v_e=3,5\text{ м/с}$.

Определили требуемый воздухообмен в 3-х комнатной квартире, для чего приняли количество проживающих – 3 человека.

Общая площадь квартиры составляет $F_{\text{общ}}=61,53\text{ м}^2$; площадь жилых помещений квартиры $F_{\text{жил}}=38,5\text{ м}^2$; высота помещений $h=2,48\text{ м}$; на кухне установлена четырехконфорочная газовая плита ПГ-4; объем отапливаемых помещений $V_{\text{от.п.}}=152,6\text{ м}^3$; объем жилых помещений $V_{\text{жил.п.}}=95,5\text{ м}^3$.

Согласно СП 60.13330.2016 воздухообмен квартиры должен быть не менее суммарной нормы вытяжки из санузла, ванной комнаты и кухни или нормы притока, равной не менее 1 крата при жилой площади менее 20 м^2 на человека.

Требуемый воздухообмен жилых помещений квартиры в режиме обслуживания составил (приточный воздух):

$$L_{\text{тр.жил.}} = 95,5 \cdot 1 = 95,5\text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{Приняли } L_{\text{тр.жил.}} = 100\text{ м}^3/\text{ч}.$$

Сопоставление величин требуемого воздухообмена жилых помещений (приточный воздух) $L_{\text{тр.жил.}} = 100\text{ м}^3/\text{ч}$ и суммарного воздухообмена кухни, санузла, ванной и коридора (удаляемый воздух) $L_{\text{сум.}} = 90 + 50 + 25 + 0 = 165\text{ м}^3/\text{ч}$, показало $L_{\text{сум.}} > L_{\text{тр.жил.}}$, то в качестве расчетного воздухообмена квартиры была принята наибольшая величина $L_{\text{тр.раб.}} = 165\text{ м}^3/\text{ч}$.

Таким образом, система естественной вентиляции 3-х комнатной квартиры должна обеспечивать расчетный воздухообмен в режиме обслуживания (в режиме проектной эксплуатации) $L_{\text{тр.раб.}}=165\text{ м}^3/\text{ч}$; в нерабочем режиме $L_{\text{тр.нер.}} = 19,1\text{ м}^3/\text{ч}$.

В теплый период года требуемый воздухообмен в помещениях квартир жилого дома может быть обеспечен за счет сквозного проветривания при открытии оконных створок и балконных дверей [1, 2], поэтому аэродинамический расчет вентиляции на данные условия не проводился.

Схема вытяжной системы вентиляции многоквартирного жилого дома серии 114-85 представлена на рис. 4. Вентиляционные вертикальные каналы с 1-го по 6-ой этажи секций дома соединяются в перекрытии 6-го этажа, а далее вертикальный вентиляционный канал выходит непосредственно на крышу здания; вентиляционные каналы с 7-го по 10-й этажи соединяются и центральный вентиляционный канал также выходит на крышу здания.

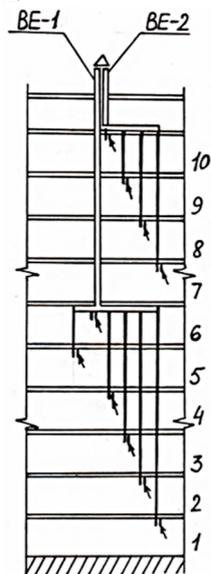


Рис. 4. Схема системы вытяжной вентиляции многоквартирного жилого дома

Для квартир 1-го и 10-го этажей располагаемый перепад давлений составил:

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

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

Потери давления на трение и местные сопротивления в вытяжных каналах определяли, задавая по всем участкам расчетные расходы воздуха [2, 5, 9]:

$$\Delta P_{\text{пот.в.}i} = \sum (R_i \cdot l_i \cdot \beta_i + z_i), \quad (2)$$

где l_i – длина i -го участка вентиляционного канала, м; β_i – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов; R_i – удельные потери давления на трение на i -ом участке вытяжного канала (Па/м), определяемые по номограммам с учетом приведения расчетных размеров вытяжных каналов к эквивалентному диаметру $d_э$; z_i – потери давления в местных сопротивлениях на i -ом участке вытяжного канала, Па.

Потери давления в местных сопротивлениях [2, 5]:

$$z_i = \left(\sum \xi_i \cdot v_i \cdot \frac{2}{2} \right) \cdot \rho_v, \quad (3)$$

где ρ_v – плотность воздуха, кг/м³; $\sum \xi_i$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на i -ом

участке, определяемая по расчетной схеме системы вентиляции с учетом значений.

В частности, для участка 1 вытяжного канала первого этажа системы ВЕ-1: расход воздуха – $L_{уд,1} = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$; длина участка – $l_1 = 2,8 \text{ м}$; эквивалентный диаметр квадратного канала сечением $140 \times 140 \text{ мм}$ равен $d_э = 2 \cdot \frac{a}{\sqrt{\pi}} = 2 \cdot \frac{0,14}{\sqrt{3,14}} = 0,160 \text{ м}$; скорость движения воздуха $v_i = \frac{60}{3600 \cdot 0,14 \cdot 0,14} = 0,85 \text{ м/с}$ (полученное значение входит в допустимый предел); потери давления на трение $R_i = 0,052 \text{ Па/м}$; поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности воздуховодов $\beta_1 = 1,4$ в кирпичных стенах [1]; сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi_i = 4,23$ (вентиляционная решетка $\zeta=2,1$; поворот $\zeta=1,03$) [1, 2].

Скорость воздуха на входе в вентиляционный канал была найдена с учетом пересчета расхода воздуха на комнатную температуру ($t_в=20 \text{ }^\circ\text{C}$) как отношение плотностей воздуха на входе и на выходе из вентиляционного канала.

Необходимо отметить, что располагаемое давление в квартирах верхних этажей может достигнуть отрицательных значений, что приведет к блокировке работы системы вентиляции жилого дома. Поэтому, необходимо применение специальных приточных устройств для регулируемого притока наружного воздуха в помещения квартир [1, 10, 11, 12]. Дополнительный приток воздуха предусматривается за счет применения технических устройств, не требующих для своей работы затрат электрической энергии. К таким устройствам относятся стеновые вентиляционные приточные клапаны и оконные вентиляционные приточные клапаны.

По разности давлений между располагаемым давлением и суммарными потерями давления в вытяжных каналах для каждого этажа дома определили долю располагаемого давления, под действием которого происходит приток воздуха $\Delta P_{пр,j}$, Па [1]:

$$\Delta P_{пр,j} = \Delta P_{рj} - \sum \Delta P_{\text{пот.выт.}j} \quad (4)$$

где $\Delta P_{рj}$ – располагаемое давление, Па; $\sum \Delta P_{\text{пот.выт.}j}$ – суммарные потери давления в вытяжных каналах для каждого этажа дома, Па.

Для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры на 1-м этаже:

$$\Delta P_{пр,1,ВЕ-1} = 19,89 - 4,95 = 14,94 \text{ Па}$$

Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры на 7-м этаже:

$$\Delta P_{пр,7,ВЕ-2} = 9,18 - 2,55 = 6,62 \text{ Па}$$

Для вытяжной системы ВЕ-1 квартиры на 6-м этаже:

$$\Delta P_{\text{пр.6,ВЕ-1}} = 10,96 - 4,15 = 6,81 \text{ Па}$$

Для вытяжной системы ВЕ-2 квартиры на 10-м этаже:

$$\Delta P_{\text{пр.10,ВЕ-2}} = 3,82 - 0,79 = 3,03 \text{ Па.}$$

В качестве расчетного перепада давления, приходящегося на преодоление аэродинамического сопротивления приточных стеновых клапанов и оконных приточных клапанов, приняты следующие величины: для 1-го этажа – $\Delta P_{\text{пр.1эт}} = 19,94 \text{ Па}$; для 10-го этажа – $\Delta P_{\text{пр.10эт}} = 7,79 \text{ Па}$.

По полученным значениям $\Delta P_{\text{пр}}$ и характеристикам установленных в квартирах оконных блоков и планируемых к установке приточных стеновых клапанов КИВ-125 и оконных вентиляционных клапанов Air Box Comfort были приняты следующие значения поступления воздуха:

для квартир 1-го этажа:

$$L_{\text{клап1эт}} = 38,3 \text{ м}^3/\text{ч}; L_{\text{ок.клап1эт}} = 30,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для квартир 10-го этажа:

$$L_{\text{клап10эт}} = 18,5 \text{ м}^3/\text{ч}; L_{\text{ок.клап10эт}} = 15,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетный расход приточного воздуха с учетом площади оконных блоков и количества приточных вентиляционных устройств $L_{\text{пр}}$ представлен в таблице 2.

Полученные результаты показывают необходимость установки в вытяжных вентиляционных каналах квартир 10-го этажа дополнительных осевых вытяжных вентиляторов с обратными клапанами, подбираемых по недостающему перепаду давлений 7,79 Па. По заводским характеристикам подобраны вентиляторы, обеспечивающие необходимый расход воздуха: для кухни осевой вентилятор марки «Вентс 125 Квайт ТН»; для санузла осевой вентилятор марки «Вентс 100 Квайт».

Поскольку работа вытяжной системы естественной вентиляции имеет неустойчивый характер (особенно в летний период года) [2, 13, 14, 15], то для ее стабилизации подобраны эффективные модели турбодефлекторов, повышающих тягу в вентиляционных каналах на 40 % и независимых от направления и порывов ветра.

Таблица 2

Результаты расчета воздухообмена в 3-х комнатных квартирах по этажам жилого дома с установкой стеновых вентиляционных клапанов и приточных оконных клапанов

№ этажа	ΔP_p , Па	$\sum \Delta P_{\text{пот}}^{\text{выт}}$, Па		$\Delta P_{\text{пр}}$, Па		$\Delta P_{\text{пр}}^{\text{расч}}$, Па	$L_{\text{клап}}$, м ³ /ч	$L_{\text{ок.клап}}$, м ³ /ч	$L_{\text{пр}}$, м ³ /ч
		ВЕ-1	ВЕ-2	ВЕ-1	ВЕ-2				
1	19,89	4,95	-	14,94	-	19,94	38,3	30,0	206
2	18,10	4,89	-	13,21	-	17,21	38,0	29,6	203
3	16,32	4,83	-	11,48	-	15,48	37,0	29,3	199
4	14,53	4,71	-	9,82	-	13,82	36,7	28,2	193
5	12,75	4,49	-	8,26	-	11,26	36,5	27,4	190
6	10,96	4,15	-	6,81	-	10,11	36,3	26,2	187
7	9,18	-	2,55	-	6,62	9,50	36,0	25,7	183
8	7,39	-	2,09	-	5,30	8,51	30,1	24,3	173
9	5,60	-	0,95	-	4,65	8,01	28,1	24,3	168
10	3,82	-	0,79	-	3,03	7,79	18,5	15,1	101

Подбор модели турбодефлектора рекомендуется осуществлять по следующей схеме:

1 – определить выход вентиляции на кровлю здания;

2 – рассчитать суммарный объем вытяжки из вентиляционных каналов для одного выхода системы вентиляции на кровлю дома. Суммарный объем вытяжки по 10-ти этажам жилого дома составил 1650 м³/ч, поэтому требуемая производительность турбодефлекторов должна быть не менее $Q_{\text{т.д.}} = 1650 \text{ м}^3/\text{ч}$.

3 – определить среднемесячную скорость ветра. На основании данных СП 131-13330.2012 была принята скорость ветра для худшего по про-

изводительности системы естественной вентиляции месяца г. Саратова – июля: скорость ветра 3,5 м/с;

4 – подобрать по требуемой производительности и скорости ветра, а также по габаритным (рис. 5) и монтажным размерам модель турбодефлектора с соответствующим неподвижным основанием.

По требуемой производительности $Q_{\text{тр.}} = 1650 \text{ м}^3/\text{ч}$ и скорости ветра 3,5 м/с для вытяжки из вентиляционных каналов для одного выхода системы вентиляции на кровлю дома подобран турбодефлектор модели Т-500, производительностью $Q_{\text{т.д.}} = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ в количестве 2 шт.

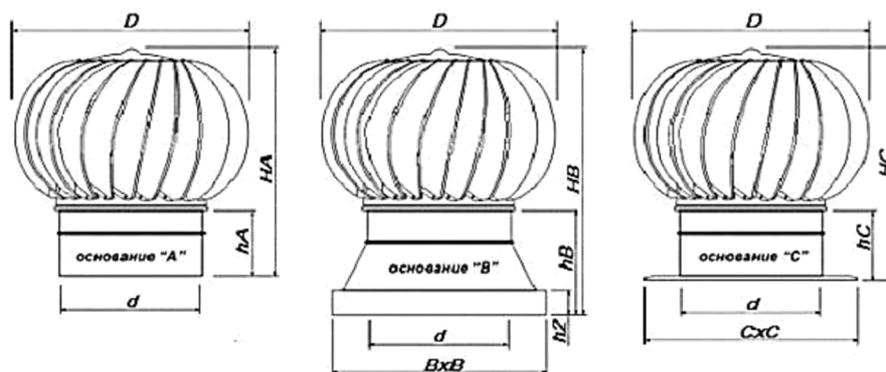


Рис. 5. Габаритные размеры турбодефлекторов

Общее количество турбодефлекторов модели Т-500, монтируемых на выход вентиляционных каналов на кровлю многоквартирного жилого дома, составляет 98 шт.

Выводы. Повышение эффективности работы системы естественной вентиляции позволит создать оптимальные и безопасные санитарно-гигиенические условия и повысить качество проживания в многоквартирных жилых домах серии 114-85. Применение в системе вентиляции дополнительных технических устройств, не требующих для своей работы затрат электрической энергии, является актуальным при постоянном росте тарифов, и является аналогом технически сложного и дорогостоящего оборудования механической приточно-вытяжной системы вентиляции, требующего значительных затрат на обслуживание и ремонты в процессе эксплуатации. Побуждение системы естественной вентиляции путем установки высокоэффективных турбодефлекторов позволит предотвратить такое опасное явление как образование обратной тяги и будет способствовать полному удалению из помещений квартир загрязненного воздуха за счет увеличения тяги в вытяжной системе вентиляции на 40 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Обследование технического состояния многоквартирного жилого дома с целью повышения эффективности системы вентиляции // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием (15-16 ноября 2018 г.) Саратов: изд. центр «Наука», 2018. С. 8–12.

2. Волов Г.Я. Устойчивость работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых зданий [Электронный ресурс] // АВОК. 2014. № 1.

URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5724 (11.12.2018).

3. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Состояние вторичного жилищного фонда города Саратова // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Под редакцией Ф.К. Абдразакова (17-18 ноября 2016 г.), Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. С. 17–20.

4. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Современные методы обследования технического состояния зданий // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Под редакцией Ф.К. Абдразакова (17-18 ноября 2016 г.), Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. С. 21–25.

5. Жилина Т.С., Вяткина С.Д., Вяткина Ю.С. Влияние работы систем естественной вентиляции на микроклимат помещений в жилых зданиях // Молодой ученый. 2016. № 8. С. 214–218.

6. Sassi P.A Natural Ventilation Alternative to the Passive house Standard for a Mild Maritime Climate // Buildings. 2013. No.3. Pp. 61–78.

7. Кузин В.Ю., Бодров М.В., Морозов М.С. Повышение энергетической эффективности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов // Жилищное строительство. 2015. № 6. С. 48–50.

8. Кривошеин А.Д. Обеспечение регулируемого притока в зданиях: проблемы и решения // АВОК. 2018. № 4. С. 32–38.

9. Chen H, Janbakhsh S, Larsson U, Moshfegh B. Numerical investigation of ventilation performance of different air supply devices in an office environment // Building and Environment. 2015. Vol. 90. Pp. 37–50.

10. Ahn H., Rim D., James L.Lo. Ventilation and energy performance of partitioned indoor spaces under mixing and displacement ventilation // Building Simulation. 2018. Vol. 11. Issue 3. Pp. 561–574.

11. Бродач М.М. Вентиляция и сертификация – основы экологической безопасности жилища // АВОК. 2017. № 1. С. 58–62.

12. Шилкин Н.В., Шонинан Н.А., Миллер

Ю.В., Галуша А.Н. Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых домах: варианты решения // АВОК. 2018. № 5. С. 12–18.

13. Schiavon S., Rim D., Pasut W., Nazaroff W.W. Sensation of draft at uncovered ankles for women exposed to displacement ventilation and underfloor air distribution systems // Building and Environment. 2016. Vol. 96. Pp. 228–236.

14. Береговой А.М., Дерина М.А. Вопросы

повышения энергоэффективности зданий в стадии проектирования и восстановления [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. 2015. №5. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/54441> (12.12.2018).

15. Мальцев А.В., Сорокин Д.С. Энергосбережение в многоэтажных жилых зданиях при инфильтрации воздуха через наружную стену // Новый университет. 2015. № 3-4 (37-38). С. 87–90.

Информация об авторах

Абдразаков Фярид Кинжаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. E-mail: abdrazakov.fk@mail.ru. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Россия, 410012, Саратов, Театральная пл., 1.

Поваров Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. E-mail: povarov-av2012@yandex.ru. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Россия, 410012, Саратов, Театральная пл., 1.

Поступила в марте 2019 г.

© Абдразаков Ф.К., Поваров А.В., 2019

¹*Abdrazakov F.K.*, ^{1,*}*Povarov A.V.*

*Saratov State Agricultural University N.I. Vavilova.
Russia, 410600, Saratov, Teatralnaya Square, 1.*

**E-mail: povarov-av2012@yandex.ru*

RESEARCH EFFICIENCY OF NATURAL VENTILATION SYSTEM OF APARTMENT BUILDING

Abstract. *The analysis of existing research in the field of ventilation systems is performed and the current shortcomings of the ventilation systems of secondary apartment houses of series 114–85 are identified. The instability of the natural ventilation system of an apartment building characterized by variable air exchange and overturning ventilation in the ventilation ducts is demonstrated. Field studies of the natural ventilation system efficiency of an apartment house series 114–85 located in Saratov are carried out. According to the research results, the absence of traction and the presence of reverse traction in the exhaust ducts of the ventilation system are revealed. The initial reason for the lack of normal traction in the ventilation system associated with its calculation in the project of building a house series 114–85 for open mode operation is established. The increased tightness of windows and doors of apartments is determined, resulting in a reversed traction and the impossibility of uniform distribution of air vertically of the house, therefore installing only the exhaust system of the natural ventilation of an apartment building is inefficient. It is established that the ventilation channel in the kitchen is constantly working to extract air from the premises of the apartments, since the bathroom door is tightly closed that does not correspond to the normative indicators. The analysis of ventilation system on the example of three-bedroom apartments shows the need for additional supply devices for controlled flow of outside air into the premises of apartments. The use of supply wall valves of KIV-125 brand and window ventilation valves of Air Box Comfort brand is provided. A methodology of selection the modern, highly efficient energy saving models of turbo ventilators is presented, increasing traction in exhaust ventilation ducts at 40 % and independent of direction and wind gusts.*

Keywords: *apartment house, indoor climate, automatic ventilation, interchange of air.*

REFERENCES

1. Abdrazakov F.K., Povarov A.V. Inspection of the technical condition of an apartment building in order to increase the efficiency of the ventilation system. Problems and prospects of development of construction, heat and energy [Obsledovanie tekhnicheskogo sostoyaniya mnogokvartirnogo zhilogo doma s celyu povysheniya effektivnosti sistemy ventilyacii]. Problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva,

teplogazosnabzheniya i energoobespecheniya. Materialy VIII Nacional'noj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (15-16 noyabrya 2018 g.). Saratov: izd. centre "Nauka", 2018. Pp. 8–12. (rus)

2. Volov G.Y. The stability of natural ventilation of multi-family buildings [Ustojchivost' raboty sistem estestvennoj ventilyacii mnogokvartirnyh zhi-lyh zdaniy. AVOK, 2014. No. 1. Available at:

https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5724 (accessed 11.12.2018). (rus)

3. Abdrazakov F.K., Povarov A.V. The condition of the secondary housing stock of the city of Saratov [*Sostoyaniye vtorichnogo zhilishchnogo fonda goroda Saratova*]. Issledovaniya v stroitel'stve, teplogazosnabzhenii i energoobespechenii: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod redakciey F.K. Abdrazakova (17-18 noyabrya 2016 g.). Saratov: FGBOU in the Saratov State University, 2016, Pp. 17–20. (rus)

4. Abdrazakov F.K., Povarov A.V. Modern methods of inspection of the technical condition of buildings [*Sovremennyye metody obsledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy*]. Tendencii razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzheniya i energo-obespecheniya: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod redakciey F.K. Abdrazakova (17-18 noyabrya 2016 g.). Saratov: FGBOU in the Saratov State University, 2016, Pp. 21–25. (rus)

5. Zhilina T.S., Vyatkina S.D., Vyatkina Yu.S. Impact of natural ventilation on microclimate of space in residential buildings [*Vliyaniye raboty sistem estestvennoy ventilyatsii na mikroklimat pomeshcheniy v zhilyh zdaniyah*]. The young scientist. 2016. No. 8. Pp. 214–218. (rus)

6. Sassi P. A Natural Ventilation Alternative to the Passive house Standard for a Mild Maritime Climate. Buildings. 2013. No. 3. Pp. 61–78.

7. Kuzin V.Yu., Bodrov M.V., Morozov M.S. Improving energy efficiency of systems of microclimate parameters multi-family homes [*Povysheniye energeticheskoy effektivnosti sistem obespecheniya parametrov mikroklimata mnogokvartirnykh zhilykh domov*]. Housing construction. 2015. No. 6. Pp. 48–50. (rus)

8. Krivoshein A.D. Provision of regulated flows in buildings: problems and solutions [*Obespecheniye reguliruemogo pritoka v zdaniyah: problemy i resheniya*]. AVOK. 2018. No. 4. Pp. 32–

38. (rus)

9. Chen H., Janbakhsh S., Larsson U., Moshfegh B. Numerical investigation of ventilation performance of different air supply devices in an office environment. Building and Environment. 2015. Vol. 90. Pp. 37–50.

10. Ahn H., Rim D., James L. Lo. Ventilation and energy performance of partitioned indoor spaces under mixing and displacement ventilation. Building Simulation. 2018. Vol. 11. Issue 3. Pp. 561–574.

11. Brodach M.M. Ventilation and certification-fundamentals of environmental security of dwelling [*Ventilyatsiya i sertifikatsiya – osnovy ekologicheskoy bezopasnosti zhilishcha*]. AVOK. 2017. No. 1. Pp. 58–62. (rus)

12. Shilkin N.V., Shoninan N.A., Miller Yu.V., Galusha A.N. Hybrid ventilation in apartment houses: solutions [*Gibridnaya ventilyatsiya v mnogoetazhnykh zhilykh domakh: varianty resheniya*]. AVOK. 2018. No. 5. Pp. 12-18. (rus)

13. Schiavon S., Rim D., Pasut W., Nazaroff W.W. Sensation of draft at uncovered ankles for women exposed to displacement ventilation and underfloor air distribution systems. Building and Environment. 2016. Vol. 96. Pp. 228–236. (rus)

14. Beregovoi A.M., Derina M.A. The issues of improving the energy efficiency of buildings in the design phase and recovery [*Voprosy povysheniya energoeffektivnosti zdaniy v stadii proektirovaniya i vosstanovleniya*]. Modern scientific research and innovation. 2015. No. 5. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/54441> (accessed 12.12.2018). (rus)

15. Mal'cev A.V., Sorokin D.S. Energy efficiency in multi-storey residential buildings with the infiltration of air through the outer wall [*Energoberezheniye v mnogoetazhnykh zhilykh zdaniyah pri infil'tracii vozduha cherez naruzhnuyu stenu*]. New university. 2015. No. 3-4 (37-38). Pp. 87–90. (rus)

Information about the authors

Abdrazakov, Fyared K. DSc, Professor. E-mail: abdrazakov.fk@mail.ru. Saratov State Agricultural University N.I. Vavilova. Russia, 410600, Saratov, Teatralnaya Square, 1.

Povarov, Andrey V. PhD, Associate professor. E-mail: povarov-av2012@yandex.ru. Saratov State Agricultural University. N.I. Vavilova. Russia, 410600, Saratov, Teatralnaya Square, 1.

Received in March 2019

Для цитирования:

Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Исследования эффективности работы системы естественной вентиляции многоквартирного дома // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 7. С. 49–56. DOI: 10.34031/article_5d35d0b78284d1.97759530

For citation:

Abdrazakov F.K., Povarov A.V. Research efficiency of natural ventilation system of apartment building. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 7. Pp. 49–56. DOI: 10.34031/article_5d35d0b78284d1.97759530