

Анализ эффективности работы приточных клапанов системы вентиляции в условиях эксплуатации на многоквартирном жилом доме

Рецензия эксперта на статью получена
06.02.2019 [Expert review on the article
received February 06, 2019].

На этапах проектирования и принятия технических решений по системам вентиляции в современных жилых зданиях необходимо применять новые подходы в организации воздушного режима с целью обеспечения параметров микроклимата по ряду причин.

Во-первых, современные здания, благодаря применению окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию, не обеспечивают должный воздухообмен за счёт неорганизованного притока наружного воздуха через неплотности, как это было раньше. Во-вторых, в современных условиях, с целью минимизации расходов, строительные компании стремятся к сокращению периода между началом строительства и моментом передачи жилья собственнику, из-за чего в эксплуатацию поступают объекты с переувлажнёнными ограждающими конструкциями, что приводит к повышенной нагрузке на системы вентиляции и отопления. В-третьих, процесс заселения многоквартирных домов происходит постепенно на протяжении первых двух лет, и тепловой и воздушный режимы помещений существенно отличаются от расчётных. В-четвёртых, в процессе эксплуатации жилья собственники квартир стараются экономить на расходе тепла, уменьшая или полностью отключая отопительные приборы во время своего отсутствия. Всё это приводит к нарушениям в работе традиционных систем вентиляции с естественным побуждением.

Особенностью организации воздушного режима здания с естественной вентиляцией является зависимость работы вентиляционных каналов от перепада давления между наружным и внутренним воздухом, что, в свою очередь, определяется временем года и наличием ветра. Как известно, в расчётном режиме (при температуре наружного воздуха +5 °C

в безветренную погоду) при наличии открытых приточных устройств (форточек, фрамуг или поворотно-откидных створок окон, клапанов инфильтрации воздуха) система вентиляции должна обеспечить требуемый воздухообмен соответственно рассматриваемому помещению. При отклонении температуры наружного воздуха от расчётной воздухообмен будет увеличиваться (с понижением температуры наружного воздуха) либо уменьшаться вплоть до полного прекращения работы вентиляционного канала.

Современные здания, благодаря применению окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию, не обеспечивают должный воздухообмен за счёт неорганизованного притока наружного воздуха через неплотности, как это было раньше

Требования по минимальному расходу свежего воздуха на одного человека нормируются СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003». Данный нормативный документ устанавливает конкретные нормы наружного воздуха для людей, находящиеся в помещении более двух часов непрерывно. Для жилого помещения при общей площади квартиры на одного человека более 20 м² расход воздуха 30 м³/ч (но не менее 0,35 воздухообмена в час, определяемого по общему объёму квартиры). Для жилого помещения при общей площади квартиры на одного человека менее 20 м² 3 м³/ч на 1 м² жилой площади (табл. 9.1 [2]).

Следует отметить, что нормы подачи наружного воздуха на одного человека

УДК 628.83. Научная специальность: 05.23.03.

Анализ эффективности работы приточных клапанов системы вентиляции в условиях эксплуатации на многоквартирном жилом доме

Евгений А. Герман, к.т.н., доцент, кафедра «Двигатели внутреннего сгорания» (ДВС); **Алексей Г. Кузьмин**, к.т.н., доцент, кафедра ДВС; **Александр В. Шашев**, к.т.н., доцент, кафедра «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова (АлтГТУ)

Представлены материалы экспериментального исследования эффективности работы приточных клапанов КИВ-125 на многоквартирном 16-этажном жилом доме. Произведён расчёт воздухообмена, обеспечиваемого совместной работой естественной вентиляции и приточных клапанов жилых помещений многоэтажного дома в различные периоды года и в зависимости от этажа. Приведены практические рекомендации по оптимизации работы приточных клапанов в жилых помещениях многоквартирных домов.

Ключевые слова: вентиляция, приточный клапан, воздушный режим зданий.

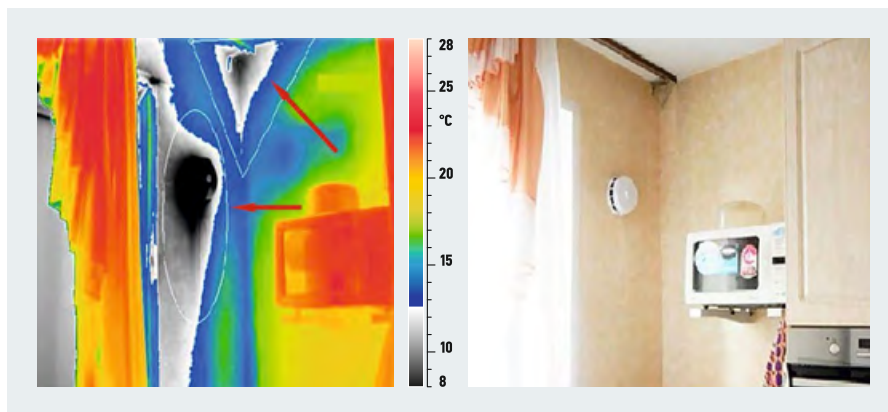
UDC 628.83. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Assessment of efficiency of work of supply valves in the conditions of operation in a multi-apartment housing house

Evgeny A. German, PhD, Associate Professor, Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Aleksey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander V. Shashev**, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Networks, Heat Engineering and Hydraulics, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

The materials of an experimental study of the efficiency of the KIV-125 inlet valves at an apartment building with 16 floors are presented. The calculation of air exchange provided by the joint operation of natural ventilation and inlet valves of residential premises of a multi-storey building during different periods of the year and depending on the floor was made. Practical recommendations for optimizing the operation of the inlet valves in the residential premises of apartment buildings are given.

Key words: ventilation, intake valve, building air mode.



❖ Рис. 1. Приточный клапан в наружной стене

едины на всей территории страны и не учитывают различную фоновую концентрацию углекислого газа, в зависимости от экологичности района строительства. Согласно проведённым расчётам, норма в $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека [1] позволяет обеспечить качественную воздушную среду только в районах с относительно «чистой» экологией. В загрязнённых районах и крупных городах рекомендуется выполнять уточняющие расчёты.

В качестве основных нарушений в работе естественной вентиляции можно выделить следующие основные моменты. Первое — вентиляция не обеспечивает нормативного воздухообмена в каждой из комнат квартиры. Второе — вытяжные вентиляционные каналы работают как приточные (явление «опрокидывания» вентиляции), что приводит к понижению температуры поверхности вентиляционного блока, являющегося частью внутренней стены. Третье — вентиляция избыточна в зимнее время (для нижних этажей многоэтажного здания) воздухообмен может в несколько раз превышать нормативное значение из-за существенного перепада давления, что ведёт к повышенным теплопотерям помещения и снижению уровня теплового комфорта.

Кроме того, наблюдается нарушение герметичности транзитных вентиляционных каналов, ввиду низкого качества строительства, и поступление в помещения удаляемого вентиляционного воздуха из вентиляционной шахты, что нарушает санитарную обстановку и комфорт в помещениях. При наличии приточных клапанов в наружных стенах, когда их размещают не над приборами отопления, наблюдается низкая температура поверхности как самого устройства, так и внутренней поверхности наружной стены, что также приводит к нарушению комфорта, переувлажнению поверхности, порче декоративного покрытия стены и образованию плесени (рис. 1).



❖ Рис. 2. Внешний вид приточного клапана КИВ-125

Для выявления причин нарушения работы вентиляции лабораторией энергоаудита АлтГТУ проводятся инструментальные обследования, во время которых фиксируется действующий перепад давления и скорость воздушного потока, делаются замеры приёмных вентиляционных устройств для определения площади сечения и расчёта действительных расходов. Полученные данные позволяют рассчитать кратность воздухообмена в помещениях. Проводятся индивидуальные

аэродинамические испытания вентиляционных каналов и приточных устройств, проверяется работа принудительных приточно-вытяжных систем вентиляции.

В настоящее время для обеспечения регулируемого притока воздуха в жилые помещения многоквартирных домов используют приточные клапаны КИВ-125, внешний вид которого представлен на рис. 2. На практике количество устанавливаемых клапанов в отдельно взятой квартире существенно варьируется — это один клапан на всю квартиру либо один клапан на каждое помещение квартиры,



имеющее оконный проём. В конструктивном исполнении приточные клапаны различаются диаметром отверстия в наружной стене под канал (на 125 и 70 мм), наличием различных фильтрующих элементов, воздухозаборных устройств (решёток, сеток и т.д.). Все эти конструктивные отличия приводят к разнице аэродинамических характеристик приточных клапанов и, в конечном итоге, к разному воздухообмену, обеспечиваемому соответствующим устройством.

Для определения расходно-напорной характеристики приточного клапана КИВ-125 была проведена серия экспериментов на строящихся многоквартирных домах. Суть эксперимента заключалась в следующем. В дверной проём входной двери квартиры монтировалась установка с вентилятором. Данный вентилятор позволяет создавать перепад давления между наружным и внутренним воздухом, а также производить измерение расхода удаляемого воздуха. Перед началом эксперимента производится герметизация канализации, вытяжных вентиляционных каналов и прочих инженерно-технических коммуникаций.

Клапан КИВ также герметизируется. После этого запускается вентилятор и создаётся разрежение в квартире, одновременно с этим осуществляется измерение расхода удаляемого воздуха, приток которого обеспечивает воздухопроницаемость ограждающих конструкций: панельные стыки, окна, стены, межэтажные перекрытия, гильзы и прочее. Измерение производится по нескольким точкам перепада давления, чтобы получить характеристику воздухопроницаемости ограждающих конструкций помещения.

Далее осуществляется разгерметизация приточного клапана, регулировочные заслонки приводятся в закрытое положение и эксперимент повторяется. Теперь уже приток воздуха в помещение обеспечивается как воздухопроницаемостью ограждающих конструкций, так и отверстиями в заслонках клапана (заглушки на заслонках сняты). Следующий эксперимент происходит при открытых заслонках клапана.



Путём арифметической разности характеристик получаем расходно-напорную характеристику приточного клапана с открытой и закрытой заслонкой (рис. 3). Следует учитывать то, что данная характеристика относится ко всей аэродинамической системе: выходной насадок, клапан, канал, фильтр приточного воздуха, приёмная решётка (вся эта система выполняет ещё и роль глушителя уличного шума). Данная характеристика может существенно отличаться для различных клапанов, несмотря на идентичность устройства регулирующих заслонок, за счёт различной конструкции остальных элементов, главным образом фильтра приточного воздуха, а также степени его загрязнённости в процессе эксплуатации.

Применение результатов эксперимента позволило определить расход приточ-

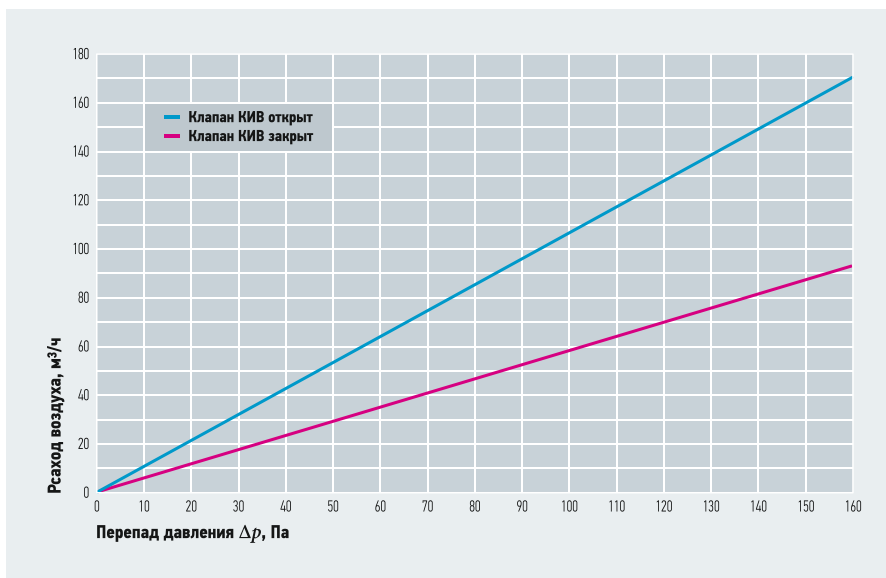


Рис. 3. Расходно-напорная характеристика приточного клапана

ного воздуха через клапан в условиях эксплуатации города Барнаула для холодного периода года (при температуре наружного воздуха -36°C) и расчётного ($+5^{\circ}\text{C}$), рис. 4–5. В качестве исследуемого объекта рассмотрен 16-этажный жилой дом с об-

щественно-административными помещениями на первом этаже. Сначала было рассчитано располагаемое давление для помещений со второго по 16-й этаж (для административных помещений первого этажа применена индивидуальная система вентиляции с механическим побуждением), затем, исходя из полученных экспериментальных данных, был определён расход воздуха через приточный клапан и сделано соотношение полученных данных с требуемым воздухообменом для жилых помещений здания.

Результаты расчётов показали следующее: при температуре наружного воздуха -36°C и температуре внутреннего воздуха $+21^{\circ}\text{C}$ требуемый воздухообмен обеспечивается в квартирах со второго по 12-й этаж, в квартирах с 13-го по 16-й этажи необходимо дополнительно приоткрывать створки окон. При повышении температуры наружного воздуха располагаемый перепад давления уменьшается, и в расчётный для вентиляции период

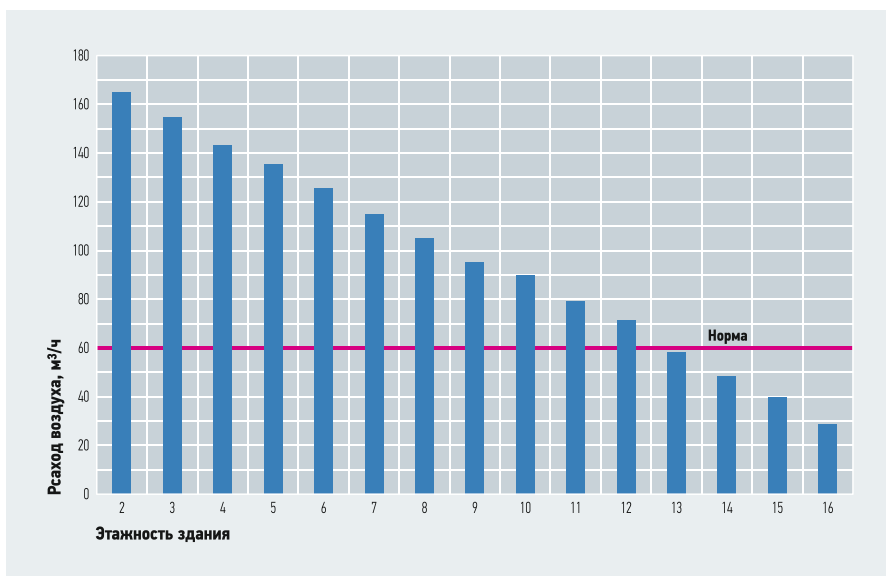
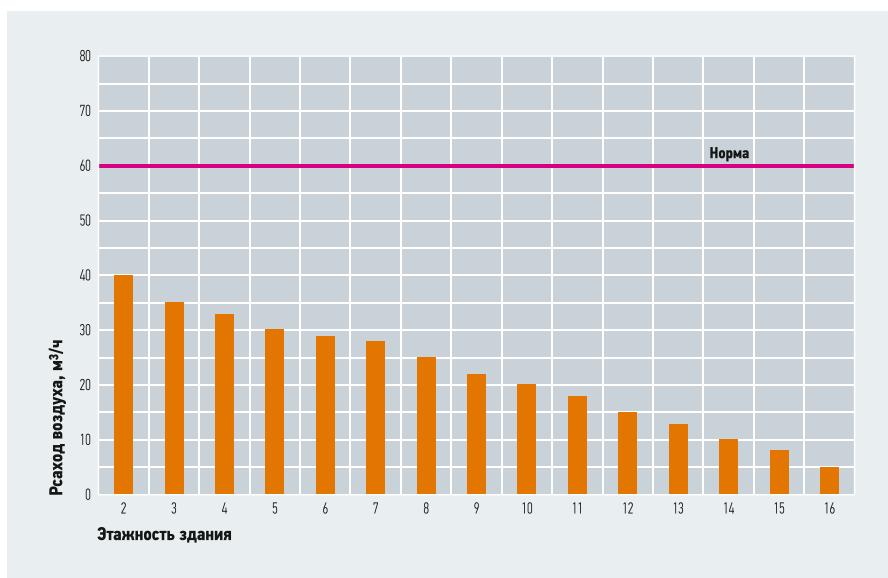


Рис. 4. Соотношение фактического и нормативного воздухообменов по этажам здания при температуре наружного воздуха -36°C



•• Рис. 5. Соотношение фактического и нормативного воздухообменов по этажам здания при температуре наружного воздуха +5 °С

года при температуре наружного воздуха +5 °С нормативный воздухообмен через приточный клапан уже не обеспечивается — дефицит, в зависимости от этажа, составляет 30–92 %.

Авторы другого исследования [3] — Е.Х. Китайцева (доцент МГСУ) и Е.Г. Малявина (доцент МГСУ) — дали ответ на вопрос об эффективности системы естественной вентиляции при различных погодных условиях с проветриванием помещения через окна. В квартирах с двухсторонней ориентацией естественная вентиляция может работать хорошо большую часть года, если она правильно рассчитана и смонтирована. В жаркую погоду только воздействие ветра может обеспечить требуемый воздухообмен. Важным выводом их исследования является следующее: использование в современном строительстве окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию делает необходимым применение различных устройств, обеспечивающих приток наружного воздуха в квартиры.

Ещё одним немаловажной особенностью применения приточных клапанов является место их установки.

Как показали многочисленные исследования, в районах с низкими температурами наружного воздуха приточные клапаны необходимо устанавливать непосредственно над отопительным прибором, обеспечивая интенсивный подвод тепла в область инфильтрации холодного наружного воздуха, исключая таким образом выпадение конденсата и обмерзание клапана. Установка приточного клапана на существенном удалении от прибора отопления является недопустимой, так как приводит к появлению поверхностей с температурами, значительно ниже допустимых значений, вплоть до обледенения внутри помещения.



Следует отметить и дефекты, связанные с нарушением технологии строительства. Вот наиболее распространённые из них: нарушение герметичности по стыкам сборных железобетонных каналов; нарушение герметичности в местах прохода

В квартирах с двухсторонней ориентацией естественная вентиляция может работать хорошо большую часть года, если она правильно рассчитана и смонтирована. В жаркую погоду только ветер может обеспечить требуемый воздухообмен. Использование в современном строительстве окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию делает необходимым применение различных устройств, обеспечивающих приток наружного воздуха в квартиры

межэтажных перекрытий сборными вентиляционными блоками; высокая воздухопроницаемость стен вентиляционных каналов в кирпичных конструкциях, особенно когда приточные и вытяжные каналы отделены друг от друга стенкой в 125 мм без расшивки швов.

Все эти нарушения приводят к существенному снижению производительности систем вентиляции.

Выводы

1. Приточные клапаны в системах естественной вентиляции многоквартирных домов в большинстве случаев не обеспечивают требуемый воздухообмен ввиду низкой пропускной способности. Для ка-

чественного проветривания помещений необходимо использовать открывающиеся поворотно-откидные створки окон.

2. Применение приточных клапанов в многоквартирных домах с высоким сопротивлением воздухопроницаемости ограждающих конструкций является необходимым для сохранения работоспособности вентиляционной системы при закрытых окнах и предотвращения «опрокидывания» вентиляционных каналов.

3. Располагать приточные клапаны необходимо только над приборами отопления, исключая тем самым выпадение конденсата, обмерзание приточного устройства, намокание поверхности стены и образование плесени. •

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуал. ред. СНиП 41-01-2003.
2. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуал. ред. СНиП 31-01-2003.
3. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий // АВОК, 1999. №3. С. 35–43.

References — see page 94.

Assessment of efficiency of work of supply valves in the conditions of operation in a multi-apartment housing house. Pp. 52–55.

Evgeny A. German, PhD, Associate Professor, Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Aleksey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander V. Shashev**, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Networks, Heat Engineering and Hydraulics, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

1. SP [The Code of Practice on Design and Construction] 60.13330.2016. *Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Heating, ventilation and air conditioning]. Aktual. red. SNiP 41-01–2003 [Updated edition of Building Norms & Regulations No. 41-01–2003]. [In Russian]
2. SP [The Code of Practice on Design and Construction] 54.13330.2011. *Zdaniya zhilye mnogokvartirnye* [Residential apartment buildings]. Aktual. red. SNiP 31-01–2003 [Updated edition of Building Norms & Regulations No. 31-01–2003]. [In Russian]
3. Kitajceva E.H., Maljavina E.G. *Estestvennaja ventiljacija zhilyh zdaniy* [Natural ventilation of residential buildings]. AVOK [Journal of the Non-commercial partnership “Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics”]. 1999. No. 3. Pp. 35–43. [In Russian]