



Обеспечение регулируемого притока воздуха в жилых зданиях: проблемы и решения

А. Д. Кривошеин, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», gshomsk@mail.ru

Ключевые слова: вентиляция, жилые здания, приточные устройства, расход воздуха

«Высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания. Наблюдаются высокая влажность и низкое качество воздуха... Попытки организовать проветривание путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяют обеспечивать требуемый микроклимат помещений и значительно снижают эффективность использования теплоты, затраты которой на подогрев приточного воздуха в современной квартире зачастую превышают потери теплоты через наружные ограждения...» [1].

В качестве предисловия

Необходимость обеспечения регулируемого воздухообмена в зданиях с современными ограждающими конструкциями и применения соответствующих технических решений в настоящее время не вызывают сомнений. Об актуальности этой темы и ее отдельных аспектах написаны десятки научных и научно-популярных статей, некоторые положения вошли в своды правил, технические рекомендации, стандарты организаций [1–5].

Причины понятны. Если 15–20 лет тому назад – на стадии начала массового применения в строительстве светопрозрачных конструкций из ПВХ, клееной древесины, алюминия – вопросы обеспечения организованного притока воздуха либо игнорировались вообще (по инерции или вследствие непонимания), либо возлагались на оконные компании, то в настоящее время осознание взаимосвязи процессов воздухораспределения в зданиях с воздухопроницаемостью ограждающих конструкций, влажностным и температурным режимом помещений, обусловило

обязательность применения специальных устройств с регулируемым притоком воздуха уже на стадии проектирования [1, 2].

Вместе с тем, при всей актуальности проблемы, состояние в области выбора приточных устройств, требований к их характеристикам и даже методы испытаний остались практически на уровне начала 2000-х годов.

Как следствие, большое количество предложенных «вентиляционных» клапанов с расходом воздуха 3–7 м³/ч, «внутрипрофильной вентиляции», «само-вентиляции», «микропроветривания» и т.п., вплоть до «вырезания» уплотнительных прокладок оконных блоков или применения специальных оконных ручек (с отверстиями), через которые может поступать воздух в вентилируемые помещения. Разобраться со всем этим многообразием при недостаточности критериев оценки даже специалисту зачастую непросто.

Имеют место и определенные противоречия между некоторыми нормативными документами. Например, СП 60.13330.2016 [2] оговаривает обязательность поступления наружного воздуха в жилых, общественных и других зданиях «...через специальные приточные устройства в наружных стенах или окнах...» [2]. В то время как СП 54.13330.2016 [3] допускает приток воздуха «...через регулируемые оконные створки, фрамуги, форточки, клапаны или другие устройства». Возможность притока воздуха через открывающиеся створки окон оставляет возможность для застройщиков (да и проектировщиков) «уходить» от непонятого решения проблемы. Руководствуясь этим положением, многие оконные компании продолжают выдавать своим покупателям «инструкции по эксплуатации», требующие через каждые 2–2,5 часа открывать створки окон для проветривания в течение 10–15 минут. Насколько это приемлемо и «удобно», разъяснять не нужно.

В данной статье, не претендуя на полноту обзора, сделана попытка рассмотреть некоторые вопросы, связанные с выбором характеристик приточных устройств, оценкой их показателей, размещением, влиянием на температурный режим прилегающих конструкций применительно к жилым многоквартирным зданиям.

Какой расход воздуха должны обеспечивать приточные устройства

Один из основных вопросов: какой воздухообмен нужен в помещениях и какой расход воздуха должны обеспечивать приточные устройства?



Реклама

Доверься экспертам

Более 60 лет немецкая компания Testo создает инновации в сфере измерительных технологий для систем ОВКВ

Мы разрабатываем и производим приборы и решения для:

- систем отопления
- систем вентиляции и кондиционирования
- промышленного холода
- энергоаудита
- автоматизированного мониторинга микроклимата в музеях, офисах, лабораториях, на фармацевтических предприятиях



При всей простоте и очевидности, ответ на этот вопрос не столь однозначен. С одной стороны, есть своды правил, которые прописывают требования к воздухообмену помещений. В частности, для жилых зданий не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека или (при общей площади квартиры менее 20 м^2 на человека) из расчета $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади [2, 3]. Не затрагивая в данной статье определенную двойственность подхода и нормативную «дискриминацию» малых квартир (в квартирах с небольшой жилой площадью воздухообмен в пересчете на человека может оказаться существенно меньше, чем в квартирах большой площади), можно считать, что приточные устройства и должны обеспечивать этот воздухообмен.

Однако не все так просто. Величина расчетного воздухообмена квартиры должна приниматься по наибольшей величине из результатов расчета нормируемого воздухообмена по потребностям проживающих людей [2, 3] или суммарного требуемого воздухообмена кухни и санузлов [1, 4]. Например, для трехкомнатной квартиры величина требуемого воздухообмена по суммарному воздухообмену кухни и санузлов может составлять $\sim 140 \text{ м}^3/\text{ч}$, хотя при проектном заселении 3 человек достаточно расхода приточного воздуха $90 \text{ м}^3/\text{ч}$. И, соответственно, расход воздуха через приточные клапаны должен обеспечивать расчетный воздухообмен $140 \text{ м}^3/\text{ч}$.

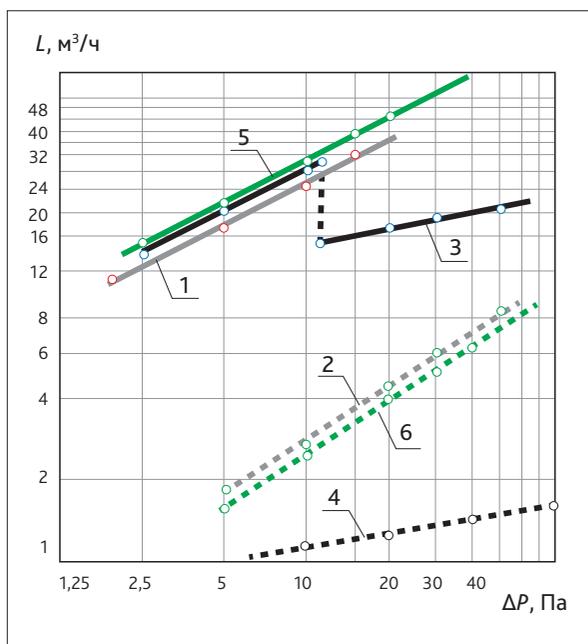
Выполнить эти требования на стадии проектирования зачастую оказывается очень непросто. Например, для однокомнатной квартиры с электроплитой (при двух проживающих) расчетный воздухообмен по суммарному расходу удаляемого воздуха кухни и санузлов составляет $110 \text{ м}^3/\text{ч}$ [4]. Большинство известных приточных устройств такого расхода обеспечить не в состоянии. Да по большому счету это и не нужно, поскольку по потребности проживающих людей достаточно $60 \text{ м}^3/\text{ч}$. Но в результате, при формальном подходе, в квартире, имеющей одну жилую комнату, должны устанавливаться три или даже четыре приточных клапана.

Предлагаемый выход (в порядке обсуждения) – определять требуемое количество приточных устройств по нормируемому расходу приточного воздуха исходя из потребности проживающих, предполагая, что при включении газовой или электрической плиты недостающий приток воздуха будет обеспечен через открывающиеся створки и фрамуги окон, как это допускается СП 54.13330.2016 [3].

Другая сторона вопроса – минимальный воздухообмен, который должны обеспечивать приточные устройства. Понятно, что расчетный воздухообмен

не нужен в квартире постоянно. Например, при отсутствии или уменьшении количества проживающих воздухообмен может (и должен) уменьшаться. Именно на этом подходе и базируются основные положения энергосбережения в системах вентиляции «по потребности». Зачем подавать приточный воздух и, соответственно, тратить тепло на его нагрев, когда потребности в нем нет? Но подавать сколько?

В СНиП 31-01-2003 [6] в свое время был введен показатель нормативного воздухообмена в режиме обслуживания и нерабочем режиме. Именно это требование давало ориентир: какой расход воздуха должны обеспечивать приточные клапаны при отсутствии проживающих – нижнюю допустимую границу, которая при проектировании системы вентиляции должна была обеспечиваться. К сожалению, при актуализации СП 54.13330.2016 [2] этот показатель был исключен, и, соответственно, нижняя граница требуемого воздухообмена может трактоваться в настоящее время любым образом – от необходимости обеспечения расчетного воздухообмена в течение всего периода эксплуатации здания до практически полного нуля (по принципу «Сколько получится»).



■ Рис. 1. Характеристики некоторых приточных вентиляционных устройств (по результатам испытаний): 1 – оконный клапан ЕММ 3-30; 2 – то же в закрытом состоянии; 3 – стеновой клапан СВК В-75; 4 – то же в закрытом состоянии; 5 – стеновой клапан КИВ-125; 6 – то же в закрытом состоянии

В этой связи следует обратить внимание на рекомендации СТО НП АВОК [4], которые в настоящее время являются единственным документом, в котором этот вопрос, хоть как-то оговаривается: «...во время, когда помещение не используется, норму воздухообмена следует уменьшать до следующих величин: в жилой зоне – до $0,2 \text{ ч}^{-1}$, в кухне, ванной комнате, туалете, постирочной, гардеробной, кладовой – до $0,5 \text{ ч}^{-1}$ ». Эти значения, наверное, и нужно принимать при определении нижней границы расхода воздуха через приточные устройства.

Еще один важный аспект: при каких перепадах давлений должен быть обеспечен расчетный приток воздуха? В справочной и рекламной документации, как правило, приводится информация по расходу при $\Delta P = 10 \text{ Па}$. Но в реальном здании перепад давлений между наружным и внутренним воздухом может существенно отличаться от 10 Па, причем как в большую, так и меньшую сторону. Этот перепад зависит от конструктивного решения системы вентиляции, высоты каналов, наличия вытяжных вентиляторов, кухонных вытяжек, ветровых давлений и др. Соответственно, для аэродинамического расчета при проектировании системы вентиляции нужны не дискретные значения расходов при каких-то фиксированных перепадах давлений, а зависимость «расход воздуха – перепад давлений». В качестве примера на рис. 1 представлены подобные результаты испытаний некоторых приточных клапанов. Данные получены при проведении испытаний в лабораторных условиях по методике ГОСТ 26602.2–99 [8]*.

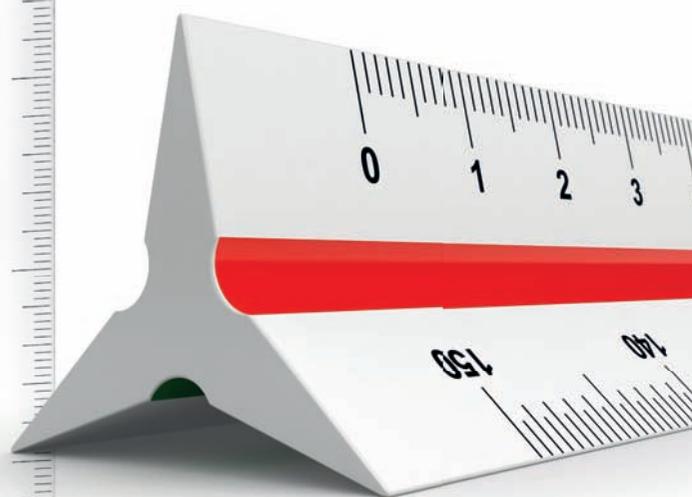
Из вышеизложенных рассуждений вытекают несколько простых выводов:

- приточные устройства должны быть в состоянии обеспечить приток воздуха $\sim 30\text{--}40 \text{ м}^3/\text{ч}$, поэтому различного рода «самовентиляции», «внутрипрофильные вентиляции», клапаны с расходом воздуха порядка $5\text{--}10 \text{ м}^3/\text{ч}$ в качестве элементов приточной системы вентиляции рассматриваться не могут в принципе;
- конструкция приточных устройств должна иметь возможность плавного (или ступенчатого) регулирования — от минимальной величины расхода приточного воздуха, соответствующей нерабочему режиму, до расчетной — по потребностям проживающих;

* Подробнее об этом см. статью Кривошеина А. Д., Нагорного В. С. «Приточные вентиляционные устройства: обзор некоторых решений и результаты испытаний» (Светопрозрачные конструкции, № 5–6, 2009)



РАСШИРЯЕТ СВОЮ ПРОДУКТОВУЮ ЛИНЕЙКУ ОБОРУДОВАНИЕМ CLIMAVENETA



A Group Company of MITSUBISHI ELECTRIC

Climaveneta — европейский лидер в сфере кондиционирования, отопления и вентиляции с 40-летней историей.

С 2015 года компания входит в состав Mitsubishi Electric Corporation

aircon@mer.mee.com



- для ограничения расхода приточного воздуха при больших перепадах давлений приточное устройство должно содержать ветрозащитную планку или какой-то другой элемент ограничения расхода при сильном ветре;
- при определении требуемого количества приточных устройств следует учитывать расход воздуха, поступающего через неплотности окон и балконных дверей [5]: как показывают расчеты, величина притока через неплотности окон существенно зависит от их конструктивного решения и может быть весьма весомой;
- характеристика приточных устройств должна включать зависимость «расход воздуха – перепад давлений» как в открытом, так и закрытом состоянии, необходимую для последующего аэродинамического расчета системы вентиляции.

Что применяется: обзор некоторых технических решений приточных устройств

Если обратиться к истории отопительно-вентиляционной техники, то можно отметить, что ранее (в 19-м и большей части 20-го столетия) вопрос о приточной вентиляции в жилых зданиях не стоял в принципе, поскольку применяемые ограждающие конструкции обладали достаточно высокой воздухопроницаемостью, а печное отопление обеспечивало

гарантированное удаление воздуха вместе с продуктами сгорания через дымовые каналы.

Однако уже и в те годы для общественных зданий с большим скоплением людей (больницы, казармы, так называемые присутственные места) предлагались системы вентиляции с регулируемым притоком (рис. 2).

Постепенная замена печного отопления центральными системами водяного или парового отопления потребовала устройства в жилых зданиях вытяжных вентиляционных каналов – для удаления загрязненного воздуха. Первоначально такие каналы размещались в жилых комнатах, но перетекание загрязненного воздуха и, соответственно, ухудшение качества воздуха в жилых комнатах обусловили перемещение вытяжных каналов в кухни, кладовые, санузлы (как это и регламентируется СП в настоящее время). Применение приточных клапанов в зданиях этого периода

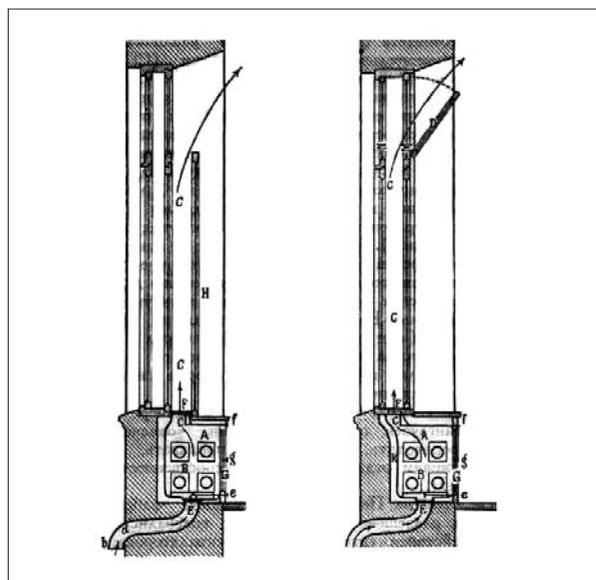


Рис. 2. Приточная вентиляция системы И. Флавицкого (1874 г.)

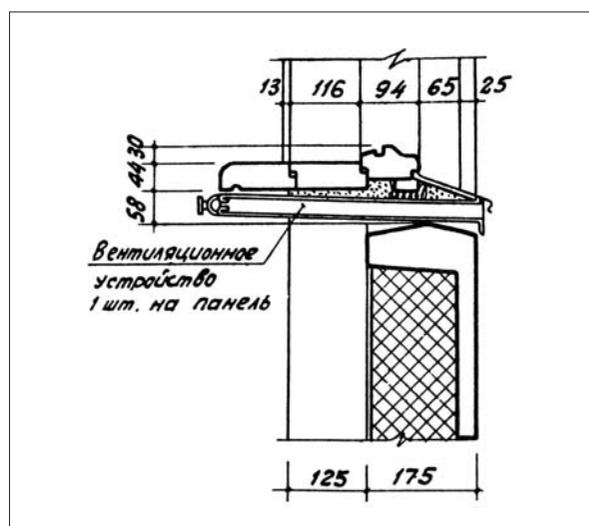
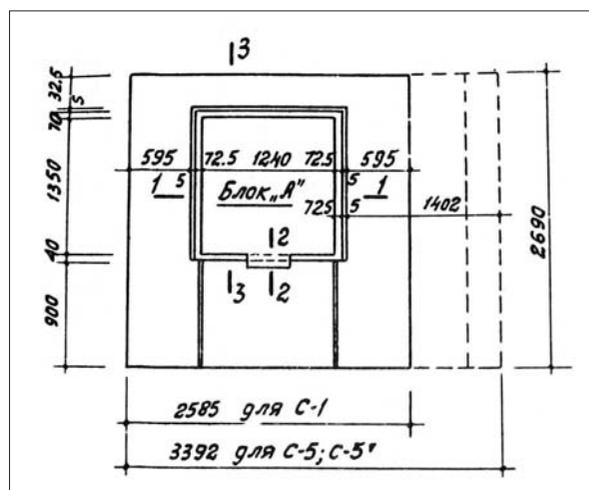


Рис. 3. Схема установки приточного клапана в стеновых панелях жилых зданий серии 1-335 (1964 г.)



связано прежде всего с использованием газового оборудования и необходимостью притока воздуха для сгорания газа. Элементы таких устройств до сих пор сохранились на фасадах некоторых старых зданий.

Попытки применения специальных вентиляционных клапанов, например, в 60-х годах прошлого столетия (рис. 3) широкого распространения не получили – опять же вследствие высокой воздухопроницаемости оконных блоков того периода. По этой же причине каждую осень окна «заклеивали» (герметизировали), чтобы при ветре в помещения не поступало слишком много воздуха.

Справедливости ради надо отметить, что ведущими специалистами в области отопления и вентиляции еще в 50-годах прошлого столетия отмечались возможные негативные последствия высокой герметичности окон. В частности, «...в зданиях <...> с вентиляцией при естественном побуждении герметизация окон с доведением их воздухопроницаемости до $6,5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \times 4 \times \text{мм вод. ст.})$ является вредной, ибо она исключает потребный вентиляционный воздухообмен в квартирах...» [7]. И это написано 60 лет тому назад, когда об окнах из ПВХ еще и речи не было! В настоящее время герметизация современных оконных конструкций доведена до $0,3\text{--}0,6 \text{ м}^3 / (\text{ч} \times \text{м}^2 \times \text{мм вод. ст.})$, т.е. стала еще на порядок больше, чем об этом писал И. Ф. Ливчак в 1951 г. [7].

В настоящее время можно выделить несколько направлений решения задачи обеспечения регулируемого притока воздуха в жилых зданиях:

- применение различного рода проветривателей с периодическим открыванием створок оконных блоков – от простейших с ручным регулированием до автоматизированных с управлением процессами «открывания–закрывания» по таймерам или датчикам;
- применение приточных устройств с регулируемым (ручным или автоматическим) открыванием для децентрализованного притока в системах вентиляции с естественным или механическим удалением воздуха (в том числе гибридных систем вентиляции);
- применение механических систем вентиляции с децентрализованным или централизованным механическим притоком воздуха, рекуперацией тепла удаляемого воздуха и т.п.

В свою очередь, приточные устройства могут подразделяться:

- по месту расположения (оконные, стеновые),
- по способу установки (врезаемые в строительные конструкции или использующие межпрофильное пространство оконных блоков),
- по регулированию (с ручным или автоматическим регулированием),



■ Рис. 4. Внешний вид некоторых оконных клапанов: а–в – оконные клапаны, врезаемые в створки или коробки оконных блоков; г – клапан, забор приточного воздуха в котором предусмотрен из-под коробки рольставен оконного блока; д – клапан в нижней части балконных дверей; е – клапан, врезанный непосредственно в остекление



■ Рис. 5. Внешний вид некоторых стеновых клапанов: а–г – стеновые клапаны различного конструктивного решения; д – клапан, установленный в оконном откосе; е – клапан, врезанный непосредственно в остекление

- по способности гасить ветровые воздействия (с ветрозащитной планкой и без нее) и др.

На рис. 4, 5 приведены фотографии некоторых приточных устройств (так называемых клапанов), смонтированных в эксплуатируемых жилых и общественных зданиях ряда европейских стран (Германия, Франция, Италия, Швейцария и др.). Этот выборочный видеоряд свидетельствует о достаточно большом разнообразии применяемых устройств и понимании необходимости их применения даже в относительно мягком европейском климате. Это и оконные клапаны, врезаемые в створки или коробки оконных блоков (рис. 4, а–в), стеновые клапаны различного конструктивного решения (рис. 5, а–г) и их сочетания, например: клапан, забор приточного воздуха в котором предусмотрен из-под коробки рольставен оконного блока (рис. 4, г), и другие. Иногда встречаются несколько неожиданные варианты. Например, установка клапана в оконном откосе (рис. 5, д), врезка клапанов в нижнюю часть балконных дверей (рис. 4 д) или непосредственно в остекление (рис. 4, е, рис. 5, е).

Логично предположить, что в суровых климатических условиях РФ требования к конструктивным решениям и характеристикам приточных устройств, их размещению должны быть более обоснованными и продуманными.

Литература

1. Р НП АВОК 5.2–2012. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2012.
2. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31–01–2003. М., 2016.
3. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003. М., 2016.
4. СТО НП АВОК 2.1–2017. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. М.: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2017.
5. СТО СРО НП СПАС-05–2013. Стандарт организации. Энергосбережение в зданиях. Расчет и проектирование систем вентиляции жилых многоквартирных зданий. Омск, 2014.
6. Ливчак И. Ф. Вентиляция многоэтажных жилых домов. М.: Госуд. изд-во архитектуры и градостроительства, 1951.
7. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М., 2011.
8. ГОСТ 26602.2–99. Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости. М., 1999.
9. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003. М., 2012. ■