

Приточные вентиляционные устройства: обзор некоторых решений и результаты испытаний

Обеспечение воздухообмена в зданиях с современными светопрозрачными конструкциями до сих пор остаётся камнем преткновения для большинства оконных компаний.

О взаимосвязи влажности воздуха с воздухообменом помещений, температурой точки росы, причинах появления конденсата на остеклении и т.п. написаны десятки статей, рассчитанных на различный уровень профессиональной подготовки читателей. Но, несмотря на то что с точки зрения теории вроде бы уже всё ясно и «прозрачно», количество претензий со стороны покупателей на «нехорошие» окна, конденсат на остеклении, нарушение воздухообмена в помещениях не уменьшается. Более того, стали появляться судебные иски к строительным компаниям в связи с нарушением работы систем естественной вентиляции жилых зданий в целом («опрокидывание» вытяжных вентиляционных каналов с поступлением в квартиры наружного холодного воздуха). Основные причины – та же герметичность светопрозрачных конструкций.

К сожалению, большинство оконных компаний продолжает работать так, как будто этих проблем не существует, упоывая на то, что либо жильцы разберутся сами, либо подстраховываются «инструкциями» о необходимости проветривания помещений через каждые 1,5–2 часа.

Ни у кого не вызывает сомнений утверждение, что человеку для нормальной жизнедеятельности нужен свежий воздух. И если надеть на человека полиэтиленовый мешок, то ему неизбежно будет душно и влажно. Однако провести аналогию и перенести этот пример на здание или отдельную квартиру с герметичными окнами и входными дверями почему-то удаётся далеко не всегда. Сказывается как инерционность мышления («...со старыми окнами этих проблем не было – не будет их и с новыми»), так и недостаточность информации по результатам наблюдений за эксплуатационным состоянием приточных вентиляционных устройств («...промерзают, покрываются льдом, не приспособлены для наших климатических условий...» и т.п.).

В данной статье сделана попытка обратиться не столько к разъяснению физики процессов (по большому счёту, всё уже понятно), сколько к здравому смыслу, основываясь на европейском и отечественном опыте применения приточных устройств и результатах эксплуатации некоторых из них в достаточно суровых климатических условиях Западной Сибири.

Статья не носит научного характера и предназначена для менеджеров, технического персонала и руководителей строительных и оконных компаний.

Нужна ли приточная вентиляция?

Согласно медицинским данным большинство людей не могут прожить без дыхания более 5 минут. То есть воздух, которым мы дышим, является одним из важнейших факторов жизнедеятельности. И, соответственно, отношение к этому фактору должно быть не менее ответственным, чем к продуктам питания или воде. Но это в теории. На практике внимание к качеству воздуха, как правило, иное. И мысли о том, что необходим какой-то организованный приток воздуха появляются лишь тогда, когда в квартире с новыми окнами становится душно, на подоконниках наблюдаются лужицы конденсата, в углах наружных стен – плесень и т.п.

Если обратиться к истории отопительно-вентиляционной техники, то можно отметить, что ранее (скажем, сто и более лет тому назад) вопрос о приточной вентиляции в жилых зданиях не стоял в принципе, поскольку применяемые ограждающие конструкции обладали достаточно высокой воздухопроницаемостью, а печное отопление обеспечивало гарантированный воздухообмен в отапливаемых помещениях за счёт удаления воздуха вместе с продуктами сгорания через дымовые каналы.

Однако следует отметить, что уже и в те годы для

общественных зданий с большим скоплением людей (больниц, казарм, так называемых присутственных мест) предлагались и применялись приточные системы естественной вентиляции. На рис. 1 приведена схема приточной вентиляции, применявшаяся ещё в позапрошлом столетии (!) для организованного притока воздуха в общественных зданиях [1].

Постепенная замена и переход от печного отопления к центральным системам водяного или парового отопления поставили вопрос об устройстве в жилых зданиях специальных вытяжных вентиляционных каналов – для удаления загрязнённого воздуха. Первоначально такие каналы стали размещать в жилых комнатах. Но перетекание загрязнённого воздуха из кухонь, санузлов и, соответственно, ухудшение качества воздуха в жилых комнатах обусловило перемещение каналов в уборные, кухни и кладовые (как это и регламентируется строительными нормами и правилами в настоящее время). На этом этапе необходимость применения специальных приточных устройств отсутствовала вследствие высокой воздухопроницаемости окон.

Попытки применения подоконных клапанов, например в 60-х годах прошлого столетия (рис. 2), а также различного типа шумозащитных оконных клапанов

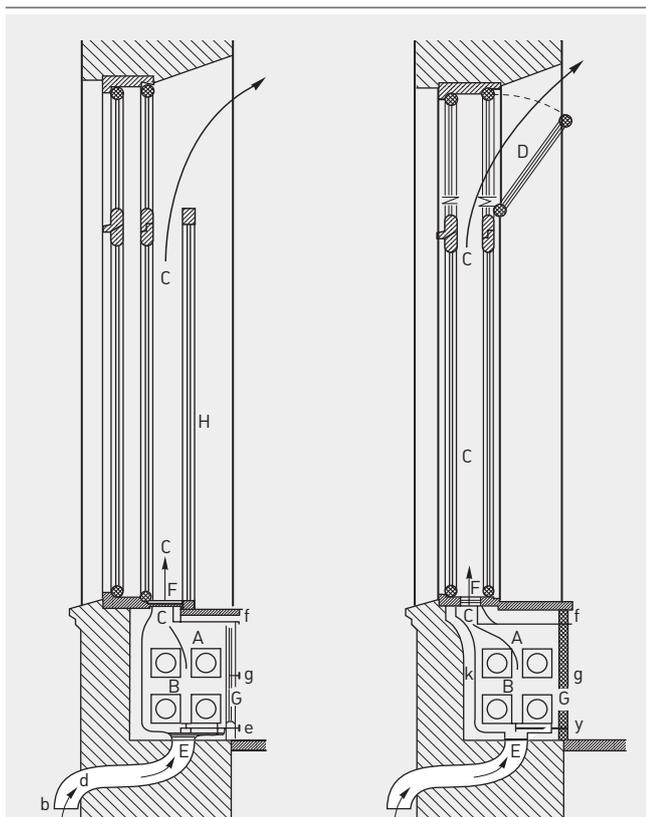


Рис. 1
Приточная вентиляция системы И. Флавицкого (1874 г.) [1]

широкого распространения не получили. Более того, в процессе эксплуатации эти клапаны были либо демонтированы, либо заделаны (заткнуты тряпками и зашпаклеваны) самими жильцами – опять же вследствие высокой воздухопроницаемости применявшихся в то время оконных блоков. По этой же причине каждую осень окна «заклеивали» (дополнительно герметизировали), чтобы при ветре в помещения не поступало слишком много холодного воздуха.

В течение нескольких десятилетий отечественные строители и учёные боролись за повышение герметичности оконных блоков, для того чтобы уменьшить неконтролируемый приток воздуха и, соответственно, затраты на его нагрев. Прорабатывались различные решения уплотнения оконных притворов – шерстяным шнуром, полиуретановыми прокладками, установкой стёкол на герметик и т.п. И сегодня можно констатировать, что наконец-то получилось (пусть и за счёт заимствования западных технологий и конструктивных решений) – через окна не дует! И даже при сильном ветре! Но появились проблемы с влажностью воздуха и вентиляцией помещений.

Справедливости ради надо отметить, что ведущими специалистами в области отопления и вентиляции еще в 50-е годы 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 $6,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм вод. ст.})$ является вредной, ибо она исключает потребный вентиляционный воздухообмен в квартирах...» [2].

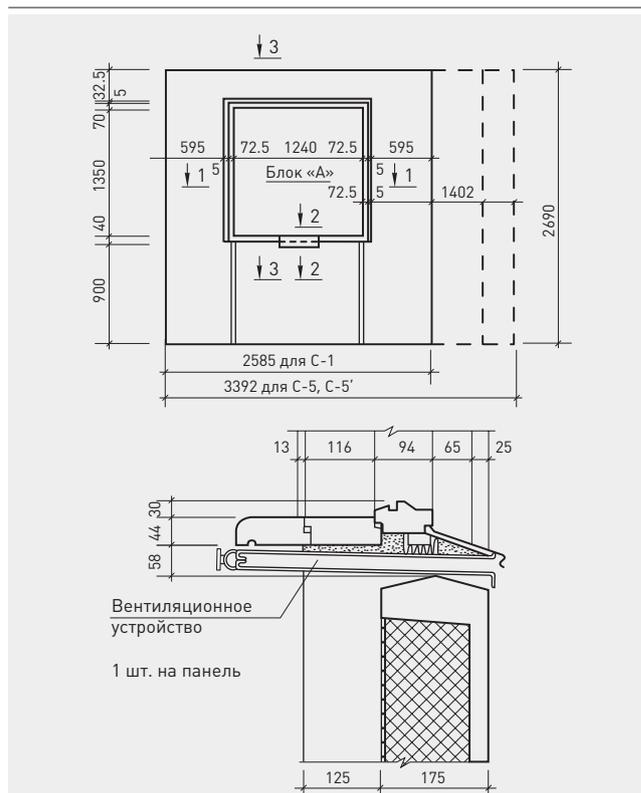


Рис. 2
Схема установки приточного клапана в стеновых панелях жилых зданий серии 1-335 (1964 г.)

И это написано 60 лет тому назад, когда об окнах из ПВХ ещё и речи не было! В настоящее время герметизация современных оконных конструкций доведена до $0,3\text{--}0,6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм вод. ст.})$, то есть стала ещё на порядок больше. И стоит ли удивляться появлению проблем с вентиляцией?

Другой вопрос в этой связи – а сколько воздуха нужно подавать в жилые помещения? И когда подавать? Если опять обратиться к истории, то ещё в 70-х годах позапрошлого столетия известным учёным того времени И. Флавицким назывались цифры $25\text{--}27 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека. И за прошедшие годы эти цифры практически не изменились. СНиП 41-01-2003 [3] устанавливает минимальный воздухообмен $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека. Аналогичные цифры приводятся и в стандарте АВОК [4].

Необходимо обратить внимание, что в СНиП 31-01-2003 [5] и стандарте АВОК [4] величина требуемого воздухообмена увязывается с режимом эксплуатации помещений. В частности, согласно [5] кратность воздухообмена в жилых комнатах устанавливается: в режиме обслуживания – не менее $n = 1$, в нерабочем режиме – $n = 0,2$. То есть при наличии в помещении людей система вентиляции квартиры должна обеспечивать требуемый воздухообмен из расчета как минимум $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека, в нерабочем режиме – дежурный воздухообмен. Например, для трёхкомнатной квартиры, в которой проживают четыре человека, система вентиляции должна обеспечивать в режиме проектной эксплуатации $\sim 120 \text{ м}^3/\text{ч}$, при отсутствии людей $\sim 40 \text{ м}^3/\text{ч}$. Но никак не полную герметичность помещений!

В этой связи необходимо ещё раз обратить внима-

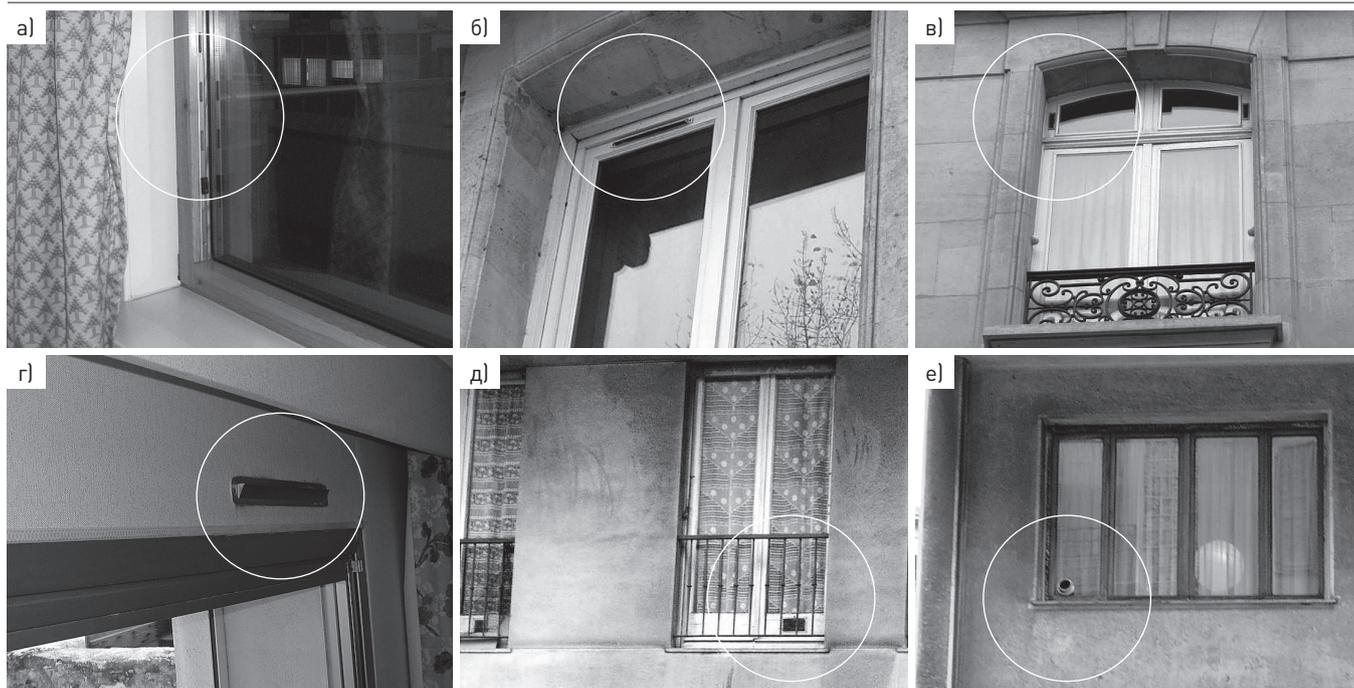


Рис. 3
Внешний вид некоторых оконных клапанов

ние на то, что оконные блоки с различного рода системами «самовентилиации», «микропроветривания», «кондиционирования» и т.п. с расходом воздуха 2–4 м³/ч не в состоянии обеспечить даже дежурный воздухообмен.

Следует отметить и тот факт, что проблемы с повышенной влажностью воздуха и конденсатом на остеклении встречаются далеко не во всех квартирах. Связано это с режимом эксплуатации помещений, частотой проветривания, размерами квартир и их инерционностью (более детально физика этих процессов была рассмотрена в СК № 3, 2008). Но ухудшение качества воздуха в помещениях с герметичными окнами наблюдается практически повсеместно. Следовательно, решения по организованному притоку воздуха должны предусматриваться как при новом строительстве, так и при замене окон в отдельных квартирах.

Что применяется? (обзор ряда приточных устройств)

На рис. 3, 4 приведены фотографии некоторых приточных устройств (так называемых клапанов), смонтированных в ряде эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Германии, Франции, Бельгии, Италии.

Эта «коллекция» не собиралась специально и никоим образом не претендует на полноту обзора. Однако даже такой выборочный видеоряд свидетельствует о достаточно большом разнообразии применяемых устройств, понимании необходимости их применения даже в мягком европейском климате, причём иногда даже в несколько неожиданных сочетаниях. Это и оконные клапаны, врезаемые в створки или коробки оконных блоков (рис. 3, а, б, в), стеновые клапаны различного конструктивного решения (рис. 4, а, б, в), и их сочетания, например клапан, забор приточного возду-

Необходимо ещё раз обратить внимание на то, что оконные блоки с различного рода системами «самовентилиации», «микропроветривания», «кондиционирования» и т.п. с расходом воздуха 2–4 м³/ч не в состоянии обеспечить даже дежурный воздухообмен.

ха в котором предусмотрен из-под коробки рольставен оконного блока (рис. 3, г).

Казалось бы, зачем на юге Германии, в Париже, Ницце или Милане устанавливать какие-то клапаны, если в любое время года можно легко открыть форточку или створку окна. Климат это позволяет. Но факты свидетельствуют – устанавливают и при новом строительстве, и при ремонте. В некоторых случаях «самодеятельность» буквально бросается в глаза: например, при установке клапана в наружной стене (рис. 4, б), врезке клапанов в нижнюю часть балконных дверей (рис. 3, д). А чего стоит клапан, врезанный непосредственно в остекление (рис. 4, г)! В этот же ряд можно поместить и приточно-вытяжную установку офисного помещения, воздухозаборные и воздуховыпускные отверстия которой врезаны в остекление (рис. 4, е).

Логично предположить, что в суровых климатических условиях Российской Федерации с отопительным периодом более полугода, где и оконную створку-то далеко не всегда можно держать приоткрытой, тем более разумно и необходимо применять устройства для регулируемого притока воздуха.

Но, к сожалению, в оконных компаниях отношение

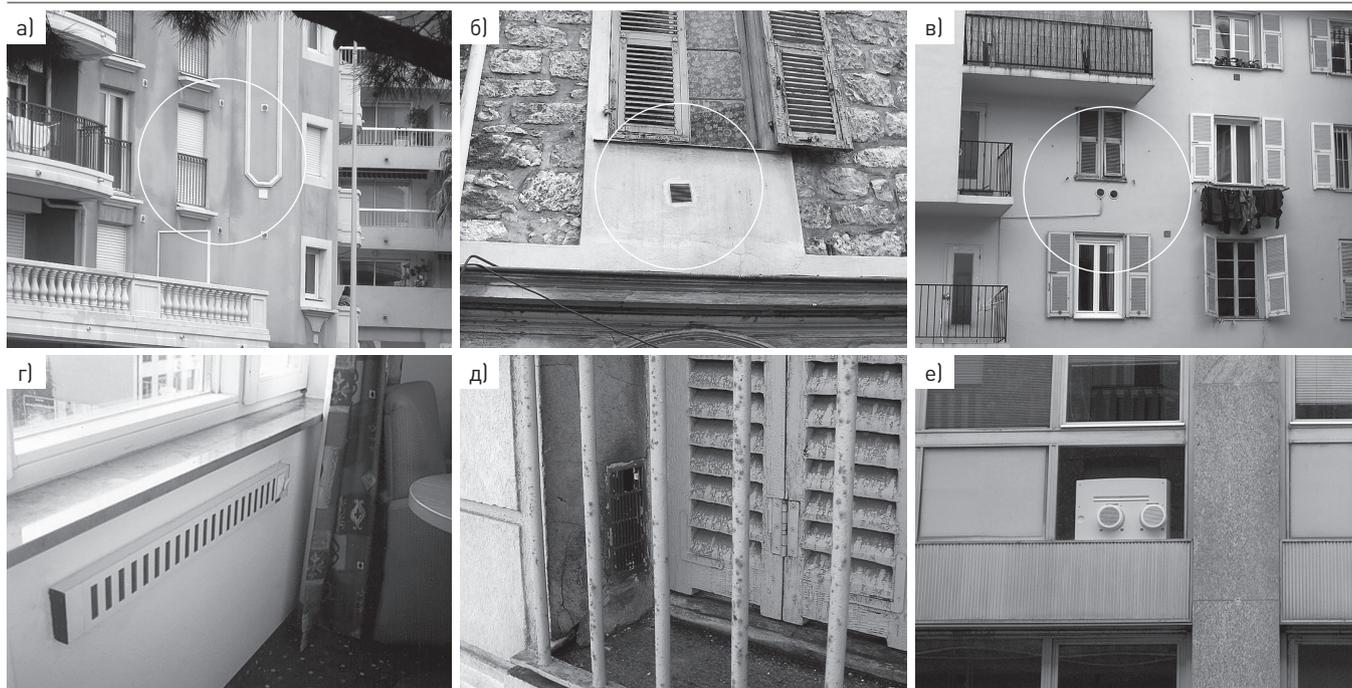


Рис. 4
Внешний вид некоторых стеновых клапанов

к приточным устройствам очень настороженное. Основная мотивация – не адаптированы к нашим условиям, «обмерзают», «забиваются льдом» и т.п.

Обмерзают ли приточные клапаны?

В одной из публикаций по данной теме [6] высказывались сомнения по поводу возможности обеспечения требуемого воздухообмена помещений за счёт оконных клапанов и утверждалось, что «...если воздушный клапан открыт, то при отсутствии подогрева воздуха клапан покрывается шапкой льда...» (при этом из материалов статьи непонятно, о каких клапанах идёт речь). Никким образом не ставя под сомнение компетентность авторов [6] и полученные ими результаты, представляется необходимым привести другие результаты испытаний и наблюдений за эксплуатационным состоянием некоторых типов оконных и стеновых клапанов в условиях Западной Сибири, в том числе и при морозах ниже

минус 30 °С, – в частности, оконных клапанов **EMM 3-30** фирмы Aegeco, стеновых клапанов «**СВК В-75**» и «**КИВ-125**». Внешний вид этих клапанов «в деле» приведён на рис. 5.

Результаты определения расхода воздуха через эти клапаны представлены на рис. 6. Эти данные получены при проведении испытаний в лабораторных условиях по методике ГОСТ 26602.2-99. Необходимо отметить, что аналогичные результаты были получены и в натурных условиях при фактических перепадах давлений и определении расходов воздуха с применением специального диффузора, анемометра **ACO-3** и микроманометра **ММН-240**.

Как видно из результатов испытаний, при перепаде давлений 10 Па расход воздуха через все клапаны приблизительно одинаков и составляет 25–28 м³/ч. Естественно, что при уменьшении перепада давлений расход уменьшается, при увеличении перепада – возрастает.

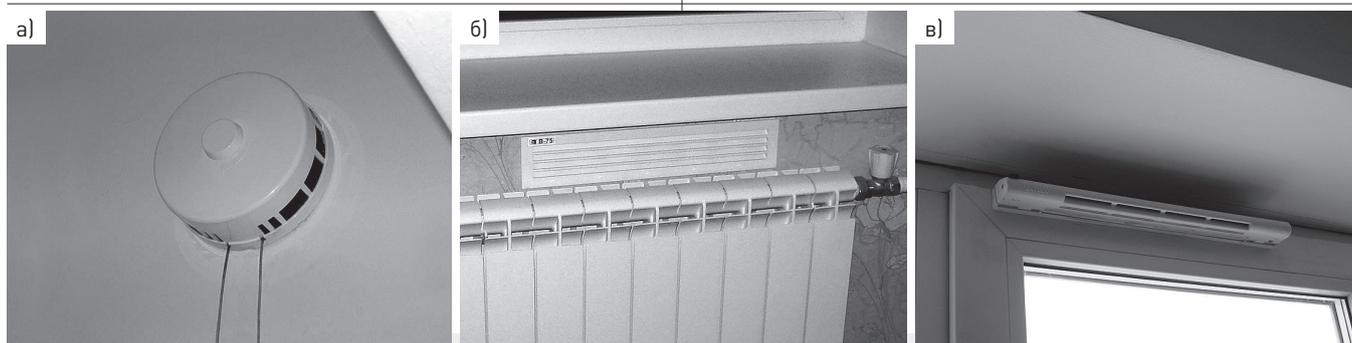
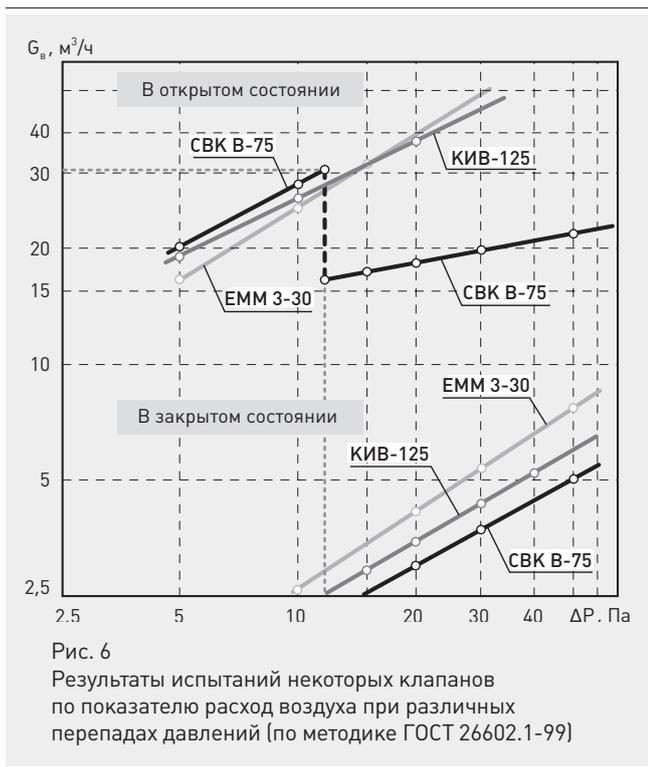


Рис. 5
Внешний вид клапанов, прошедших апробацию в климатических условиях Западной Сибири:
а – стеновой клапан «КИВ-125»; б – стеновой клапан «СВК В-75»; в – оконный клапан EMM 3-30 фирмы Aegeco



Поскольку в реальных зданиях фактические перепады давлений могут изменяться в очень широких пределах (величина ΔP зависит от этажа, температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра и др.), соответственно в достаточно широких пределах может изменяться и расход приточного воздуха. В этой связи очень важным представляется наличие в клапанах конструктивных элементов, обеспечивающих возможность автоматического регулирования расхода воздуха с учётом эксплуатационных условий. Например, в клапанах **EMM** фирмы Aegeso это происходит автоматически по мере снижения относительной влажности воздуха и прикрытия заслонки; в стеновых клапанах «**СВК В-75**», оконных клапанах **VentAir** – за счёт ветрозащитной планки, перекрывающей сечение для прохода воздуха при увеличении его скорости.

Что касается обеспечения требуемого воздухообмена через клапаны, то в системах естественной вентиляции этот вопрос необходимо обязательно решать в увязке с вытяжной системой вентиляции. И здесь не стоит ожидать «чудес», поскольку если нет соответствующего перепада давлений, то не будет и требуемого воздухообмена. Но в любом случае, для того чтобы системы вентиляции с естественным побуждением работали, нужен приток.

Другой немаловажный вопрос – температурный режим в приоконной зоне и обмерзание приточных клапанов.

На рис. 7, 8 представлены результаты замеров распределения температур воздуха в приоконной зоне с установленными клапанами **EMM 3-30** фирмы Aegeso и «**СВК В-75**», проводившихся в условиях эксплуатируемых квартир при температуре наружного воздуха $t_{ext} = -27,6 \div 25,4$ °С.

Следует отметить, что и в этом плане ожидать от приточных клапанов чего-то особенного не стоит: на-

ружный холодный воздух заходит в помещение холодным (с температурой, близкой к температуре наружного воздуха, если, конечно же, в клапане не предусмотрены какие-либо нагреватели). Более того, приточный воздух понижает температуру и прилегающих ограждающих конструкций. Изотермы, представленные на рис. 7, 8, наглядно это подтверждают. Но будет или не будет происходить выпадение конденсата и образование изморози на самом клапане и прилегающих конструкциях, зависит от ряда факторов: места расположения клапана, его конструктивного решения, аэродинамики приточной струи, условий смешивания с влажным воздухом помещения, расхода приточного воздуха и др. О требованиях к конструктивным решениям и особенностях температурного режима приточных устройств неоднократно писал в своих публикациях Б.И. Бутцев [7].

В частности, если приточный воздух равномерно поступает в верхнюю часть приоконной зоны, не создавая застойных зон и не допуская подтока более влажного воздуха из помещения к охлаждённым поверхностям клапана, оконным откосам или остеклению, то в приоконной зоне выпадения конденсата или наледей не происходит. И даже на оконном клапане. Этот вывод подтверждается более чем трёхлетними наблюдениями за клапанами **EMM 3-30**, установленными в трёхкомнатной квартире 9-этажного жилого дома серии 90 (г. Омск).

Причины простейшие: влагосодержание приточного воздуха настолько мало, что в приоконной зоне создаётся область с пониженной относительной влажностью (по замерам – в пределах 10–15 %, особенно при наличии штор), что практически исключает условия выпадения конденсата как на самом клапане, так и остеклении. При этом относительная влажность воздуха в жилых помещениях составляет ~ 30–40 %.

Иная ситуация может наблюдаться, если аэродинамика приточной струи такова, что при входе воздуха образуются застойные зоны или воздух из помещения притекает к охлаждённым поверхностям. В этом случае появление изморози или сосулек практически неизбежно, что и наблюдается иногда даже на оконных блоках в местах их локального продувания.

Соответственно устанавливая подобного рода клапаны необходимо в верхней зоне оконного блока, с учётом размещения отопительного прибора.

В стеновых клапанах типа «**КИБ-125**» создание «облака» приточного сухого воздуха вокруг оголовка обеспечивается за счёт расположения приточных отверстий по всему периметру. Эти клапаны также следует размещать в верхней зоне помещений, но уже исходя из соображений уменьшения влияния холодных ниспадающих потоков воздуха на температурный режим приоконной зоны.

В клапанах типа «**СВК В-75**», устанавливаемых под подоконниками над отопительными приборами, подогрев приточного воздуха дополнительно осуществляется за счёт его смешивания с конвективными потоками тёплого воздуха от отопительных приборов.

Следует отметить, что при температурах наружного воздуха ниже минус 30 °С и на этих клапанах возможно появление изморози. В частности, при низких температурах наружного воздуха узкие полоски инея отмечались

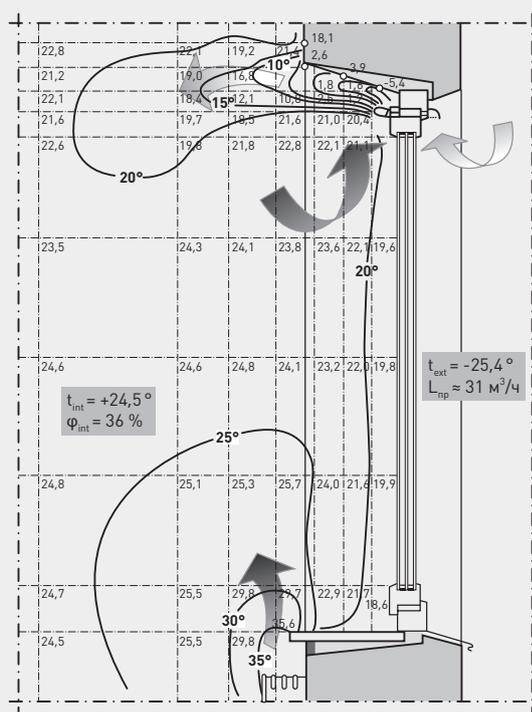


Рис. 7
Распределение температур в приоконной зоне с оконным клапаном **EMM 3-30 Aergo** (температура наружного воздуха – 25,4 °С, расход воздуха через клапан ~ 31 м³/ч, клапан принудительно открыт)

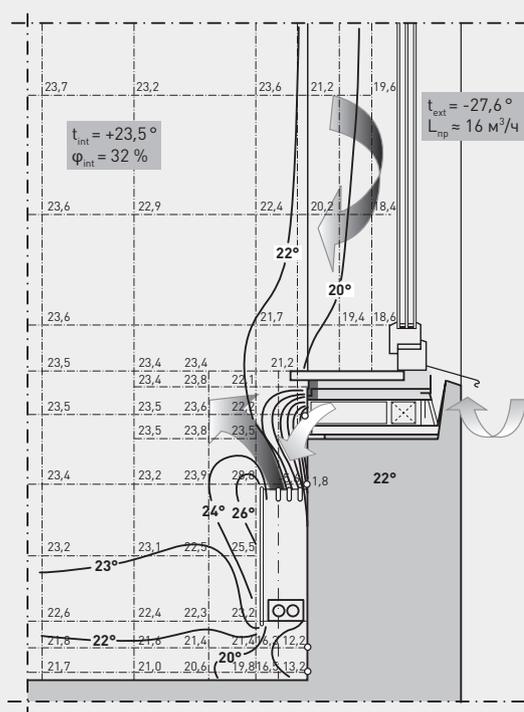


Рис. 8
Распределение температур в приоконной зоне со стеновым клапаном «**СВК В-75**» (температура наружного воздуха – 27,6 °С, расход воздуха через клапан ~ 16 м³/ч)

на клапане «EMM 3-30» – в его нижней части, в месте сопряжения с проставочным элементом; на клапане «СВК В-75» – в виде продолговатых линз на лепестках приточной решётки (в местах завихрений приточной струи); на клапане «КИВ-125» – в виде «пятна» на центральной части оголовка. При повышении температуры наружного воздуха (до -20 ÷ -15 °С) эта изморозь исчезала (испарялась за счёт сублимации) без образования капелек конденсата.

Заключение

Подводя итог вышеизложенному, можно констатировать:

- приточные клапаны в настоящее время пред-

ставлены достаточно широкой линейкой, обеспечивая возможность выбора с учётом дизайна помещений, конструктивных решений оконных блоков, стадии строительства (или ремонта) и др. факторов;

- эффект от применения приточных клапанов очевиден и подтверждён их успешной эксплуатацией в жилых и общественных зданиях ряда городов Западной Сибири;

- эффективность применения клапанов зависит от их конструкции, места размещения и правильности установки, состояния систем вентиляции квартиры и здания в целом; клапаны не гарантируют решения всех проблем, но являются необходимым элементом, без которого выполнение требований действующих строительных норм и правил по обеспечению требуемого воздухообмена практически невозможно.

Литература

1. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции в гражданском строительстве. Киев: Госстройиздат УССР, 1962. 1020 с.
2. Ливчак И.Ф. Вентиляция многоэтажных жилых домов. М.: Государственное издательство архитектуры и градостроительства, 1951. 172 с.
3. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
4. Стандарт АВОК. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. 16 с.
5. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные.
6. Рымаров А.Г., Смирнов В.В., Зинченко Д.Н. Особенности работы воздушных клапанов в окнах в квартире жилого здания в холодный период года // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2008. № 8. С. 86–87.
7. Бутцев Б.И. Приточные устройства – достойное дополнение к герметичным окнам // Светопрозрачные конструкции. 2000. № 3. С. 34–36. ■