

## Приточные вентиляционные устройства – обзор некоторых решений и результаты испытаний

### В качестве предисловия

Обеспечение воздухообмена в зданиях с современными светопрозрачными конструкциями до сих пор остается 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 самый различный уровень профессиональной подготовки. Но, несмотря на то, что с точки зрения теории вроде бы уже все ясно и «прозрачно» – количество претензий со стороны покупателей на «нехорошие окна», конденсат на остеклении, нарушение воздухообмена помещений не уменьшаются. 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 продолжают работать так, как будто этих проблем не существует, уповая на то, что либо жильцы сами разберутся, 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 удается 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 счету все 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 медицинской статистике большинство людей не могут прожить без дыхания более 5 минут. То есть воздух, которым все 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 все же 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 отапливаемых помещений за счет удаления воздуха вместе с продуктами сго-

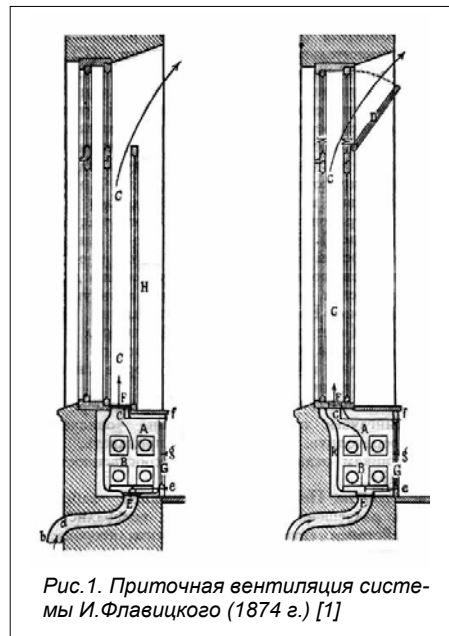


Рис.1. Приточная вентиляция системы И.Флавицкого (1874 г.) [1]

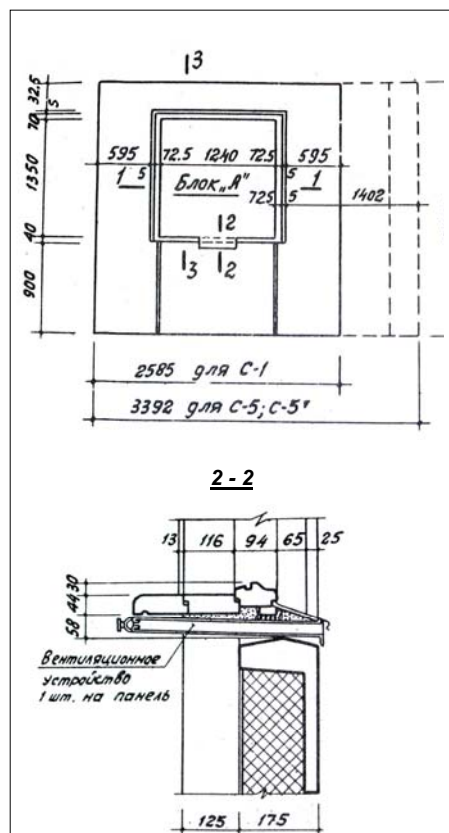


Рис.2. Схема установки приточного клапана в стеновых панелях жилых зданий серии 1-335 (1964 г.)

рания через дымовые каналы.

Однако надо отметить, что уже и в те годы для общественных зданий с большим скоплением людей (больницы, казармы, так называемые присутственные места) предлагались и применялись приточные системы естественной вентиляции. На рис.1 приведена схема приточной вентиляции, применявшаяся еще 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 загрязненного воздуха. При этом такие каналы первоначально начинали размещать в жилых комнатах. Но перетекание загрязненного 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). И на этом этапе необходимость применения специальных приточных устройств, вследствие высокой воздухопроницаемости окон, отсутствовала.

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

В течение нескольких десятилетий отечественные строители и ученые боролись за повышение герметичности оконных блоков – с тем, чтобы уменьшить неконтролируемый приток воздуха и соответственно затраты на его нагрев. Прорабатывались различные решения уплотнения оконных притворов – шерстяным шнуром, полиуретановыми прокладками, установкой стекол на герметик и т.п. И сегодня можно констатировать, что наконец-то получилось (пусть и за счет 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-г. 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].

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  $0,3 - 0,6 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мм вод.ст.})$  - то есть стала еще 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 еще в 70-х годах позапрошлого столетия известным ученым того времени И.Флавицким назывались цифры  $25-27 \text{ м}^3/\text{ч}$  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, как минимум, требуемый воздухообмен из расчета -  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на человека, в нерабочем режиме – дежурный воздухообмен. Например, для трехкомнатной квартиры в



Рис.3. Внешний вид некоторых оконных клапанов

Которой проживают четыре человека, система вентиляции должна обеспечивать в режиме проектной эксплуатации ~120 м<sup>3</sup>/ч, при отсутствии людей ~ 40 м<sup>3</sup>/ч. Но никак не полную герметичность помещений!

В этой связи надо еще раз обратить внимание на то, что оконные блоки с различного рода системами «самовентиляции», «микрорпроветривания», «кондиционирования» и т.п. с расходом воздуха 2-4 м<sup>3</sup>/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 рассмотрена в СК №3, 2008). Но ухудшение качества воздуха в помещениях с герметичными окнами наблюдается практически повсеместно. И соответственно 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, рис.4 приведены фотографии некоторых приточных устройств (так называемых клапанов), смонтированных в ряде эксплуатируемых жилых и общественных зданий 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, причем 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 воздуха 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 (см. рис.4, б), врезке клапанов в нижнюю часть балконных дверей (см. рис.3 д). А чего стоит клапан, врезанный непосредственно в остекление (см. рис.4, г). В этот же ряд можно поместить и приточно-вытяжную установку офисного помещения, воздухозаборные и воздуховыпускные отверстия которой врезаны в остекление (см. рис.4 е).

Логично предположить, что в более суровых климатических условиях РФ 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 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 счет оконных клапанов, и утверждалось, что подобные устройства «...если воздушный клапан открыт, то при отсутствии подогрева воздуха клапан покрывается шапкой льда..» (при этом надо отметить, что из материалов статьи непонятно о каких клапанах идет речь). Никоим 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 ЕММ 3-30 фирмы «Аегесо», стеновых клапанов



Рис.4. Внешний вид некоторых стеновых клапанов

«СВК В-75» и «КИВ-125». Внешний вид этих клапанов «в деле» приведен 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. Надо отметить, что аналогичные результаты были получены и в натурных условиях при фактических перепадах давлений и определении расходов воздуха с применением специального диффузора, анемометра АСО-3 и микроанометра ММН-240.

Как видно из результатов испытаний, при перепаде давлений 10 Па расход воздуха через все клапаны приблизительно одинаков и составляет 25 – 28 м<sup>3</sup>/ч. Естественно, что при уменьшении перепада давлений расход уменьшается, при увеличении перепада – возрастает.

А поскольку в реальных зданиях фактические перепады давлений могут изменяться в очень широких пределах (величина  $\Delta P$  зависит от этажа, температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра и др.), соответственно в достаточно широких пределах может изменяться и расход приточного воздуха. И в этой связи очень важным представляется наличие в клапанах конструктивных элементов, обеспечивающих возможность автоматического регулирования расхода воздуха с учетом эксплуатационных условий. Например, в клапанах ЕММ фирмы «Аегесо» это происходит автоматически по мере снижения относительной влажности воздуха и прикрытия заслонки, в стеновых клапанах «СВК В-75», оконных клапанах «VentAir» - за счет 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 и 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, рис.8. представлены результаты замеров распределения температур воздуха в приоконной зоне с установленными клапанами ЕММ 3-30 фирмы «Аегесо» и «СВК В-75», проводившихся в условиях эксплуатируемых квартир при температуре наружного воздуха  $t_{ext} = -27,6 \div -25,4^{\circ}\text{C}$ .

Следует отметить, что и в этом плане ожидать от приточных клапанов чего-то особенного не стоит – наружный 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, рис.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 в этом плане 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 охлажденным 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 трехлетними наблюдениями за клапанами ЕММ 3-30, установленными в трехкомнатной квартире 9-тиэтажного жилого дома серии 90 (г.Омск).

Причины простейшие - влагосодержание приточного воздуха настолько мало, что в приоконной зоне создается 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 помеще-

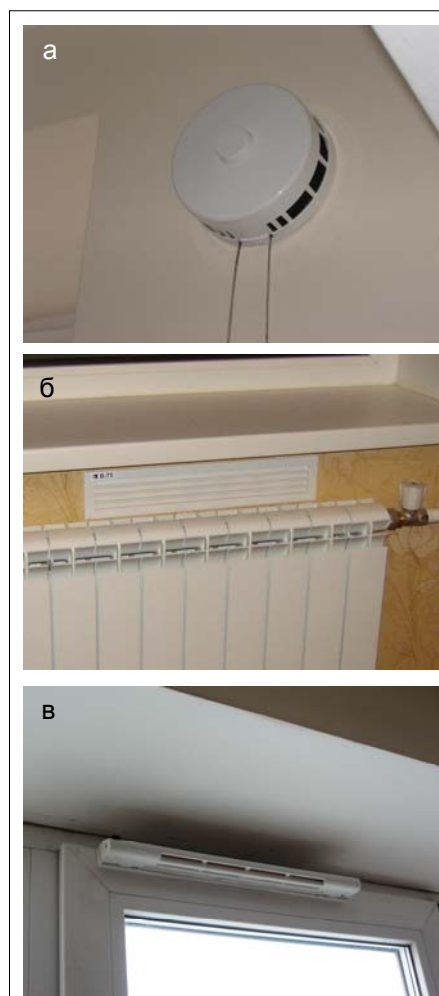


Рис.5. Внешний вид клапанов, прошедших апробацию в климатических условиях Западной Сибири: а - стеновой клапан КИВ-125, б – стеновой клапан «СВК В-75», оконный клапан ЕММ 3-30 фирмы «Аегесо»

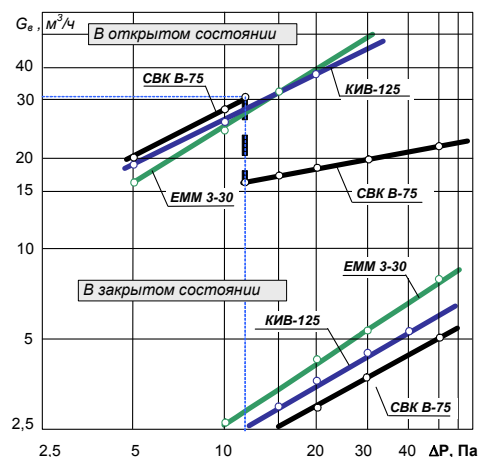


Рис.6. Результаты испытаний некоторых клапанов по показателю расход воздуха при различных перепадах давлений (по методике ГОСТ 26602.1-99)

ниях 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 охлажденным поверхностям. В этом случае появления изморози или сосулек практически неизбежно, что и наблюдается иногда даже на оконных блоках в местах их локального продувания.

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

В стеновых клапанах типа «КИВ -125» создание «облака» приточного сухого воздуха вокруг оголовка, обеспечивается за счет 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 счет его смешивания с конвективными потоками теплого 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 на клапане «ЕММ 3-30» - в его нижней части в месте сопряжения с проставочным элементом, на клапане «СВК В-75» - в виде продолговатых линз на лепестках приточной решетки (в местах завихрений приточной струи), на клапане «КИВ-125» - в виде «пятна» на центральной части оголовка. При повышении температуры наружного воздуха (до - 20 °С ÷ -15 °С) эта изморозь исчезала (испарялась за счет сублимации) без образования капелек конденсата.

### Заключение

Подводя итог вышеизложенному можно констатировать:

- приточные клапаны в настоящее время представлены достаточно широкой линейкой и обеспечивают возможность выбора с учетом дизайна помещений, конструктивных решений оконных блоков, стадии строительства (или ремонта) и др.;

- эффект от применения приточных клапанов очевиден и подтвержден 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.* - №8, 2008. - С.86- 87.

7. Бутцев Б.И. *Приточные устройства – достойное дополнение к герметичным окнам// СК.* - №3, 2000. - С.34 – 36.

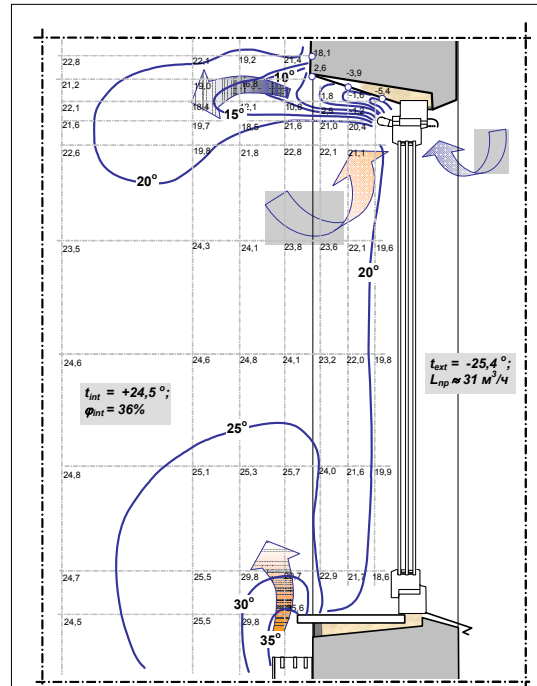


Рис.7. Распределение температур в приоконной зоне с оконным клапаном ЕММ 3-30 «Аегесо» (температура наружного воздуха – 25,4 °С, расход воздуха через клапан ~ 31 м³/ч, клапан принудительно открыт)

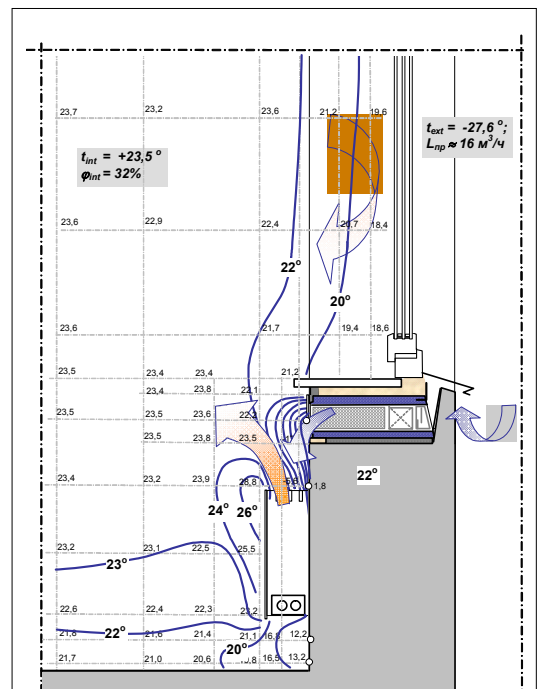


Рис.8. Распределение температур в приоконной зоне со стеновым клапаном «СВК В-75» (температура наружного воздуха – 27,6 °С, расход воздуха через клапан ~ 16 м³/ч)