

А. Д. Кривошеин, кафедра «ГСХ» СибАДИ

Вентиляция жилых многоквартирных зданий: проблемы и пути решения

Массовое применение в строительстве жилых зданий светопрозрачных конструкций с переплетами из ПВХ, клееной древесины, теплому алюминия со стеклопакетами и герметичными притворами обусловило появление ряда проблем, связанных с недостаточным воздухообменом помещений и нарушением работы вентиляции зданий.

Повышенная влажность внутреннего воздуха помещений, конденсат на остеклении и в углах наружных стен, испорченная отделка, повреждение оконных блоков, перетекание воздуха из одних каналов в другие, опрокидывание систем вентиляции с притоком холодного воздуха по вентиляционным каналам – вот неполный перечень проблем, с которыми столкнулись проектировщики и строители.

Проблемы с обеспечением требуемого воздухообмена помещений в многоэтажных зданиях с естественной вентиляцией существовали и раньше – и двадцать, и более лет тому назад. Еще в 50-х годах прошлого столетия, один из ведущих специалистов того времени – И. Ф. Ливчак – в своей книге «Вентиляция многоэтажных жилых домов» (1951 г.) писал о сложности обеспечения требуемого воздухообмена в системах естественной вентиляции многоэтажных зданий, необходимости их тщательного аэродинамического расчета, взаимосвязи воздухопроницаемости ограждающих конструкций с расходом приточного воздуха. Дословно: «... 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...»

В настоящее время герметизация современных оконных конструкций доведена до $0,3 - 0,6 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{даПа})$ – то есть стала еще на порядок больше, чем об этом писалось 60 лет тому назад. И в этой связи вполне логично и закономерно появление в массовом порядке проблем, связанных с недостаточным воздухообменом помещений.

Бытует расхожее мнение, что проблемы с вентиляцией характерны только для окон из ПВХ-профилей – конструкции из древесины «дышат». Результаты многочисленных испытаний оконных блоков с переплетами из клееной и цельной древесины, алюминия, ПВХ, стеклопластика и пр. пока зывают, что при отсутствии грубых ошибок изготовления «дышат» (а точнее «не дышат») эти конструкции совершенно одинаково (рис. 1).

Хорошо «дышат» старые оконные блоки – с листовым остеклением без уплотнения притворов и фальцев. Причем настолько, что каждую зиму их приходится заклеивать и утеплять.

Недостаточный приток обуславливает повышение относительной влажности воздуха помещений, ухудшение его газового состава (запахи, повышенная концентрация CO_2) и, как следствие – выпадение конденсата на остеклении, в углах наружных стен, появление плесени и т. п. – о чем уже неоднократно писалось в самых различных изданиях.

В последние годы проявилась еще одна неприятная сторона повышенной герметичности ограждающих конструкций – опрокидывание движения воздуха в вентиляционных каналах. При отсутствии организованного притока достаточно небольшой разницы в высоте оголовков вентиляционных шахт, несогласованности их сечений или открытой входной двери для того, чтобы один или несколько вытяжных каналов в квартире начали работать на приток – «опрокинулись». Неконтролируемое поступление холодного воздуха через неутепленные вытяжные каналы сопровождается обмерзанием стенок каналов (особенно на верхних этажах), понижением температуры воздуха в помещениях ванных комнат или кухонь, образованием сквозняков и дискомфортных зон.

В настоящее время убеждать в наличии проблем в этой области уже не приходится. Вопрос стоит иначе – что делать?

Говоря о вентиляции и организации воздухообмена в современных зданиях представляется целесообразным выделить несколько важных аспектов. В частности:

- требуемый воздухообмен и его взаимосвязь с режимом эксплуатации помещений;
- обеспечение регулируемого притока воздуха (технические решения приточных устройств и требования к ним);
- организация воздухообмена и требования к схемам систем вентиляции;



- особенности аэродинамического расчета и проектирования систем вентиляции;
 - энергосбережение.

Бесспорно, в рамках одной статьи детально рассмотреть все аспекты практически невозможно. Однако обозначить ключевые моменты, показать взаимосвязь технических решений систем вентиляции с применяемыми ограждающими конструкциями и режимом их эксплуатации помещений можно и нужно.

ТРЕБУЕМЫЙ ВОЗДУХООБМЕН

Казалось бы, какие вопросы могут быть по величине требуемого воздухообмена, если есть СНиП 41-01-2003, СНиП 31-01-2003, устанавливающие однозначные требования:

- минимальный воздухообмен на человека - не менее 30 м³/ч;
- расчетная кратность воздухообмена жилых помещений в режиме эксплуатации - не менее $n = 1,0$ 1/ч, в нерабочем режиме - $n = 0,2$ 1/ч.

Обусловлены эти требования необходимостью удаления из помещений избыточной влаги (от людей, приготовления пищи, влажной уборки, цветов и др.), и поддержанием требуемой чистоты воздуха (удаления углекислого газа, запахов, выделений из мебельного ДСП и т. п.). Необходимо отметить, что приблизительно те же величины по воздухообмену помещений назывались и в прошлом и в позапрошлом столетиях. В частности, в трудах И. Флавицкого (1885 г.) в качестве требуемого воздухообмена приводилась величина ≈ 27 м³/ч на человека, в работах профессора В. М. Чаплина ≈ 25 м³/ч (1928 г.). Аналогичные цифры фигурируют и во многих зарубежных стандартах.

Акцентировать внимание на данном вопросе заставляет необходимость выявления взаимосвязи требуемого воздухообмена с режимом эксплуатации помещений.

Не секрет, что проблемы с повышенной влажностью воздуха возникают далеко не во всех квартирах. И это зачастую вводит в заблуждение - если проблемы с вентиляцией возникают лишь в отдельных «нехороших» квартирах, то и, соответственно, их устранение может быть выполнено частным образом.

Забегая вперед, можно сразу сказать, что потребность в организованном воздухообмене во всех квартирах с современными окнами одинакова, как одинакова и физика процессов изменения свойств воздуха. Различия - в особенностях эксплуатации и размерах квартир.

В качестве примера, на рис. 2 приведен график влагопоступлений в трехкомнатной квартире в течение суток с учетом режима ее эксплуатации. Здесь же показан график изменения требуемого воздухообмена - из условий поддержания допустимой влажности воздуха и концентрации углекислого газа.

Анализ представленных зависимостей показывает, что величина требуемого воздухообмена квартиры может меняться от 20-30

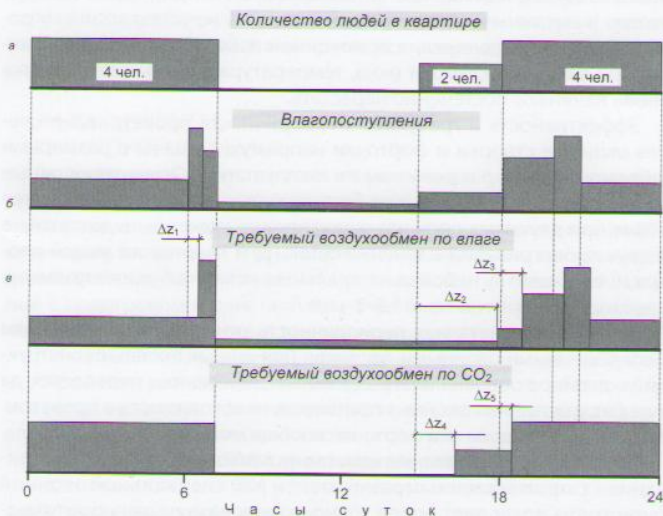


Рис. 2. Изменение требуемого воздухообмена в трехкомнатной квартире в течение суток с учетом режима ее эксплуатации

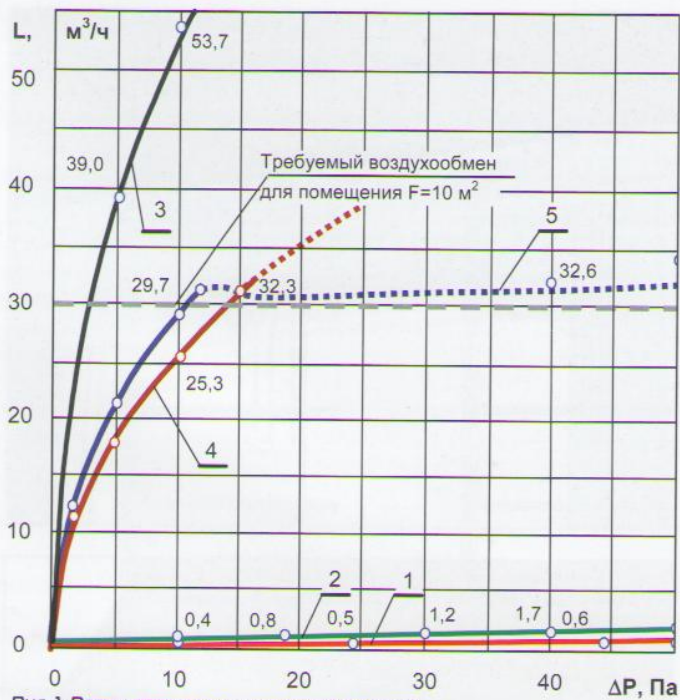


Рис. 1. Результаты замеров расхода воздуха через оконные блоки различного конструктивного решения:
 1 - из ПВХ-профилей;
 2 - из клееной древесины с двумя контурами уплотнения;
 3 - двойное остекление в раздельных деревянных переплетах без уплотнения притворов;
 4 - из ПВХ-профилей с вентиляционным клапаном CBK «В-75»;
 5 - то же с оконным клапаном Aereco

м³/ч (в нерабочем режиме - при отсутствии жильцов) до 160-180 м³/ч - в пиковые часы (приготовление пищи, влажная уборка помещений, душ и т. п.).

Соответственно, технические решения системы вентиляции квартиры должны обеспечивать возможность регулирования воздухообмена - от минимально допустимого в нерабочем режиме (20-30 м³/ч) до требуемого в режиме расчетной эксплуатации (160-180 м³/ч).

Следует обратить внимание на то, что появление человека в квартире не обуславливает немедленную потребность в подаче приточного воздуха. Изменение свойств воздуха (нарастание влажности и концентрации CO₂) и, соответственно, потребность в вентиляции наступает с определенным запаздыванием, обусловленным инерционностью помещений. И чем больше квартира (больше объем воздуха), тем это запаздывание больше и тем, соответственно меньше вероятность повышения влажности воздуха до допустимых значений и выпадения конденсата на остеклении или других ограждающих конструкциях.

Относительная влажность, %

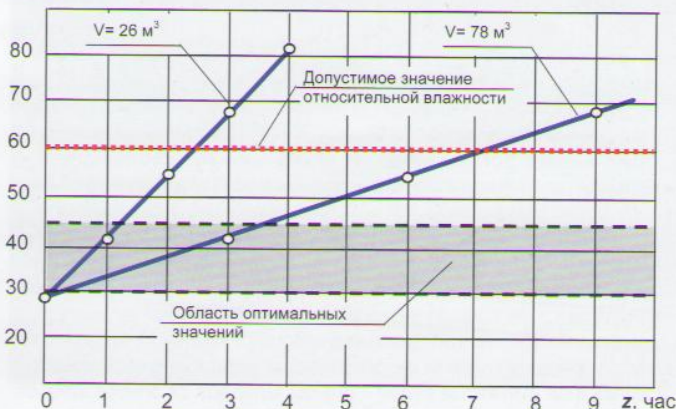


Рис. 3. Зависимость изменения относительной влажности воздуха в помещениях площадью 10 м² и 30 м² с течением времени (без учета сорбирования влаги отделкой помещений и пр.)

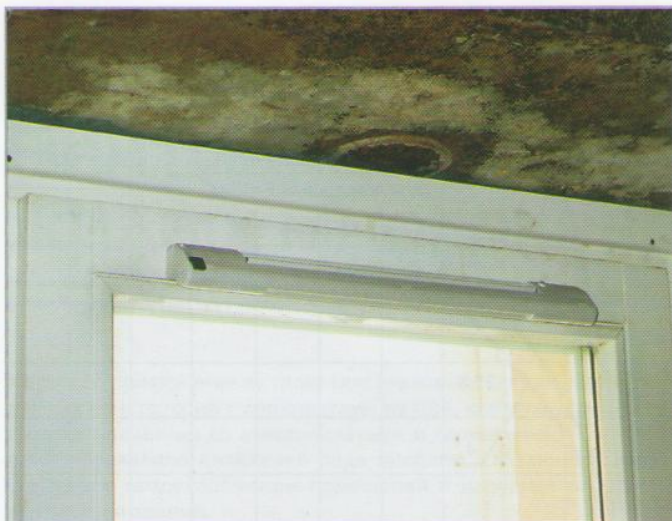


Рис. 4. Внешний вид некоторых приточных устройств:
а – оконный клапан ЕММ;
б – стеновой клапан КИУ;
в – стеновой клапан СВК В-75

В качестве иллюстрации на рис. 3 приведены результаты расчета изменения относительной влажности воздуха во времени для помещения площадью 10 м² (объем 26 м³) и 30 м² (объем 78 м³). При появлении в помещении человека продолжительность нарастания относительной влажности до допустимых значений составляет ≈ 2,5 часа. А для помещения 30 м² этот промежуток времени увеличивается до ≈ 7,5 часа. В реальных условиях продолжительность достижения допустимой влажности возрастает – вследствие сорбции (поглощения) влаги из воздуха отделкой помещений, мебелью, постельными принадлежностями и т. п., но в целом закономерности остаются прежними – в больших квартирах, вероятность повышения влажности до допустимых значений и, соответственно, выпадения конденсата на ограждающих конструкциях существенно меньше, чем в квартирах небольшой площади.

Необходимо отметить, что потребность в вентиляции квартиры по условиям удаления углекислого газа наступает гораздо быстрее, чем по относительной влажности воздуха (см. рис. 2). Таким образом, **отсутствие конденсата на остеклении отнюдь не свидетельствует о качестве воздуха и комфортных условиях проживания.**

Представленные зависимости показывают, что проблемы с вентиляцией – это, прежде всего, проблемы маленьких квартир, так называемого социального жилья.

Чем меньше квартира, чем больше людей в ней проживает, тем короче период достижения предельно допустимых концентраций воздуха по отдельным показателям, в том числе, и по относительной влажности и, соответственно, тем актуальнее задача обеспечения регулируемого притока воздуха.

ПРОВЕТРИВАНИЕ ЧЕРЕЗ ФОРТОЧКИ

Один из часто обсуждаемых вопросов – а не вернуться ли к традиционным форточкам?

Что дает и что может дать проветривание через открывающиеся створки оконных блоков или форточки?

Не затрагивая очевидные недостатки подобного рода проветривания (сквозняки, пыль, ухудшение звукоизоляции, опасность проникновения в квартиру и пр.), рассмотрим возможность обеспечения требуемого воздухообмена при открытии форточек или створок оконных блоков.

При открытии створки окна в режиме проветривания на 10-15 минут (как это рекомендуется в указаниях по эксплуатации оконных фирм), в помещение поступает достаточно большое количество воздуха (расход воздуха через открытую створку составляет ≈ 300-400 м³/ч).

Естественно, продолжительное проветривание в холодный период года неизбежно приводит к существенному понижению температуры внутреннего воздуха, особенно в приоконной зоне. При этом происходит интенсивное перетекание воздуха из жилых комнат – через коридоры – в помещения санузлов и кухонь – к вытяжным вентиляционным каналам. Температура и относительная влажность воздуха в помещении понижаются, часть приточного воздуха уходит в вытяжные вентиляционные каналы, не успев ассимилировать вредные выделения, в приоконной зоне образуются сквозняки. При закрытии створки окна, температура и влажность воздуха вновь начинают постепенно нарастать.

Эффективность и требуемая периодичность проветривания через оконные створки и форточки напрямую связаны с размерами (объемом) квартир и режимом их эксплуатации. Ориентировочные расчеты показывают, что для больших квартир (площадью более 100 м² при двух-трех проживающих) вполне может быть достаточно и двух проветриваний в течение суток. Для квартир же малой площади, особенно в небольших спальнях, проветривание необходимо через каждые 1,5-2 часа.

Конечно же, указанная периодичность относится к помещениям с современными оконными блоками. Для старых оконных конструкций – двойное остекление в отдельных деревянных переплетах, да еще без уплотнения оконных притворов, необходимость в проветривании через створки или форточки вообще может отсутствовать.

Щелевое проветривание или, так называемое, микропроветривание – с применением ограничителей или специальной оконной фурнитуры позволяет более точно дозировать подачу приточного воздуха. Однако и в этом случае неизбежны сквозняки – поскольку приток воздуха идет непосредственно в рабочую зону

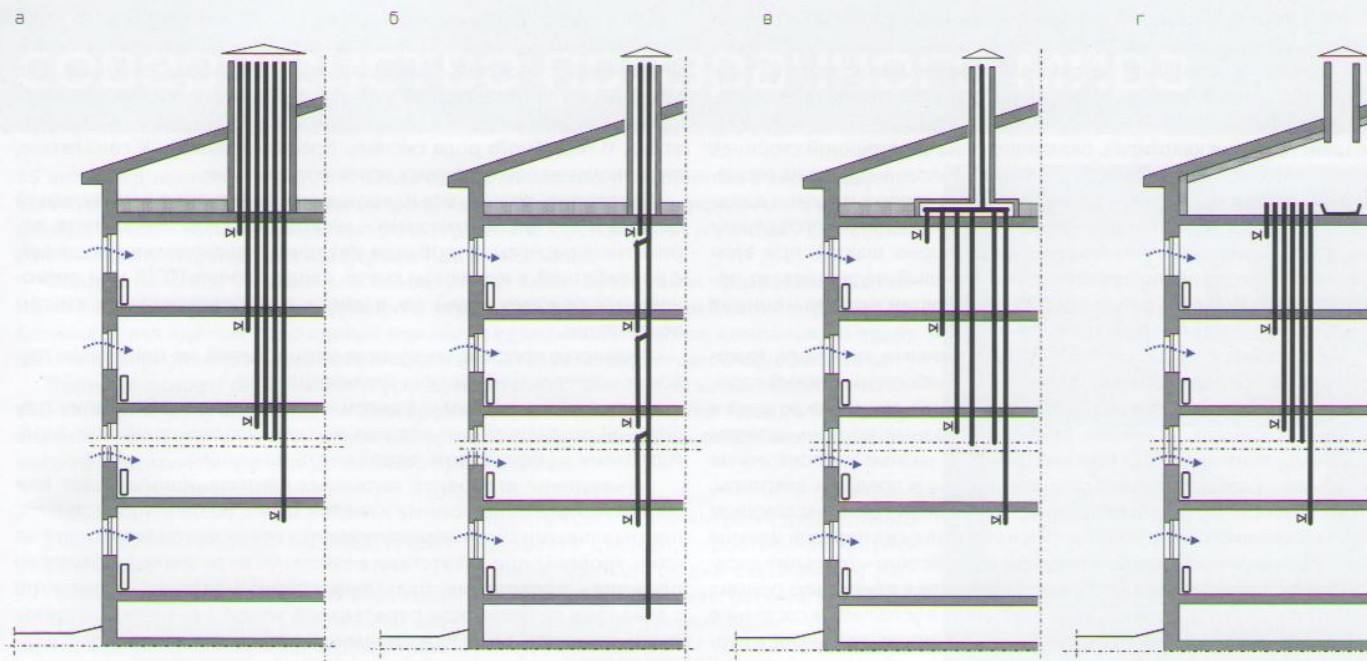


Рис. 5. Принципиальные схемы некоторых систем естественной вентиляции жилых зданий:
 а – без сборных каналов; б – с вертикальными сборными каналами; в – с горизонтальными сборными каналами на чердаке; г – с теплым чердаком

помещений (струя приточного воздуха буквально «сваливается» с подоконника), резко снижается звукоизоляция конструкций (см. таблицу), на уплотнительных прокладках в холодный период года образуется изморозь, затрудняющая последующее закрытие оконных створок.

№ п/п	Режим проветривания	Звукоизоляция воздушного шума, дБА
1	Окно закрыто	32
2	Створка окна открыта в режиме щелевого проветривания	16
3	Створка окна открыта в режиме проветривания	7

Таким образом, периодическое проветривание через открывающиеся оконные створки и форточки в состоянии обеспечить требуемый воздухообмен (особенно в больших квартирах, коттеджах), однако не гарантирует поддержание в помещениях комфортных параметров микроклимата и, кроме всего прочего, требует постоянного внимания.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИТОКА ВОЗДУХА

Решение задачи обеспечения регулируемого притока в настоящее время возможно за счет различных технических средств – начиная с различного рода проветривателей и заканчивая оконными и стеновыми клапанами, в том числе и с механическим побуждением движения воздуха (системы механической вентиляции жилых зданий с подогревом и очисткой приточного воздуха в данной статье не рассматриваются).

Не останавливаясь детально на описании принципа действия и устройстве различных вентиляционных клапанов, хотелось бы отметить несколько технических решений, прошедших успешную апробацию в климатических условиях Омской области:

- оконные клапаны ЕММ производства фирмы Aereco (рис. 4а);
- стеновые клапаны KIV, устанавливаемые в наружных стенах рядом с оконными проемами (рис. 4б);
- стеновые клапаны СКВ В-75, монтируемые в наружных стенах над отопительными приборами (рис. 4в).

Известны и предлагаются к реализации десятки других приточных устройств – фирм Renson, Si-gezia, Titon, Biobe, Duko и др. Однако положительный опыт эксплуатации этих конструкций в климатических условиях Сибири пока отсутствует.

Говоря о приточных вентиляционных устройствах, необходимо отметить разрозненность, недостаточность, а в ряде случаев и противоречивость информации по их свойствам, отсутствие единых показателей и требований, в соответствии с которыми можно было бы проводить сопоставление и уточнять область применения тех или иных конструкций.

По мнению автора, назрела настоятельная необходимость в разработке нормативного документа, устанавливающего единые требования к приточным устройствам, перечень и методы определения их показателей, а в целом – и к проектированию систем естественной вентиляции с приточными устройствами различного типа.

ВЫТЯЖНЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА

Приточные клапаны, какими бы свойствами они не обладали, являются не более чем регулируемыми отверстиями, предназначенными для пропуска воздуха в помещение.

Для того, чтобы они работали устойчиво на приток, необходимо удаление воздуха из квартиры. То есть, прежде всего, **должна быть правильно запроектирована и выполнена вытяжная система вентиляции.**

Только лишь установкой приточных клапанов, какими бы прекрасными показателями они не характеризовались, задачу обеспечения устойчивой работы системы вентиляции не решить.

И здесь, как представляется, наиболее серьезный круг вопросов, требующих анализа и взвешенных подходов к выбору принципиальных схем, расчету и проектированию систем вентиляции.

Большинство применяемых в настоящее время схем естественной вентиляции ограничивается вариантами с вертикальными сборными каналами и каналами, спутниками, присоединяемыми к сборному каналу через этаж, либо системами с самостоятельными вытяжными каналами (без объединения). При этом выпуск воздуха предусматривается либо в пространство теплого чердака, либо непосредственно за пределы здания – через вытяжные вентиляционные шахты или оголовки вентканалов (рис. 5).

Схемы с горизонтальными сборными каналами применяются крайне редко. ▶

Анализ результатов обследований, расчетов различных систем позволили выделить ряд особенностей в нарушении их работы:

- в системах с теплым чердаком – перетекание воздуха из пространства теплого чердака в помещения верхних этажей (опрокидывание внутри системы – наблюдаемое, как правило, при ветровых воздействиях – в квартирах, оказавшихся на заветренной стороне); кроме того, при отсутствии разделения теплого чердака на герметичные секции (по нормам проектирования теплые чердаки должны разделяться герметичными перегородками), отмечаются случаи опрокидывания движения воздуха в некоторых шахтах; при этом наружный воздух начинает поступать в теплый чердак, резко понижая эффективность работы систем вентиляции в целом и снижая температуру воздуха в пространстве чердака;

- в системах с самостоятельными вытяжными каналами, выходящими за пределы здания (казалось бы, наиболее надежный вариант), в ряде случаев отмечается опрокидывание движения воздуха в отдельных каналах; основные причины – разный уровень отметок оголовков вентканалов (а соответственно, и разные располагаемые давления), разные площади сечения каналов в пределах квартиры, отсутствие организованного притока; при закрытых оконных створках расход удаляемого воздуха по вытяжным каналам на порядок меньше расчетных значений, и любое внешнее воздействие – открытие входной двери, порывы ветра и т. п., могут привести к изменению режима работы каналов; при этом система переходит в устойчивое состояние с поступлением холодного воздуха в ванные комнаты или кухни, и вернуть ее в проектный режим – зачастую бывает крайне непросто;

- в системах с вертикальными сборными каналами наиболее часто отмечается перетекание воздуха из вентканалов в квартиры верхних этажей; причины – несогласованность размеров сборного канала и каналов-спутников; открытие створки окна на заветренной стороне, подключение к вытяжным вентиляционным каналам кухонных вытяжек или вентиляторов из санузлов и др.; необходимо отметить, что включение даже одной кухонной вытяжки может кардинально изменить режим работы вентканалов всех квартир, подключенных к одному сборному каналу; более того, включение кухонной вытяжки может привести и к перетеканию воздуха из каналов санузла в пределах одной квартиры.

Если сделать небольшой экскурс в историю вопроса, то надо отметить, что и ранее – при старых оконных блоках – отмечалась неустойчивость систем с вертикальными сборными каналами. Для повышения их надежности предлагалось подключение каналов-спутников производить к сборному каналу через два или даже три этажа. И подобного рода системы проектировались. К сожалению, эти рекомендации оказались успешно забытыми.

Бесспорно, решить все накопившиеся вопросы в рамках одной обзорной статьи невозможно – необходимы и исследования, варианты расчетов, апробация различных технических решений, с разработкой в конечном счете свода правил (ТСП) или региональных рекомендаций по расчету и проектированию систем вентиляции.

В качестве простых, очевидных мероприятий, не требующих глубоких исследований, можно рекомендовать:

- в системах с теплым чердаком – обязательное соблюдение требований по разделению чердака на секции с герметичными перегородками и устройством одной шахты на секцию;

- выведение оголовков вытяжных вентиляционных шахт или оголовков вентиляционных каналов (как с отдельными, так и с вертикальными сборными каналами) в пределах одной секции на один уровень; при отсутствии возможности реализации данного решения – проведение тщательных аэродинамических расчетов с анализом возможности перетекания воздуха как между отдельными каналами, так и квартирами, выходящими на одну лестничную клетку;

- в системах с вертикальными сборными каналами – подключение каналов-спутников через два или три этажа, опять же с проверочными аэродинамическими расчетами и анализом возможности врезки в каналы-спутники осевых вентиляторов;

- в системах с самостоятельными вентиляционными каналами, выходящими за пределы здания, объединение каналов в пределах утепленных оголовков с установкой дефлекторов;

- для обеспечения регулируемого притока воздуха во всех жилых комнатах – установка приточных вентиляционных устройств (стенных или оконных клапанов).

(Продолжение в следующем номере)

