

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

**Костуганов А.Б., Демидочкин В.В., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет**

Сегодня уже не только в специализированной литературе можно встретить термин «синдром больного здания». К сожалению, это явление распространено в большинстве гражданских зданий России [1-3]. Подобные симптомы могут являться предпосылками серьёзных заболеваний, и связаны с нарушением нормального состояния воздушной среды помещений, за которое отвечает система вентиляции [4], [5]. Также в помещениях гражданских зданий нередко наблюдаются следующие последствия неудовлетворительной работы систем вентиляции: образование плесневых грибов на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, образование конденсата и наледи на внутренних поверхностях окон, нарушение внешнего вида зданий, разрушение строительных конструкций, обратная тяга в вентиляционных каналах и дымоходах, нарушение нормальной работы газоиспользующего оборудования. Основные причины неудовлетворительной работы систем вентиляции помещений гражданских зданий неоднозначны и зависят от многих факторов.

Климатические причины возникают в случае применения систем вентиляции с гравитационным (естественным) побуждением движения воздуха. В работе [6] приведены достаточно достоверные и подробные сведения о том, что для большей и наиболее густонаселённой части территории России средняя необеспеченность работы систем естественной вентиляции составляет 5-6 месяцев в году.

Нормативные причины - в работах [7], [8] приводятся сведения о том, что в связи с пересмотром требований к тепловой защите зданий, начиная с 1995 года, была существенно увеличена степень их герметичности. Также в нормы проектирования были внесены изменения, однако целый ряд факторов, влияющих на расчётную и фактическую величины воздухообмена, остаётся вне рассмотрения современных норм.

Проектные причины довольно часто встречаются на практике, причём не только в России, но и в зарубежных странах [5, 9]. Те же факторы во многом лежат и в основе градостроительных причин.

Строительно-монтажные причины также часто встречаются на практике из-за недостаточной квалификации рабочих, низкого уровня организации работ, отступлений от проекта.

Эксплуатационные причины являются, пожалуй, наиболее часто встречающимися в существующих зданиях, как в России, так и в зарубежных странах [9]. В их основе лежит техническая неграмотность собственников помещений либо специалистов управляющих компаний.

Климатические, нормативные, проектные и градостроительные причины могут и должны быть устранены ещё на этапе проектирования систем соответствующими усилиями научно-исследовательских и проектных организаций.

На сегодняшний день одним из самых распространённых способов организации воздухообмена гражданских зданий (в особенности жилых) в виду относительной дешевизны и практического отсутствия эксплуатационных затрат остаётся устройство малоэффективной системы естественной вытяжной вентиляции с неорганизованным притоком воздуха. В виду повышения требований к тепловой защите зданий данная система дополняется специальными устройствами для осуществления притока воздуха, что усложняет и удорожает систему. Для повышения эффективности системы выброс воздуха из сборных вентиляционных каналов и шахт должен осуществляться на тёплый чердак, что позволяет увеличить естественную тягу в каналах.

Чтобы устранить имеющиеся недостатки системы естественной вытяжной вентиляции, применяют комбинированную или гибридную вентиляцию, сочетающую в себе элементы систем вентиляции с естественным и механическим побуждением. Такая система в различные периоды времени в зависимости от потребности может работать в режимах естественной или механической вентиляции. Однако такая система достаточно сложна в устройстве, автоматизации и эксплуатации и не всегда позволяет использовать утилизацию теплоты. Также заметим, что естественная и гибридная вентиляция может эффективно применять лишь в многоэтажных зданиях, в то время как для малоэтажных зданий эти способы организации эффективного воздухообмена практически не применимы.

Одним из перспективных и наименее изученных способов организации воздухообмена в помещениях гражданских зданий является устройство автономных (децентрализованных) систем вентиляции для отдельных помещений. Этот способ обладает как рядом преимуществ, так и рядом недостатков. К недостаткам следует отнести относительную дороговизну устройства и эксплуатации систем, возникновение дополнительных источников шума, некоторое нарушение интерьера помещений. К достоинствам же относятся возможность организации устойчивого воздухообмена в помещении и возможность организации утилизации теплоты воздуха. В особенности если учесть, что по различным оценкам потери теплоты с воздухообменом в современных зданиях могут достигать 25% от общих потерь теплоты, то последнее преимущество становится ещё более весомым. Также стоит заметить, что данный способ организации воздухообмена применим для всех гражданских зданий в независимости от их этажности.

В работе [10], авторами Костугановым А.Б. и Вытчиковым Ю.С. приведён подробный анализ проведённых натурных испытаний современных систем автономной вентиляции. Приведём ниже основные результаты проведённых исследований.

На сегодняшний день достаточно много производителей вентиляционного оборудования предлагают подобные системы, например модели "УВРК",

"Прана", "Тефо", "Ревента", "Аероесо", "Meltem", "AirLaska", "Frivent" и прочие. На основании критериев наличия в рассматриваемых системах различных теплообменников для утилизации теплоты, приспособленности к климатическим условиям России, представленности на российском рынке товаров и доступности цены нами были выбраны для испытаний следующие системы: УВРК-50 (производитель ООО «Научно-производственная фирма «Экотерм», город Омск, Россия), Прана-150 (производитель компания «Прана»; город Львов, Украина), ТеФо (производитель ООО «Теплообмен»; город Севастополь, Россия).

Натурные испытания систем проводились авторами данной работы в период с 2014 - 2016 года на базе лаборатории кафедры ТГВ и ГМ Оренбургского государственного университета. Для возможности проведения испытаний в наружной стене лаборатории ранее было выполнено отверстие диаметром 250 мм (рисунки 1-3), в которое устанавливались испытуемые образцы систем (рисунки 4-5).



Рисунок 1 - Установка оборудования



Рисунок 2 - Сверление отверстия



Рисунок 3 - Полученное отверстие



Рисунок 4 - Система УВРК-50 (вид из помещения)



Рисунок 5 - Система УВРК-50 (вид снаружи)

Для измерения температуры, относительной влажности, скорости, подвижности воздуха и уровня шума использовались поверенные измерительные приборы.

Натурные исследования систем были проведены зимой 2014, 2015 года по достижению среднесуточных температур наружного воздуха устойчивых отрицательных значений ниже минус $6,1^{\circ}\text{C}$ (средняя температура за отопительный период для города Оренбурга). Методика проведения исследования заключалась в фиксации операторами результатов наблюдений температуры, относительной влажности, скорости воздуха при испытаниях систем через интервал времени 3...5 секунд. Продолжительность экспериментальных серий составляла 20 ... 25 минут. Началу испытаний предшествовала обкатка систем (мини-

мум в течение часа) для их выхода на режим работы, близкий к стационарному режиму.

Испытания проводились в режимах соответствующих средней и максимальной скорости воздушного потока, создаваемой на выходе из воздухораспределительных отверстий систем. Измерения проводились в заранее определённых сечениях, в которых параметры воздуха устойчивы и соответствуют средним значениям на обоих режимах испытаний. Испытания в режиме минимальной производительности не проводились, так как ранее в ходе постановочных экспериментов было установлен факт практического прекращения создания воздухообмена системами в этом режиме.

В соответствии с целями и задачами исследования были определены значения фактического воздухообмена и эффективности передачи теплоты в испытуемых образцах систем. Средние интервалы полученных результатов, оценки погрешностей измерений представлены в работе [10].

В результате анализа значений показателей, полученных в ходе исследования, можно сформулировать следующие рекомендации для конструирования, изготовления новых образцов подобных систем:

1 В конструкции новых образцов систем в качестве побудителя движения воздуха должен быть применён не осевой, а центробежный вентилятор. Именно этой конструктивной особенностью систем, по мнению авторов, объясняются невысокие показатели значений фактического воздухообмена и эффективности передачи теплоты в испытуемых образцах.

2 Новые образцы систем должны оптимально объединять в себе две характеристики – как можно большая площадь поверхности теплообмена и как можно меньшая занимаемая площадь поверхности стены помещения.

3 Конструкция теплообменников систем должна быть проста в изготовлении и эффективна с точки зрения очистки поверхности теплообмена (пример конструкции теплообменников системы «ТеФо»).

4. В конструкции новых образцов систем обязательно должны быть предусмотрены фильтры для очистки воздуха поступающего с улицы и воздуха удаляемого из помещения.

5. Для снижения уровня шума до нормативных значений следует предусмотреть установку вентиляторов снаружи помещения, либо как можно дальше от выпуска воздуха в помещение.

6 Новые образцы систем должна быть в максимальной степени пригодны к ремонту.

7 Регулирование систем пользователем должно быть максимально упрощено.

8 Гарантийный срок эксплуатации новых образцов систем следует устанавливать минимум 1 год.

9 Для удобства монтажа степень готовности новых образцов систем должна быть максимальна.

Отметим, что в Казанском государственном архитектурно-строительном университете проводились ранее сходные натурные испытания некоторых дру-

гих устройств для организации притока наружного воздуха и в том числе УВРК-50 [11]. По многим позициям были получены схожие с данным исследованием результаты.

В результате проведённого исследования были установлены основные качественные и количественные параметры, которым должны удовлетворять новые образцы систем автономной вентиляции. К ним следует отнести:

1 Качественные параметры:

1.1 Аэродинамическая устойчивость - способность поддержания воздухообмена на минимально необходимом уровне в независимости от внешних факторов.

1.2 Значительная степень утилизации тепловой энергии, что подразумевает наличие в конструкции систем теплообменников-утилизаторов теплоты. Теплообменники-утилизаторы теплоты должны быть технически защищены от вероятности обмерзания в расчёте на среднемесячные температуры холодного периода.

1.3 Минимально технически возможный уровень энергопотребления, при условии полного сохранения целевых функций систем.

1.4 Минимально возможный уровень шума при работе систем, который, при учёте среднего нормального фонового значения уровня шума, не превышает санитарно-гигиенических нормативов.

1.5 Приемлемые габариты систем, позволяющие провести установку под подоконной доской.

1.6 Ремонтопригодность и доступность обслуживания.

2. Количественные параметры:

2.1 Гарантированный воздухообмен на уровне санитарных норм (минимально 30 м³/час);

2.2 Доля возврата теплоты от 50% до 75% в зависимости от режима работы оборудования, а также внешних и внутренних условий среды;

2.3 Потребление энергии на уровне современных бытовых приборов;

2.4 Максимальный фоновый уровень шума в помещении при работе системы не должен превышать установленных нормативов - предельное значение 55 ДБа;

2.5 Компактность - системы должны уместиться в размеры среднестатистического окна;

2.6 Системы должны быть доступны пользователям для технического обслуживания и мелкого ремонта.

По результатам проведённого исследования, на основе перечисленных выше рекомендаций на базе ООО «НПП «Пневмакс» (г. Оренбург) был разработан новый образец систем автономной вентиляции для стенового монтажа. Общий вид образца представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Новый образец системы вентиляции

В ходе проведения дальнейших исследований по данной тематике планируется проведение испытаний (натурных и в климатической камере) образца систем автономной вентиляции, а также разработать вариант системы автономной вентиляции с утилизацией теплоты, пригодный для монтажа под подоконной доской. В 2016 году автор статьи [10] Костуганов А.Б. стал победителем Всероссийского конкурса «У.М.Н.И.К.», проводимого Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. На конкурс был представлен проект «Разработка энергоэффективных оконных систем вентиляции гражданских зданий».

Список литературы

1. Fanger, O. *Качество внутреннего воздуха в зданиях, построенных в холодном климате* / O. Fanger // АВОК. – 2006. - №2. - С. 12-19.
2. Табунчиков, Ю.А. *Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты* / Ю.А. Табунчиков // АВОК. – 2008. - №5. - С. 4-11.
3. Табунчиков, Ю.А. *Экологическая безопасность жилища* / Ю.А. Табунчиков // АВОК. – 2007. - №4. - С. 4-7.
4. Костуганов, А.Б. *Качество воздуха помещений гражданских зданий: состояние проблемы и пути решения* / А.Б. Костуганов, Ю.С. Вытчиков // В сборнике: *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии - сборник статей. Самарский государственный архитектурно-строительный университет*; под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова - Самара - 2016. - С. 309-313.
5. Тюрин, Н.П. *Исследование работы вытяжных вентиляционных систем в жилых зданиях* / Н.П. Тюрин, Е.П. Лапин, Г.И. Титов, Ю.Э. Захарова // В сборнике: *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре материалы 70-ой юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 г. Самарский государственный архитектурно-строительный университет - Самара - 2013. - С. 267-271.*
6. Кузин, В.Ю. *Методы круглогодичного обеспечения воздушно-теплого режима многоквартирных жилых домов* / В.Ю. Кузин // автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук - Пенза - 2016. - 23 с.

7. Вытчиков, Ю.С. Экспериментальное исследование воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях / Ю.С. Вытчиков, А.В. Сидорова // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре материалы 70-ой юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 г. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара - 2013. - С. 284-286.

8. Вытчиков, Ю.С. Организация воздухообмена в современных энергоэффективных зданиях // Ю.С. Вытчиков, А.В. Сидорова // Градостроительство и архитектура. - 2013.- № 4 (12). - С. 87-94.

9. Schulte, R. Непрерывный мониторинг качества внутреннего воздуха в школьных зданиях / R. Schulte, B. Bridges, D. Grimsrud // АВОК. – 2005. - №8. - С. 36-47.

10. Kostuganov, A.B. On analysis of operating efficiency of autonomous ventilation systems / A.B. Kostuganov, Yu.S. Vytchikov // MATEC Web of Conferences Editors: S. Jemioło, A. Zbiciak, M. Mitew-Czajewska, M. Krzemiński and M. Gajewski. 2017. С. 00087.

11. Куприянов В.Н. Исследование возможностей приточно-вытяжных устройств для обеспечения нормативного воздухообмена жилых помещений / В.Н. Куприянов, А.М. Сайфутдинова, А.М. Зиганшин, И.Ш. Сафин // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук - 2013. - № 16. - С. 245-254.