

Автоматизация процесса регулирования воздухообмена в жилых помещениях

А.С. Климов, С.В. Шилкин, О.Л. Климова, Е.В. Чумакова, Е.Ю. Янаев

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье приведены результаты исследования вентиляционного устройства. Разработана система автоматического управления процессом регулирования воздухообмена в жилом помещении, которая позволяет управлять элементом исполнительного механизма, что увеличивает производительность и эффективность вентиляционного устройства. Разработан автоматизированный модуль процесса регулирования воздухообмена в жилых зданиях, предназначенный для управления регулированием воздухообмена и его определения в жилых зданиях в разные периоды года. Программный модуль реализует перерасчет основных тепловлажностных параметров воздуха.

Ключевые слова: воздухообмен, автоматизированный модуль, автоматическое управление, вентиляционное устройство.

В настоящее время существует ряд проблем связанных с воздухообменом в помещениях жилых домов различной этажности [1 - 3]. Это зависит от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий [4 - 5], а также существующего нормативного подхода к проектированию и организации воздухообмена в жилых домах [6 - 8]. Установлено, что длительное пребывание людей в душных помещениях приводит к легочным и аллергическим заболеваниям, сокращению срока жизни, умственной отсталости и т.п. Обязанность защиты людей от упомянутых неблагоприятных последствий изложена в следующих документах: Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", Статья 20 Требования к обеспечению качества воздуха; "Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020), Статья 42; санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях СанПиН 2.1.2.2645-10. Сегодня большое внимание

уделяется поиску новых перспективных решений по организации воздухообмена в жилых помещениях (рис. 1).



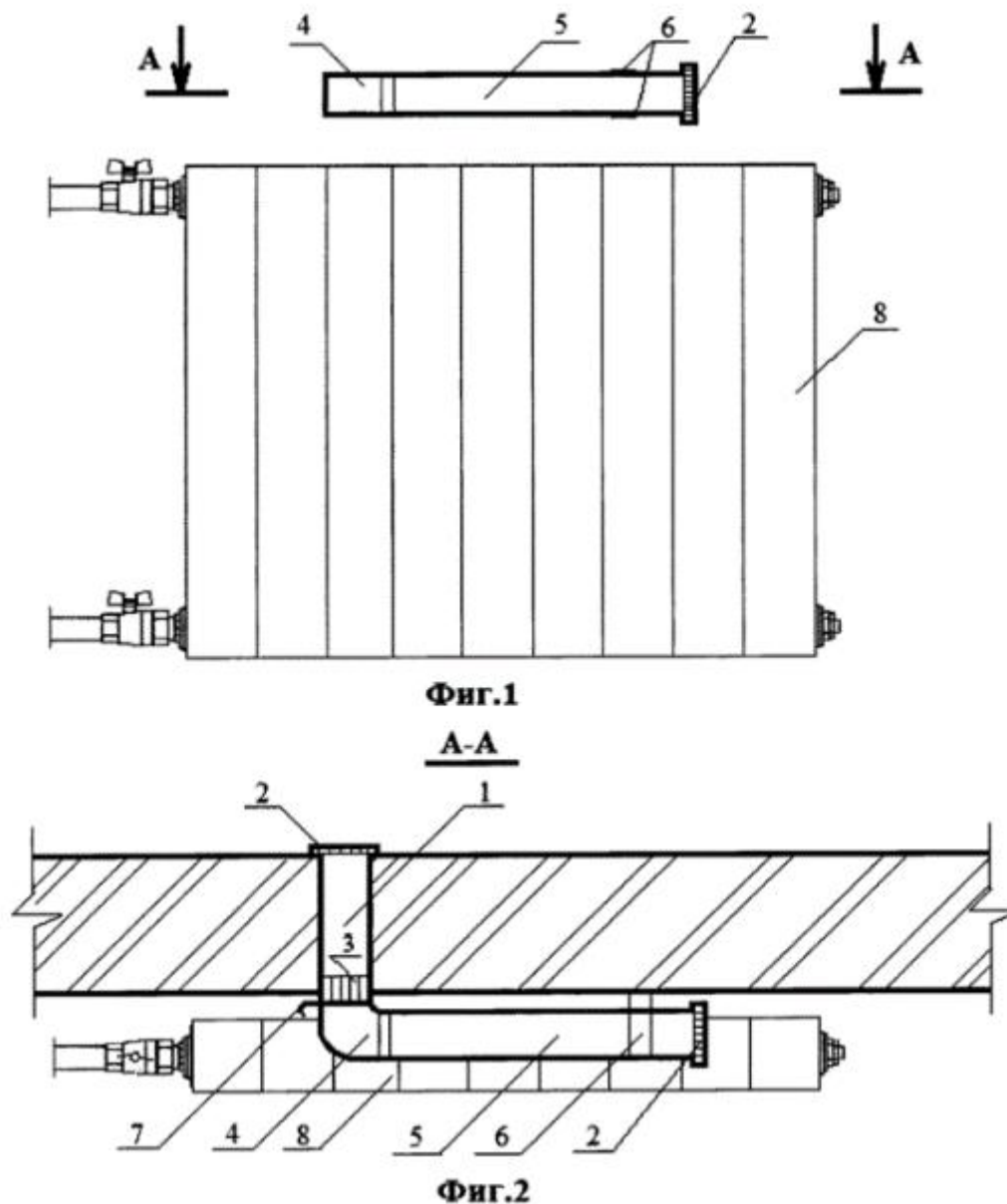
а – клапан «ЭРА», б – клапан СВК-В75, в – клапан КИВ-125

Рис. 1. - Вентиляционные устройства

Анализ результатов измерений показал, что температура внутренней поверхности этих устройств существенно ниже «точки росы» для нормативных параметров воздуха в помещениях жилых зданий. Исходя из этого, было сделано заключение, что теплозащитные качества данных устройств не отвечают требованиям строительных норм и правил СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.

В работе [9] рассмотрено вентиляционное устройство для регулирования притока наружного воздуха в помещение, преимущественно в районах с холодным климатом. Технический результат заключается в улучшении эксплуатационных качеств вентиляционного устройства с подогревом приточного воздуха за счет обеспечения тепловой защиты и повышения надежности работы вентиляционного устройства при низких отрицательных температурах воздуха, а также в обеспечении унификации вентиляционного устройства для различных температурных условий эксплуатации. Вентиляционное устройство работает нижеследующим образом. При открытой заслонке наружный воздух поступает через вентиляционную решетку в приточный воздуховод и далее, проходя через ячейки сотовых каналов защитного вкладыша, обладающего теплоизоляционными, шумозащитными и

фильтрующими свойствами, и через колено поступает в воздуховод-теплообменник, расположенный над отопительным прибором, где нагревается, и далее поступает через вентиляционную решетку в проветриваемое помещение. При закрытой заслонке, благодаря ее контакту с защитным вкладышем, обеспечивается тепловая защита стены и заслонки от промерзания. Таким образом, обеспечивается надежность работы вентиляционного устройства при низких отрицательных температурах (рис. 2).



1 - приточный воздуховод, 2 - вентиляционные решетки,

3 – защитный вкладыш, 4 - горизонтальное колено, 5 - воздуховод-теплообменник, 6 – держатель, 7 – заслонка, 8 – отопительный прибор

Рис. 2. - Вентиляционное устройство с подогревом приточного воздуха

Недостатком представленного вентиляционного устройства является низкая его эффективность, обусловленная большим объемом проникновения холодных потоков в зимний период года через заслонку и вентиляционные решетки в жилое помещение, что приводит к понижению температуры воздуха в проветриваемом помещении. А также недостатками являются регулярное визуальное наблюдение за температурой воздуха в помещении, ручное управление заслонкой и отсутствие автоматического управления исполнительными элементами устройства, что приводит к длительному процессу воздухообмена в жилом помещении.

Исходя из данных проблем, целью исследования является разработка системы автоматического управления элементами исполнительных механизмов, которая будет увеличивать производительность и эффективность вентиляционного устройства. Для решения поставленной цели использовался комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение данных научно-технической литературы по проблеме исследования.

Была разработана система автоматического управления процессом регулирования воздухообмена в жилом помещении, включающая датчик температуры 1, установленный внутри жилой комнаты, датчик температуры наружного воздуха 2, установленный снаружи жилой комнаты, связанный с датчиками 1, 2 блок фазификатор 3 для преобразования аналогового сигнала в цифровой, блок адаптивного управления 4, связанный с блоком фазификатора 3, и блок дефазификатора 5 для преобразования цифрового сигнала в аналоговый,

связанный с блоком адаптивного управления 4 и с регулируемой заслонкой 6, установленной в горизонтальном колене вентиляционного устройства.

Система автоматического управления процессом регулирования воздухообмена в жилом помещении работает следующим образом (рис. 3). При снижении температуры наружного воздуха ниже -8°C сигнализирует датчик температуры 2, который подает сигнал на блок фазификатора 3, преобразующий сигнал из аналогового в цифровой, далее - в блок адаптивного управления 4. При повышении температуры воздуха в жилой комнате выше $+23^{\circ}\text{C}$ сигнализируют датчики температуры 1, которые подают сигналы на блок фазификатора 3, преобразующие сигналы из аналоговых в цифровые, далее в блок адаптивного управления 4. Блок 4 выполняет расчетные операции в соответствии с алгоритмом, а именно - сравнивает поступившие цифровые сигналы из блока фазификатора 3 с запрограммированными в блоке 4 оптимальными температурами в жилой комнате. При несоответствии оптимальным температурам в жилой комнате, блок 4, в свою очередь, через блок дефазификатора 5, который преобразует цифровой сигнал в аналоговый, подает сигнал на заслонку 6 для регулирования воздухообмена в жилой комнате.

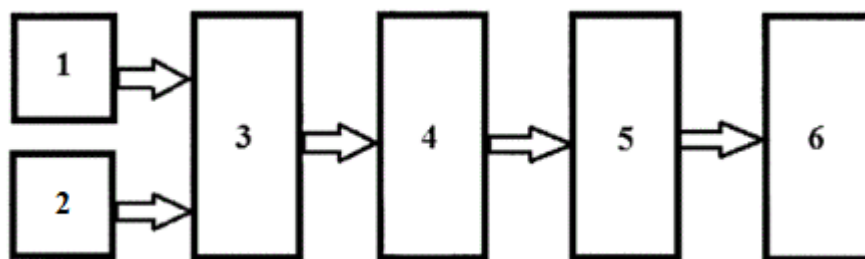


Рис. 3. - Структурная схема системы автоматического управления процессом регулирования воздухообмена в жилом помещении

Выводы. В результате исследования разработано новое техническое решение, в виде вентиляционного устройства с системой автоматического управления процессом регулирования воздухообмена в жилом

помещении. Разработанное программное обеспечение [10] предназначено для управления регулированием воздухообмена и его определения в жилых зданиях в разные периоды года. Программа реализует перерасчет основных тепловлажностных параметров воздуха. Она может быть предназначена для обучения в высших учебных заведениях.

Литература

1. Фурсова И.Н., Терезников Ю.А. Исследование влияния температуры внутреннего воздуха на распределение температуры поверхности теплого пола // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1700.
2. Zhou C., Wang Z., Chen Q., Jiang Y.P. Design Optimization and Field Demonstration of Natural Ventilation for High-Rise Residential Buildings // Energy and Buildings, 2014, no. 82. pp. 457-465.
3. Рымаров А.Г., Савичев В.В. Особенности определения требуемого воздухообмена в помещениях жилых зданий // Жилищное строительство, 2014, №12, с. 23-25.
4. Жилина Т.С., Вяткина С.Д., Вяткина Ю.С. Эффективность работы систем естественной вентиляции в жилых зданиях // Фундаментальные исследования, 2017, № 7, с. 25-29.
5. Wolkoff, P. Indoor air humidity, air quality, and health: An overview // International journal of hygiene and environmental health, 2018, no. 3, pp. 376-390.
6. Новгородский Е.Е., Трубников А.А. Анализ подходов к оценке эффективности улавливания вредностей и прогноза загрязнения воздуха рабочих зон // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/961.

7. Ghodrati N., Samari M., Shafiei M.W.M. Green Buildings Impacts on Occupants' Health and Productivity // Journal of Applied Sciences Research, 2012, no. 8(8), pp. 4235-4241.

8. Сайфутдинова А.М., Куприянов В.Н. Качественные характеристики воздухообмена жилых помещений и их зависимость от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2014, №1, с. 113-118.

9. Кузема Г.П., Климов А.С., Кузема Е.Г. Вентиляционное устройство. Патент на полезную модель № 193659. Бюл. № 32. 2019 URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

10. Терехова И.И., Климова О.Л., Чумакова Е.В., Шилкин С.В. Автоматизированный модуль процесса регулирования воздухообмена в жилых зданиях. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664523 URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

References

1. Fursova I.N., Tereznikov Yu.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1700.

2. Zhou C., Wang Z., Chen Q., Jiang Y.P. Energy and Buildings, 2014, no. 82. pp. 457-465.

3. Ry`marov A.G., Savichev V.V. Zhilishhnoe stroitel`stvo, 2014, №12, pp.23-25.

4. Zhilina T.S., Vyatkina S.D., Vyatkina Yu.S. Fundamental`ny`e issledovaniya, 2017, № 7, pp. 25-29.

5. Wolkoff, P. International journal of hygiene and environmental health, 2018, no. 3, pp. 376-390.

6. Novgorodskij E.E., Trubnikov A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/961.



7. Ghodrati N., Samari M., Shafiei M.W.M. Journal of Applied Sciences Research, 2012, № 8(8), pp. 4235-4241.
8. Sajfutdinova A.M., Kupriyanov V.N. Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta, 2014, №1, pp. 113-118.
9. Kuzema G.P., Klimov A.S., Kuzema E.G. Ventilyacionnoe ustrojstvo [Ventilation device]. Patent na poleznuyu model' № 193659. Byul. № 32. 2019 URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.
10. Terexova I.I., Klimova O.L., Chumakova E.V., Shilkin S.V. Avtomatizirovannyj modul' processa regulirovaniya vozduxoobmena v zhilyx zdaniyax [Automated module of the process of regulating air exchange in residential buildings]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy` dlya E`VM № 2022664523. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.