



Научная статья

УДК 681.5:004.85

DOI: 10.36652/0869-4931-2024-78-2-93-95

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Марат Абдулбариевич Сафин, канд. техн. наук, **Валерий Юрьевич Горбов**✉
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия,
valera322gg@gmail.com✉

Аннотация. Рассмотрена модернизация системы вентиляции офисного помещения с использованием искусственного интеллекта. Была спроектирована система вентиляции офисного помещения с использованием роторного рекуператора, что обеспечило ее энергоэффективность. Для дальнейшего снижения энергозатрат предложено использовать искусственный интеллект. Это позволит учитывать реальные параметры воздуха в помещении и снаружи, которые не могут быть учтены при проектировании данной системы. Описаны положительные и отрицательные стороны использования искусственного интеллекта при модернизации системы вентиляции.

Ключевые слова: вентиляция, вентилятор, управление, энергоэффективность, рекуператор, искусственный интеллект, автоматизация

Для цитирования: Сафин М.А., Горбов В.Ю. Модернизация автоматизированной системы управления вентиляцией офисного помещения с использованием искусственного интеллекта // Автоматизация. Современные технологии. 2024. Т. 78. № 2. С. 93—95. DOI: 10.36652/0869-4931-2024-78-2-93-95

Original article

MODERNIZATION OF AN AUTOMATED OFFICE VENTILATION CONTROL SYSTEM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Marat A. Safin, Valery Yu. Gorbov✉
Kazan state energy university, Kazan, Russia, valera322gg@gmail.com✉

Abstract. The modernization of the office premises ventilation system using artificial intelligence is considered. A ventilation system for an office space is designed by using a rotary heat exchanger, which ensured its energy efficiency. To further reduce energy costs, it is proposed to use artificial intelligence. This will allow take into account the real air parameters indoors and outdoors, which cannot be taken into account when designing this system. The positive and negative aspects of using artificial intelligence in modernizing the ventilation system are described.

Keywords: ventilation, fan, control, energy efficiency, recuperator, artificial intelligence, automation

В типовых проектах вентиляции часто встречаются системы, в которых используются пластинчатые и роторные рекуператоры [1]. Для рассматриваемого в данной статье проекта вентиляции офисного помещения было признано целесообразным использовать систему

с роторным рекуператором, что обусловлено более высоким КПД роторного рекуператора и защитой установки от обмерзания [2]. Система с роторным рекуператором обладает достаточно широким функционалом. Наряду со своей основной функцией — вентиляиро-

ванием помещения и поддержанием температуры воздуха — она обеспечивает экономии теплоносителя, так как наружный воздух подогревается ротором от вытяжного воздуха, а также защиту от обмерзания и загрязнения фильтров [3]. Однако данный функционал может быть расширен путем использования искусственного интеллекта. Основным преимуществом такой, интеллектуальной, системы будет являться машинное обучение, которое позволит системам вентиляции со временем адаптироваться к условиям эксплуатации и оптимизировать свою работу. Постоянно обучаясь на основе информации, поступающей с датчиков, эти системы смогут совершенствовать свои стратегии по поддержанию качества воздуха в помещениях и обеспечению энергоэффективности с учетом конкретных условий в здании и предпочтений пользователей. Примерами использования искусственного интеллекта в системе вентиляции являются отключение системы в случае отсутствия людей в вентилируемом помещении, уменьшение числа оборотов вентиляторов, если людей в вентилируемом помещении будет меньше, чем указано в проекте. Однако для реализации данного функционала потребуются дополнительные устройства: датчики температуры и концентрации углекислого газа в помещениях, камеры с сенсорами движения и сервер для сбора данных о работе системы.

Дополнительный датчик температуры в помещении необходим для представления данных в базу обучающей системы искусственного интеллекта и корректировки подачи воздуха в помещение. Система будет обучаться на основе прогноза погоды, температуры внешнего воздуха в данный момент и прошлых сведений о работе данной установки. Суть работы искусственного интеллекта в системе заключена в изменении скорости вращения рекуператора и скорости подачи воздуха в зависимости от условий эксплуатации системы и степени открытости и закрытости клапана для оптимального регулирования подачи воздуха [4].

Для реализации автоматического управления включением и выключением вентиляционной установки требуется наличие камеры с датчиками движения в вентилируемом помещении. Система сама определяет число людей в помещении и подает сигналы на увеличение или уменьшение производительности вентиляторов и проходного сечения клапанов вентиляционной установки [5]. В случае отсут-

ствия людей в данном помещении система переводит установку в режим экономии и через определенное время полностью ее выключает.

Также важной частью интеллектуальной вентиляционной системы является возможность реагирования на аномальные состояния погоды, не предусмотренная проектом и режимами вентиляционной установки. В случае если температура наружного воздуха резко понизилась, система сможет увеличить подачу теплоносителя и защитить установку от обмерзания. Если же температура наружного воздуха резко повысилась, установка сможет увеличить производительность охлаждающего устройства [6].

Наличие датчика концентрации углекислого газа связано с очисткой от застоявшегося воздуха. Превышение предельно допустимой концентрации углекислого газа в рабочем помещении может привести к уменьшению производительности труда работников и негативно повлиять на их здоровье. При длительном сроке нахождения людей в помещении и повышении концентрации углекислого газа сверх допустимой системой будет осуществлено проветривание помещения до тех пор, пока концентрация углекислого газа не снизится до заданного уровня. Следует иметь в виду, что данная функция никак не проявит себя во время пожара, так как вентиляционные установки во время пожара обесточиваются [7].

Проведем расчеты требуемой производительности системы вентиляции для офисного помещения размером 50 м^3 (высота 4 м, площадь $12,5 \text{ м}^2$), рассчитанного на 8 человек. Чтобы найти этот показатель, нужно суммировать требуемые производительности системы по кратности воздухообмена, числу людей в помещении, концентрации углекислого газа. Сначала найдем требуемую производительность системы вентиляции по кратности воздухообмена:

$$L_1 = nSH = 6 \cdot 12,5 \cdot 4 = 300 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где n — кратность воздухообмена для офиса, 1/ч; S — площадь помещения, м^2 ; H — высота помещения, м.

Расчет требуемой производительности системы вентиляции по числу людей в помещении:

$$L_2 = NL_{\text{н}} = 8 \cdot 45 = 360 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где N — число людей в помещении; $L_{\text{н}}$ — норма воздуха для одного человека, $45 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчет требуемой производительности системы вентиляции по концентрации углекислого газа. Один человек в течение часа вырабатывает примерно 68 г углекислого газа [8]. Тогда часовая выработка углекислого газа восьмью работниками, находящимися в помещении,

$$G_{\text{CO}_2} = 8 \cdot 68 = 544 \text{ г/ч},$$

а требуемая производительность системы вентиляции по концентрации углекислого газа

$$L_3 = \frac{G_{\text{CO}_2}}{Y_{\text{ПДК}} - Y_{\text{п}}} = \frac{544}{9 - 1} = 68 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $Y_{\text{ПДК}}$ — предельно допустимая концентрация углекислого газа в удаляемом воздухе, г/м³; $Y_{\text{п}}$ — содержание газа в приточном воздухе, г/м³.

Используемые значения параметров взяты из СП 60.13330.2020.

Суммируем все три производительности системы:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 300 + 360 + 68 = 728 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Типовым решением для рассматриваемого офисного помещения является установка производительностью 800 м³/ч. Однако необходимо лишь 728 м³/ч, и это при наличии всего персонала на рабочих местах. Таким образом, производительность примерно 70 м³/ч при полном составе работников в помещении является лишней, приводящей к необоснованным тратам энергии. Именно такое свойство искусственного интеллекта, как машинное обучение, позволит увеличить энергоэффективность системы благодаря сбору реальных данных о работе системы, их анализу и оптимизации режимов работы системы. Таким образом, можно выделить следующие преимущества модернизации вентиляционной системы с роторным рекуператором путем внедрения искусственного интеллекта:

1) увеличение эффективности использования ресурсов благодаря возможности уменьшения производительности системы в допустимых пределах;

2) повышение качества воздуха благодаря снижению концентрации углекислого газа и защита от аномальных внешних условий;

3) создание безопасных условий для работы установки в критических ситуациях.

Недостатками являются:

1) повышение стоимости внедрения и обслуживания модернизированной установки из-за необходимости использования дополнительных датчиков и серверной части;

2) необходимость наличия специалиста по машинному обучению искусственного интеллекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Ситников Н.Р.** Оптимизация систем вентиляции различными способами // Научный электронный журнал «Оригинальные исследования». 2020. Т. 10. Вып. 5. URL: <https://www.ores.su/ru/journals/oris-jrn/2020-oris-5-2020/a229941> (дата обращения: 12.09.2023).
2. **Галкина Н.И.** КПД систем вентиляции // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2. URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4106> (дата обращения: 12.09.2023).
3. **Сибикин Ю.Д.** Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Академия, 2015. 336 с.
4. **Балашов А.А., Полунина Н.Ю., Ивановский В.А., Кацуба Д.С.** Проектирование систем отопления и вентиляции зданий. Тамбов: ТГТУ, 2014. 132 с.
5. **Каменев П.Н., Тертичник Е.И.** Вентиляция. М.: АСВ, 2008. 624 с.
6. **Шершнев В.Н.** Воздухораспределение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Воронеж: ГАСУ, 2007. 118 с.
7. **Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В.** Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебн. пособие / под ред. Е.С. Бондаря. Киев: Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2005. 560 с.
8. **Русланов Г.В., Розкин М.Я., Ямпольский Э.Л.** Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий. Проектирование: справочник. Киев: Будивельник, 1983. 272 с.
9. **Hati A.S.** Comprehensive review of energy-efficiency of ventilation system using artificial intelligence// Renewable and sustainable energy reviews. 2021. No. 146. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121004421> (дата обращения: 12.09.2023).

Статья поступила в редакцию 04.09.2023; одобрена после рецензирования 13.09.2023; принята к публикации 13.09.2023.

Уважаемые читатели!

Подписку можно оформить в любом почтовом отделении по каталогу:
«Пресса России» — индекс **27838**.