

УДК 697.91

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Сабирова Ю.Ф., студентка гр. ЭОСм-1-23, I курс
Научный руководитель: Хайбуллина А.И., к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

Большая часть территории России и практически вся Сибирь расположены в зоне холодного климата, что требует больших затрат на отопление жилых и производственных помещений. Одна часть этих расходов связана с потерями тепла через наружные ограждающие конструкции (стены и окна), а другая часть – это стоимость энергии, затраченной на нагрев свободного воздуха в системе вентиляции. Поскольку недавно произошло повышение стандартов на значения термического сопротивления наружных ограждений, первая часть тепловых потерь заметно возросла. В результате изменилось соотношение между различными компонентами теплового баланса, и количество тепла, необходимое для нагрева вентиляционного воздуха, теперь составляет более половины от общей тепловой энергии, подаваемой на отопление помещений [1]. Все это делает проблему снижения затрат энергии на нагрев всасываемого воздуха в системе вентиляции чрезвычайно актуальной. Простейшее решение этой проблемы связано с использованием теплого воздуха, выходящего из помещения, для нагрева поступающего холодного воздуха. С этой целью обычно используются рекуперативные теплообменники [2].

Здания являются ключевым сектором с точки зрения потребителей энергии. На их эксплуатацию и техническое обслуживание в настоящее время приходится до 40% общего спроса на энергию в мире [3-5]. На системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха приходится 40-60% энергетических потребностей здания, а на сами вентиляционные системы приходится 20-30% [6].

Вентиляция с рекуперацией тепла часто рассматривается как один из ключевых элементов жилого здания с низким энергопотреблением в регионах с холодной зимой [7]. Основной задачей современного строительного сектора во многих промышленно развитых странах является модернизация существующих зданий. Также помимо экономии тепловой энергии, вентиляция с рекуперацией тепла способствует улучшению качества воздуха в помещении и позволяет избежать повреждений конструкции здания, связанных с влагой.

Для вентиляционных установок важны следующие требования:

- Для экономии энергии и предотвращения тепловых нарушений необходима хорошая рекуперация тепла;
- Низкое потребление электроэнергии;
- Эффективная вентиляция, без короткого замыкания;
- Гарантия теплового комфорта;
- Низкий уровень шума от блоков и проникновение наружного шума через блоки в здание;
- Скорость воздушного потока не должна зависеть от погодных условий, температуры воздуха и ветра.

В работе [8] представлен новый подход к регенерации тепла и влаги в системах вентиляции в холодном климате, который позволяет решить ряд проблем, связанных с потерями тепла в системах вентиляции и замерзанием влаги на выходе из систем.

Перед тестированием установки не принимали никаких специальных мер предосторожности, направленных на очистку отработанного воздуха в помещении от различных загрязняющих веществ, патогенных бактерий и микробов. После проведения эксперимента не обнаружено никаких органических загрязнений или роста бактерий внутри установки. Авторы исследования предполагают, что это связано с отсутствием образования воды внутри устройства во время его циклического использования. Действительно, вода, улавливаемая сорбентом, стабилизируется в виде кристаллогидратов соли (CaCl_2) в соответствии с реакцией $\text{CaCl}_2 + n\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Поскольку эти гидраты являются твердыми веществами, среда внутри устройства не является влажной, следовательно, это не способствует образованию и росту бактерий. Даже если при высоком потреблении воды образуется небольшое количество солевого раствора, концентрация соли в этом растворе будет выше на 25%. Данная концентрация позволяет избежать или, по крайней мере, сильно ограничить размножение бактерий. Это важное преимущество представленного устройства перед стандартными установками вентиляции и кондиционирования воздуха, резервуарами для воды и другими системами, содержащими воду.

Авторы исследования [9] предлагают использовать новую модель рекуперативного теплообменника, в котором слой адсорбента размещен перед теплоаккумулирующей средой, действующей в качестве регенератора тепла. Использование свинцовых и стеклянных шариков размером 1,5–6 мм, а также чугуновой крошки в качестве теплоаккумулирующей среды позволяет эффективно накапливать тепло воздуха, выходящего из помещения (цикл вытяжки), и передавать его воздуху, поступающему снаружи (цикл впуска). Эффективность рекуперации тепла зависит от того, как организован процесс реверсирования воздушных потоков, и может превышать 0,9, т.е. более 90% тепла выходящего воздуха возвращается в помещение, что значительно экономит энергию, затрачиваемую на нагрев холодного воздуха. Новый метод управления тепло- и влагообменом в системе вентиляции квартир и

офисов, позволяет решать задачи регенерации тепла, защиты от обледенения и поддержания комфортной влажности.

Целью исследования [10] является разработка компактной системы вентиляции для зданий, в которых невозможно установить системы с высокой производительностью по управлению вентиляцией с рекуперацией тепла. В системах рекуперативного теплообменника разница температур между поступающим воздухом и пластинами (матрицей) уменьшается из-за изменения температуры пластин пропорционально потоку воздуха через поверхность пластины. Следовательно, теплопередача между воздухом и матрицей уменьшается. Размеры рекуператора следует увеличить, чтобы увеличить тепловую мощность. Эти недостатки твердотельных пластинчатых (матричных) рекуперативных теплообменников будут устранены вентиляционным устройством с рекуперацией тепловой энергии органической жидкостью. Однако предлагаемая система имеет малогабаритный теплообменник и вентилятор. Следовательно, настоящая система значительно дешевле. В дополнение к рекуперации тепла и экономии энергии, она направлена на создание дешевой и простой в монтаже системы вентиляции для старых и новых зданий, где недостаточно места и высоты потолков для установки центральной системы контроля сердечного ритма. Разработанная система теплообменника, заполненного органической жидкостью, использующей вентиляцию с рекуперацией тепла, направляет воздух изнутри наружу (в течение 30 с), а затем снаружи внутрь (в течение 30 с). В результате анализа установлено, что при работе со скоростью полета 3 м/с система выбрасывает 33,39 м³/час воздуха из внутренней среды наружу и забирает 33,39 м³/час свежего воздуха внутрь. При скорости полета 3 м/с прирост энергии поступающего воздуха в час и наибольшая скрытая теплота испарения приходятся на н-пентан (426,2 кДж/ч) и изопентан (422,4 кДж/ч). При исследовании пяти органических жидкостей обнаружено, что н-пентан (10,81 кДж/кг) и изопентан (10,76 кДж/кг) обладал более высоким коэффициентом извлечения энергии на единицу массы. Когда скорость воздуха, проходящего через систему с использованием н-пентана, который обладает наибольшей скрытой теплотой испарения, составляет 3 м/с. Система обеспечивает воздухообмен 33,39 м³/час и обеспечивает рекуперацию энергии 426,22 кДж/час. Помимо того, что н-пентан является лучшей формовочной жидкостью, он также обладает превосходством с точки зрения безопасности и воздействия на окружающую среду. Жидкости, обладающие более высокой скрытой теплотой испарения, обладают большей способностью накапливать тепловую энергию, это означает, что количество рекуперированной энергии также велико.

Таким образом, вентиляция с рекуперацией тепла обеспечивает широкий диапазон экономии энергии. Однако это не всегда выгодно. На рынке доступно множество решений, но невозможно четко указать, какое из них может быть лучшим. Сложность процесса позволяет производителям адаптировать метод оценки эффективности рекуперации тепла таким

образом, чтобы показать наивысший КПД. На основе изученных исследований в перспективе стоит задача разработать более эффективный рекуперативный теплообменный аппарат для вентиляционных установок. Также будущее исследование покажет, требует ли это устройство стандартных мер предосторожности, а именно всестороннего эпидемиологического расследования, периодической очистки и осмотров на предмет возможных вспышек бактерий, а также соответствующих профилактических мер дезинфекции.

Список литературы:

1. Boguslavsky L. D. Energy saving in the systems of heat supply, ventilation and air conditioning //Ref. allowance. Stroyizdat, Moscow. – 1990.
2. Свистунов В. М., Пушняков Н. К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха //С-Пб.: " Политехника. – 2007.
3. Tommerup H., Svendsen S. Energy savings in Danish residential building stock //Energy and buildings. – 2006. – Т. 38. – №. 6. – С. 618-626.
4. Haase M., Da Silva F. M., Amato A. Simulation of ventilated facades in hot and humid climates //Energy and buildings. – 2009. – Т. 41. – №. 4. – С. 361-373.
5. Ghida D. B. Heat recovery ventilation for energy-efficient buildings: design, operation and maintenance //International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 3713-3715.
6. Vangtook P., Chirarattananon S. Application of radiant cooling as a passive cooling option in hot humid climate //Building and Environment. – 2007. – Т. 42. – №. 2. – С. 543-556.
7. Steimle F., Röben J. Ventilation requirements in modern buildings. – 1992.
8. Aristov Y. I., Mezentsev I. V., Mukhin V. A. A new approach to regenerating heat and moisture in ventilation systems //Energy and buildings. – 2008. – Т. 40. – №. 3. – С. 204-208.
9. Aristov Y. A., Mezentsev I. V., Mukhin V. A. A new approach to heat and moisture regeneration in the ventilation system of rooms. I. Laboratory prototype of the regenerator //Journal of engineering physics and thermophysics. – 2006. – Т. 79. – №. 3. – С. 569-576.
10. Koç A. et al. Performance analysis of a novel organic fluid filled regenerative heat exchanger used heat recovery ventilation (OHeX-HRV) system //Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2020. – Т. 41. – С. 100787.