

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ РСМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛИРУЕМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Исламова Н.А.¹, Мингяшаров А.Х.²

¹Исламова Наргиза Абдукаримовна – докторант;

²Мингяшаров Абдурахим Хуроз угли – докторант,
факультет строительства зданий и сооружений,

Ташкентский архитектурный институт,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в последние годы строительный сектор несет ответственность за непрерывный рост потребления энергии в мире. На отопление и охлаждение помещений приходится 34% этого энергопотребления в зданиях. В этом контексте использование накопителей тепловой энергии (TES) может снизить потребление энергии для кондиционирования воздуха в помещениях. Использование материалов с фазовым переходом (PCM) в качестве системы скрытого накопления тепловой энергии (LHTE) в ограждающих конструкциях зданий представляет большой интерес для применения в системах пассивного охлаждения из-за высокой способности этой технологии аккумулировать энергию. Можно сказать, что интеллектуальное управление вентиляцией может привести к значительной экономии энергии.

Ключевые слова: PCM, оптимизированная естественная вентиляция, пассивная система охлаждения.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A PASSIVE PCM SYSTEM USING CONTROLLED NATURAL VENTILATION

Islamova N.A.¹, Mingyasharov A.Kh.²

¹Islamova Nargiza Abdulkarimovna - doctoral Student;

²Mingyasharov Abdurrahim Khuroz ugli – doctoral Student,
FACULTY OF CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES,
TASHKENT ARCHITECTURAL INSTITUTE,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: in recent years, the building sector has been responsible for continuous increase in energy consumption in the world. Space heating and cooling accounts for 34% of this energy consumption in buildings. In this context, using thermal energy storage (TES) can reduce energy consumption for space air conditioning. The use of phase change materials (PCM) as latent heat thermal energy storage (LHTES) system in the building envelope has been of great interest for passive cooling applications due to the high energy storage capacity of this technology. It can be said that smart control of ventilation can lead to considerable energy savings.

Keywords: PCM, Optimization natural ventilation, Passive cooling system.

УДК 628.8

В последние годы строительный сектор является основным потребителем энергии в мире, на долю которого приходится почти 40% конечного потребления энергии во всем мире и 40% прямых и косвенных выбросов углекислого газа (CO₂). Системы ОВКВ (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха) способствуют большому потреблению энергии как в жилых, так и в коммерческих зданиях для обеспечения теплового комфорта жильцов. Хотя потребность в энергии для отопления составляет основную часть энергопотребления в зданиях, было подсчитано, что с ростом мировой экономики и демографического роста потребность в энергии для охлаждения резко возрастет почти на 150% во всем мире и на 300-600% в развивающихся странах к 2050 году. В соответствии с последними директивами ЕС по энергоэффективности зданий и энергоэффективности, каждое государство-член ЕС должно разработать долгосрочную стратегию реконструкции для поддержки обновления национального фонда жилых и нежилых зданий, как государственных, так и частных, в высокоэффективный и безуглеродный строительный фонд путем 2050 год. Очевидно, что снижение энергопотребления в системах ОВКВ значительно снизит потребление энергии в зданиях и, следовательно, сократит выбросы углекислого газа.

Исследования, описанные выше, показали, что были достигнуты успехи в разработке сочетания пассивных систем РСМ для офисных зданий с ночной вентиляцией. Однако необходимы дальнейшие исследования, поскольку в существующей литературе эффект естественной вентиляции оценивался с помощью упрощенных и фиксированных скоростей воздушного потока, и отсутствует сложный подход к анализу и внедрению таких систем. Кроме того, в течение дня бывают периоды времени, когда температура наружного воздуха ниже заданной температуры в помещении. Таким образом, чтобы максимально использовать естественную вентиляцию, было реализовано интеллектуальное управление рабочими окнами (вентиляция с регулируемой температурой). Кроме того, производительность РСМ зависит от температуры плавления, которая будет разной для разных климатических условий. В этом контексте новизна данного исследования заключается в повышении энергоэффективности коммерческих зданий за счет сочетания

оптимизированного PCM и естественной вентиляции с интеллектуальным управлением. Кроме того, естественная вентиляция была реализована с использованием модели сети воздушных потоков, которая численно вычисляет скорость вентиляционного потока на основе эффектов ветра и плавучести в различных климатических условиях. В исследовании использовались две стратегии контроля для реализации естественной вентиляции: (а) Контроль температуры в течение дня (б) Ночная вентиляция. Обе стратегии управления вентиляцией, то есть вентиляция с регулируемой температурой и ночная вентиляция, были исследованы для определения влияния естественной вентиляции на энергосбережение здания.



Рис. 1. Прототип эталонного здания (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820310537>)

Сценарий “а” считался исходным для расчета экономии энергии в каждом сценарии. Результат показал, что оптимальная температура плавления PCM находится в диапазоне от 22 до 26 °С, а температура плавления почти во всех климатических условиях была выше заданной температуры. Высокая температура плавления помогла PCM заряжаться от низких температур в ночное время. Результаты показали, что для этого конкретного типа офисных зданий с высоким внутренним тепловыделением и в холодные месяцы использование пассивной системы PCM в ограждающих конструкциях зданий дало незначительные преимущества и в некоторых случаях увеличило потребление энергии. В условиях засушливого климата в таких городах, как Дель-Рио (-1%), Нью-Дели (-0,55%), Дакар (-0,25%) и Абу-Даби (-0,16%), потребление энергии увеличилось с применением PCM, а в случае Феникса (0,13%) и Мидленда (0,45%) экономия была незначительной. Это было связано с тем, что изоляционный слой в стенах здания препятствовал передаче тепла наружу, и, таким образом, PCM нельзя было заряжать для следующего цикла. В то время как в таких городах, как Седуна (26,31%) и Лас-Вегас (2,14%), экономия на охлаждении была достигнута за счет применения PCM из-за низкой максимальной и минимальной температуры в течение дня. С другой стороны, в случае теплых умеренных погодных условий экономия энергии была значительной при использовании PCM, за исключением Тегерана (0,57%) и Гонконга (-0,27%). Значительная экономия энергии была достигнута в Брисбене (14,92%), Антофагасте (14,63%), Мадриде (3,33%), Кальяри (2,39%) и Севилье (1,88%) благодаря низкой ночной температуре на улице, и, таким образом, PCM можно было заряжать на следующий день.

В настоящем исследовании изучалось влияние естественной вентиляции в сочетании с технологией PCM на энергетические показатели офисных зданий. Были выбраны различные погодные условия, основанные на потребностях в энергии охлаждения. Целью исследования является устранение ограничений пассивной системы охлаждения PCM, в которой часто бывает трудно обеспечить затвердевание в ночное время, а накопленное тепло отводится в помещение, что не приводит к значительной экономии энергии или более высокому потреблению энергии для охлаждения помещения. В этом контексте для отвода тепла в офисном здании с пассивной системой охлаждения PCM использовался наружный воздух низкой температуры. Для повышения эффективности естественной вентиляции или свободного охлаждения использовались различные сценарии и стратегии контроля. Естественная вентиляция была реализована с использованием модели сети воздушных потоков, которая вычисляет объемный расход воздуха на основе погодных данных, в отличие от фиксированных объемных расходов воздуха. Результаты показали, что лучший контроль естественной вентиляции обеспечивает существенные преимущества с точки зрения экономии энергии в офисных зданиях. Но эффект естественной вентиляции был максимальным в случае офисных зданий с усилением PCM с надлежащими системами естественной вентиляции и управления. Другими словами, потенциал пассивной системы PCM был использован должным образом, объединив ее с естественной вентиляцией, за исключением городов с повышенной температурой наружного воздуха в ночное время. Офисные здания, расположенные в климате с низкими ночными температурами, такими как Брисбен, Севилья, Антофагаста, Седуна, Мадрид и Кальяри, с естественной вентиляцией в течение всего дня, регулируемой разницей температур внутри и снаружи, могут обеспечить максимальную экономию энергии на охлаждение по сравнению с офисными зданиями без пассивной системы PCM и естественной вентиляции. Кроме того, было обнаружено, что в условиях жаркого засушливого климата использование только PCM в качестве пассивной системы охлаждения в офисных зданиях было неэффективным в холодные месяцы. Хотя эффективность PCM была повышена за счет сочетания его с естественной вентиляцией, но преимущества были более или менее эквивалентны использованию только естественной вентиляции. Методология, используемая в настоящем исследовании, может быть распространена на другие климатические условия и различные типы зданий с оптимизированной регулируемой вентиляцией.

Список литературы / References

1. *Dergunova A., Antoshkin V., Erofeev V.* Intelligent building systems. Saransk, 2018.
2. *Микконен Лаури.* Повышение энергоэффективности зданий. Университет Оулу, Финляндия, 2014.
3. *Самарин О.Д.* Оптимизация комплекса энергосберегающих технических решений и теплотехнической безопасности при проектировании зданий. М., 2012.
4. Rockwool. Energy efficiency projects, 2014.
5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820310537/> (дата обращения: 25.07.2022).
6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/> (дата обращения: 25.07.2022).
7. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://theconstructor.org/building/new-technologies-energy-savings-buildings/1251/> (дата обращения: 25.07.2022).
8. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.researchgate.net/> (дата обращения: 25.07.2022).