СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО И НАСТЕННОГО ОТОПЛЕНИЯ

Джураев Бекзод Фахриддинович
Каршинский государственный технический университет
Магистратура 1-го курса
E-mail: jurayevb076@gmail.com
ORCID: 0009-0008-2650-8044
Научный руководитель:
Дусяров Акмал Саъдуллаевич
Каршинский государственный технический университет,
Кандидат технических наук, и.о. профессора.

Аннотация: В данной работе исследуются тепловые характеристики двух систем лучистого отопления: напольной и настенной. На основе численного анализа циркуляции воздуха и распределения температуры выявлено, что система настенного отопления обеспечивает более равномерное и комфортное распределение тепла при меньшем температурном градиенте и более низкой температуре теплоносителя. В результате потребление топлива и выбросы парниковых газов снижаются без ущерба для теплового комфорта. Полученные данные позволяют рекомендовать систему настенного отопления для жилых и общественных зданий с целью повышения энергоэффективности и экологической устойчивости.

Ключевые слова: лучистое отопление; подогрев пола; настенное отопление; тепловой комфорт; энергоэффективность

Abstract: This study investigates the thermal performance of two radiant heating systems: underfloor and wall-mounted. Based on numerical analysis of airflow circulation and temperature distribution, it was found that the wall-mounted system provide s a more uniform and comfortable heat distribution with a lower temperature gradient and reduced water temperature. Consequently, fuel consumption and greenhouse gas emissions decrease without compromising thermal comfort. The results support recommending wall-mounted heating for residential and public buildings to enhance energy efficiency and environmental sustainability.

Keywords: radiant heating; underfloor heating; wall-mounted heating; thermal comfort; energy efficiency

Annotatsiya: ushbu ish ikkita nurli isitish tizimining termal xususiyatlarini o'rganadi: zamin va devor. Havo aylanishi va harorat taqsimotining raqamli tahliliga asoslanib, devorga o'rnatilgan isitish tizimi past harorat gradyanida va sovutish suvining past haroratida issiqlikni yanada teng va qulay taqsimlanishini ta'minlaydi. Natijada, yoqilg'i iste'moli va issiqxona gazlari chiqindilari issiqlik

ISSN 3030-3907

qulayligini buzmasdan kamayadi. Topilmalar energiya samaradorligi va ekologik barqarorlikni oshirish maqsadida turar-joy va jamoat binolari uchun devor isitish tizimini tavsiya qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: yorqin isitish; polni isitish; devorni isitish; issiqlik qulayligi; energiya samaradorligi

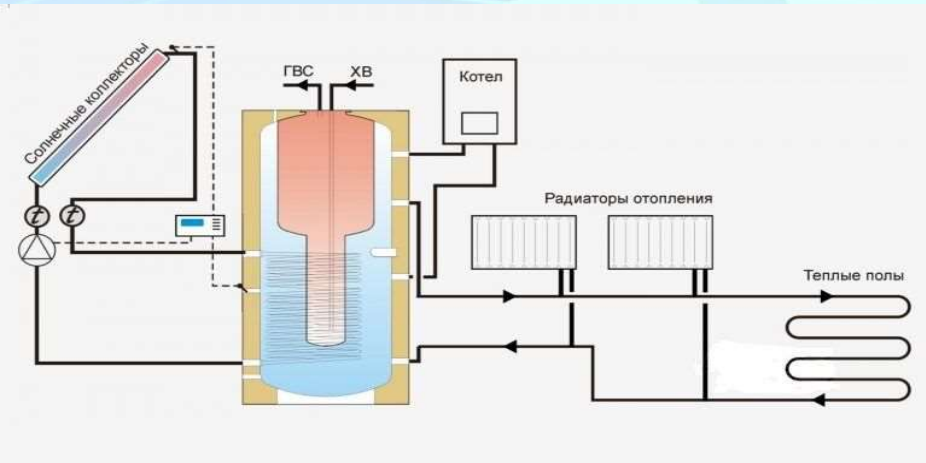
Введение

Водяной лучистый пол представляет собой систему труб, встроенных в пол, которая переносит горячую воду в комнаты, рассеивая тепло через поверхность пола. Хотя он использовался с древних времен, он был почти забыт в прошлом веке с распространением панельной системы отопления. В последние десятилетия снова возрос интерес к лучистому отоплению из-за его преимуществ по сравнению с другими системами отопления. Например, более 50 % нового поколения жилых зданий в Европе построено с системой лучистого отопления пола [1]. Сообщается, что рынок систем лучистого отопления пола неуклонно растёт в Северной Америке [1]. Кроме того, он широко используется в большинстве восточных стран, где люди традиционно склонны сидеть или спать прямо на полу [2, 3].

Системы подогрева пола стали популярными в японских домах, особенно для пожилых людей, поскольку они позволяют пожилым людям жить комфортно и безопасно [4]. Применение системы подогрева пола наблюдается не только в жилых зданиях, но и в общественных зданиях, таких как мечети, где люди сидят и молятся на полу в таких странах, как Турция.

Главным преимуществом системы напольного отопления является значительное улучшение как теплового комфорта, так и энергоэффективности за счёт использования более низких температур теплоносителя, что приводит к прямой экономии энергии за счёт повышения эффективности котла. Повышение эффективности котла уменьшит потребление энергии в здании. Следовательно, глобальное потребление ископаемого топлива и экологические проблемы будут значительно снижены, поскольку около 40 % от общего объёма энергии используется в зданиях в большинстве развитых стран. Кроме того, из-за более низкой температуры воды система лучистого отопления может работать на солнечной энергии (1-рисунок) или отходном тепле, что устраняет потребность в ископаемом топливе [5, 6].

ISSN 3030-3907



1-рисунок. Комбинированная система отопления: подача тепла к радиаторам и тёплым полам с использованием солнечного коллектора и традиционного источника энергии.

Кроме того, она тихая из-за отсутствия вентиляторов, гибкая из-за отсутствия конечных нагревателей в помещении и безопасная. Эффективность и тепловой комфорт системы напольного отопления были тщательно исследованы рядом исследовательских групп в последние годы ([1–5, 7–16] и это лишь некоторые из них).

Тепловая мощность системы лучистого отопления определяется расстоянием между трубами, температурой воды, расходом и напольным покрытием. Влияние нескольких параметров конструкции, таких как диаметр трубы, тип, количество, толщина и покрытие системы, на производительность системы лучистого напольного отопления изучено численно в [7]. Было показано, что тип и диаметр трубы оказывают минимальное влияние, в то время как тип и толщина покрытия оказывают максимальное влияние на тепловые характеристики системы напольного отопления.

Джин и др. [8] изучили влияние теплового сопротивления трубы и скорости воды на производительность системы напольного охлаждения. Они показали, что производительность системы влияет только тогда, когда теплопроводность трубы низкая, а влияние скорости воды на производительность системы охлаждения не является значительным. Song [3] экспериментально исследовал производительность системы напольного отопления ONDOL для 10 типов материалов покрытия и показал, что колебания температуры на поверхности пола уменьшаются при снижении коэффициента контакта материала покрытия.

Тепловые характеристики лучистых отопительных полов в меблированных закрытых помещениях экспериментально исследованы в [9]. Показано, что наличие мебели влияет на тепловые характеристики

ISSN 3030-3907

системы напольного отопления. Эффективность лучистых настенных панелей экспериментально исследована в [10]. Сообщается, что внедрение нагревательно-охлаждающих настенных панелей привело к значительному снижению энергии, а также к лучшему комфорту в помещении из-за больших вертикальных площадей нагрева и охлаждения с оптимальными температурами поверхности.

Поток жидкости и теплопередача в помещении, отапливаемом системой лучистого отопления, исследованы численно в [11–15]. Gingras и Gosselin [12] представили гибридное численное исследование оптимизации системы нагревательных потолочных и настенных гидравлических лучистых панелей в жилом здании, расположенном в городе Квебек, Канада. Было сообщено, что контроль температуры воды является наиболее важным параметром для максимального комфорта и минимизации потребления энергии системой лучистого отопления. Влияние температур потолка и пола, а также размеров помещения на число Нуссельта для системы тёплого пола было исследовано численно в [13]. Влияние изолированных условий потолка также рассматривалось в [14]. Даже при наличии многочисленных преимуществ системы тёплого пола, производительность системы сильно зависит от теплового сопротивления материала покрытия пола [3, 7], который является самым слабым звеном системы тёплого пола, поскольку пользователи могут изменять тепловое сопротивление пола, покрывая пол коврами, не зная об условиях проектирования. Это вызывает некоторые проблемы при использовании систем тёплого пола, особенно в восточных странах, где ковёр необходим, поскольку люди, как правило, сидят или спят прямо на полу.

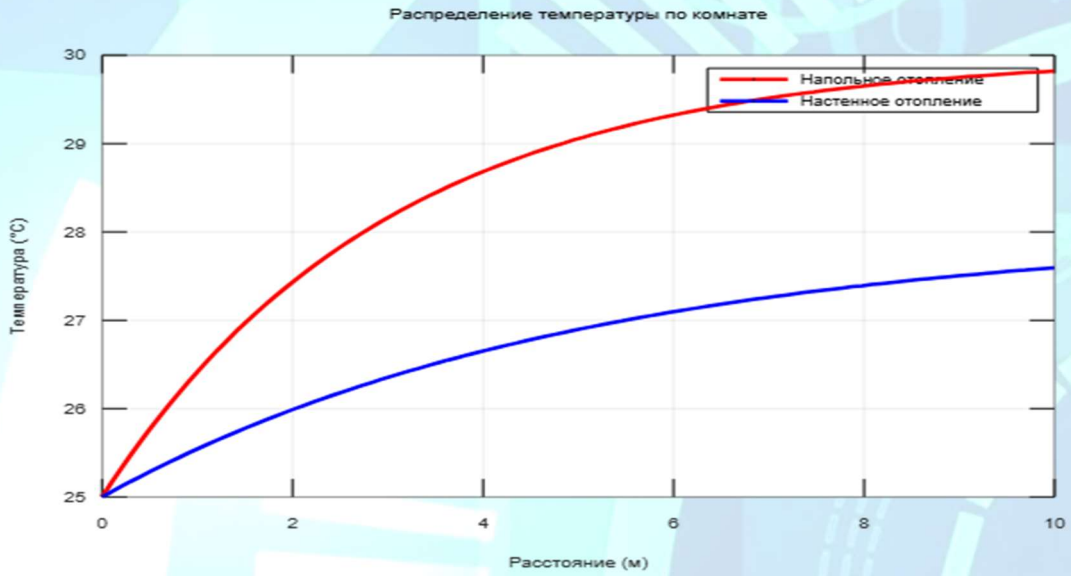
Встраивание труб в стену вместо пола, что называется системой настенного отопления, может устранить такие проблемы. Кроме того, площадь пола может свободно использоваться без ограничений по архитектурному дизайну или использованию жильцами. Системы настенного отопления работают по тому же принципу, что и системы напольного отопления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В этом исследовании численно исследуется эффективность системы настенного отопления при различных температурах теплоносителя. Проведено сравнение с системой напольного отопления по критериям теплового комфорта, распределения температуры в помещении и энергоэффективности. Учитываются также особенности эксплуатации в жилых зданиях и возможное использование низкотемпературных источников тепла.

ISSN 3030-3907

На рисунке 2 представлено распределение температуры вдоль помещения для двух систем отопления: красная линия соответствует системе напольного отопления с температурой теплоносителя 30 °C, синяя — системе настенного отопления с температурой теплоносителя 28 °C. Из графика видно, что при напольном отоплении градиент температуры более резкий, а настенная система обеспечивает более плавный градиент и равномерное распределение тепла по всей длине помещения.



2-рисунок. Распределение температуры вдоль помещения при напольном и настенном отоплении.

1-таблица.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Параметр	Напольное отопление	Настенное отопление
Циркуляция воздуха	Сильная, охватывает всю занятую зону, может превышать условия теплового комфорта	Слабая, мягкая, практически незаметная для человеческого тела
Распределение температуры	Однородное	Стратификация: градиент <1 °C/м, не вызывает дискомфорта
Температурный градиент	Нет значимого градиента	Менее 1 °C/м

ISSN 3030-3907

Температура воды в контуре	Выше (например, 30 °C)	Ниже (например, 28 °C)
Потребление топлива	Высокое	Сниженное
Выбросы парниковых газов	Больше	Меньше

Расчёты показывают, что в помещении происходит сильная циркуляция для системы напольного отопления, которая охватывает всю занятую зону и может превышать условия теплового комфорта, в то время как в помещении образуется слабая циркуляция для системы настенного отопления, которая достаточно мягкая, чтобы быть незаметной для человеческого тела. Также наблюдается, что в помещении происходит однородное распределение температуры для системы напольного отопления. Хотя в помещении происходит тепловая стратификация для системы настенного отопления, градиент температуры составляет менее 1 °C/м, что не вызывает дискомфорта [**1-таблица**].

ОБСУЖДЕНИЕ

Сделан вывод, что инженерам следует рассмотреть систему настенного отопления, а не напольного, поскольку лучшие тепловые характеристики и условия теплового комфорта могут быть достигнуты при более низкой температуре воды, что позволяет значительно сократить расход топлива и, следовательно, выбросы парниковых газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Gao, A. Li, O. Zhang, H. Zhang, Comparison of indoor air temperatures of different under-floor heating pipe layouts, Energy Conversion and Management 52 (2011) 1295–1304.

2. M. Maerefat, A. Zolfaghari, A. Omidvar, On the conformity of floor heating systems with sleeping in the eastern-style beds: physiological responses and thermal comfort assessment, Building and Environment 47 (2012) 322–329.

3. G.S. Song, Buttock responses to contact with finishing materials over the ONDOLfloor heating system in Korea, Energy and Buildings 37 (2005) 65–75.

4. N. Hashiguchi, Y. Tochihara, T. Ohnaka, C. Tsuchida, T. Otsuki, Physiological andsubjective responses in the elderly when using floor heating and air conditioning systems, Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science 23(2004)205–213.

ISSN 3030-3907

5. J. Ren, L. Zhu, Y. Wang, C. Wang, W. Xiong, Very low temperature radiant heating/cooling indoor end system for efficient use of renewable energies, Solar Energy 84(2010)1072–1083.
6. X.Q. Zhai, R.Z. Wang, Y.J. Dai, J.Y. Wu, Y.X. Xu, Q. Ma, Solar integrated energysystem for a green building, Energy and Buildings 39 (2007) 985–993.
7. S. Sattari, B. Farhanieh, A parametric study on radiant floor heating system performance, Renewable Energy 31 (2006) 1617–1626.
8. X. Jin, X. Zhang, Y. Luo, R. Cao, Numerical simulation of radiant floor cooling system: the effects of thermal resistance of pipe and water velocity on the performance, Building and Environment 45 (2010) 2545–2552.
9. L. Fontana, Thermal performance of radiant heating floors in furnished enclosed spaces, Applied Thermal Engineering 31 (2011) 1547–1555.
10. M. Kosir, A. Krainer, M. Dovjak, R. Perdan, Z. Kristl, Alternative to the conventional heating and cooling systems in public buildings, Strojniskivestnik – Journal of Mechanical Engineering 56 (2010) 575–583.
11. M.T. Gingras, L. Gosselin, Investigation on heat transfer modeling assumptions for radiant panels with serpentine layout, Energy and Buildings 43 (2011) 1598–1608.
12. M.T. Gingras, L. Gosselin, Comfort and energy consumption of hydronic heatingradiant ceilings and walls based on CFD analysis, Building and Environment 54(2012)1–13.
13. R. Karadag, I. Teke, H. Bulut, A numerical investigation on effects of ceiling andfloor surface temperatures and room dimensions on the Nusselt number for a floor heating system, International Communications in Heat and Mass Transfer 34(2007)979–988.
14. R. Karadag, I. Teke, Investigation of floor Nusselt number in floor heating systemfor insulated ceiling conditions, Energy Conversion and Management 48 (2007)967–976.
15. R. Karadag, I. Teke, New approach relevant to floor Nusselt number in floor heating system, Energy Conversion and Management 49 (2008) 1134–1140.
16. X. Jin, X. Zhang, Y. Luo, A calculation method for the floor surface temperature in radiant floor system, Energy and Buildings 42 (2010) 1753–1758.

ISSN 3030-3907