

УДК 69-628.8

## Підвищення ефективності використання водяних систем променевого опалення.

О.О. Синіло<sup>1</sup>

<sup>1</sup> асп. Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків, Україна, tracasana@gmail.com, ORCID 0000-0002-1281-3477

*На даний момент все більшого значення набуває питання захисту навколишнього середовища і скорочення кількості використання викопних невідновлювальних джерел енергії. Для сучасних систем опалення та кондиціонування обов'язкове скорочення викидів шкідливих речовин, особливо CO<sub>2</sub>. Це можливо реалізувати шляхом значного скорочення використання викопних невідновлювальних видів палива та реконструкції інженерних систем до сучасного рівня енергозбереження. Щорічне зростання попиту на викопне паливо буде скорочуватися за допомогою оптимізації теплових пунктів та приладів розподілення тепла, що є необхідним кроком для розвитку промисловості та економіки країни. Тому сьогодні головним завданням є підвищення енергетичної ефективності використання ресурсів і збільшення потенціалу альтернативних видів енергії в комбінації з сучасними низькотемпературними енергоефективними системами розподілу тепла одними з яких є променеві водяні панелі. У статті наведено результати вдосконалення методики монтажу променевих стельових приладів відносно їх орієнтації в просторі. Результати чисельних розрахунків вказують на ефективність монтажу обладнання під кутом 45 градусів, що збільшує ефективність на 10% відносно орієнтації 0°.*

*Ключові слова: променеве опалення, енергозбереження, низькотемпературна система опалення, енергоефективність.*

**Вступ.** Актуалізація питань покращення ефективності роботи систем розподілу тепла є ключовою в наш час. Використання низькотемпературних водяних променевих систем опалення є одним з енергоефективних та сучасних варіантів.

Якщо розглядати сучасні конвекційні системи розподілу опалення в приміщеннях, можна помітити питання перегріву верхніх зон які не використовуються людиною. [1]. Цей фактор призводить до витрати енергетичних ресурсів, підвищення потужності джерела тепла та зменшення його корисної дії, особливо якщо говорити про низькотемпературні джерела теплоносія де коефіцієнт перетворення теплоти (COP – Coefficient of Performance) в його основі лежить залежність потужності від зовнішньої температури повітря. [11]

Переваги використання кліматичних променевих панелей : відсутність перегріву верхніх зон приміщень, шуму роботи, необхідності в технічному обслуговуванні (підшипники, мастило), конвекційного переносу пилу та зниження пікового навантаження на джерело тепла, що в свою чергу зменшує витрати при визначенні потужності системи та підбору обладнання [6,7,8].

**Актуальність дослідження.** Одним з основних напрямів енергозбереження є розробка нових технологій ефективного використання енергетичних ресурсів, для досягнення необхідних параметрів мікроклімату приміщень,

шляхом впровадження прогресивних науково обґрунтованих методів.

**Останні дослідження та публікації.** Раціональне та обґрунтоване застосування технологій променевого опалення дає змогу зменшити кількість використання ресурсів та використовувати тепловий потік направлено (робоча зона, вхідна група, тощо), де є необхідність, при цьому зменшити використання корисної площі будівлі так як основне обладнання розміщується під стелею.

Якість системи опалення значною мірою залежить від того як тепло для неї може бути отримано та передано до споживача. Тобто необхідна можливість направити тепловий потік, таким чином щоб його можна було використовувати там де воно найбільш потрібне в конкретний час. Основний потенціал енергозбереження при поверхневому опаленні є правильний вибір системи теплопередачі.

Згідно з даними досліджень проведеними німецькою компанією під керівництвом професора Хайнц Бака [14] у 2017 році було проведено аналіз ключових розрахункових факторів променевого опалення та виділено такі як:

- сприйняття людиною температури;
- розподіл теплового потоку по висоті;
- час реакції системи на зміни температурних коливань ззовні та загальна керованість системою;
- температурний графік джерела теплопостачання.

Важливим фактором необхідно виділити те, що променеве опалення ефективно працює при температурі теплоносія від 30 °С, що в свою чергу є важливим техніко-економічним показником і дає змогу використовувати їх в комбінації з тепловими насосами [3]. За допомогою такого комплексного підходу стає можливо реалізувати енергоефективне інженерне рішення.

Потенціал збереження теплової енергії, що включає в себе низку факторів наведено на рис.1.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є чисельне дослідження впливу кута нахилу променевої стельової панелі на його ефективність відносно приміщення в яке спрямовується тепловий потік.

Результати та їх відображення. Припущено, що зміна кута нахилу відносно горизонтальної площини призводить до перерозподілу конвекційної складової роботи променевого опалення, що складає 30% від загальної теплової потужності [4]. Нижче наведені схеми на рисунку 2. можливого використання панелей, особливу увагу потрібно приділити приміщенням аркового типу, наприклад спортивній арені, ангару і тому подібне.

Для виконання дослідження яке б висвітлювало поведінку ефективності променевих панелей українського виробництва відносно кута їх нахилу було взято три модулі довжиною 6 метрів, ширина одного 0.396 м. висота 0,04 м. всередині вбудовані 4 циркуляційні трубки з оцинкованої сталі внутрішній діаметр яких - 12 мм, над трубами розміщено ізоляційний шар мінеральної вати товщиною 40 мм. зверху якого знаходиться шар алюмінієвої відбиваючої пластини [12]. Група чотирьох циркуляційних труб по подавальному та зворотному трубопроводі об'єднуються в колектори на яких одна зовнішня різьба діаметром 25 мм для під'єднання до джерела теплопостачання.

Кліматичні панелі монтуються до стелі за допомогою підвісів у складі яких були талрепи за допомогою яких можливо було змінювати кут нахилу обладнання.

Потужність одного модуля з двома колекторами при розрахунковому температурному графіку системи 65/60 °С складала 1658 Вт. згідно паспорту обладнання. В якості джерела теплопостачання використовувався тепловий насос «Повітря-вода» модель 12 кВт [13].

Тепловтрати приміщення склалися з таких огорожувальних конструкцій: вікно одно-

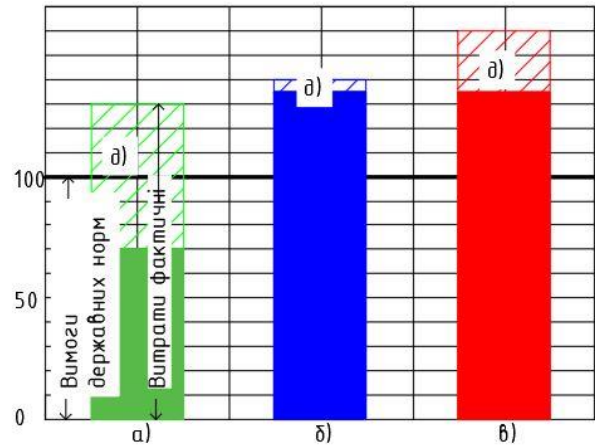


Рис. 1 Схема потенціалу збереження теплової енергії при використанні променевого опалення (а – користь використання ; б –розподіл теплової енергії; в – генерація теплоносія; д – потенціал збереження)

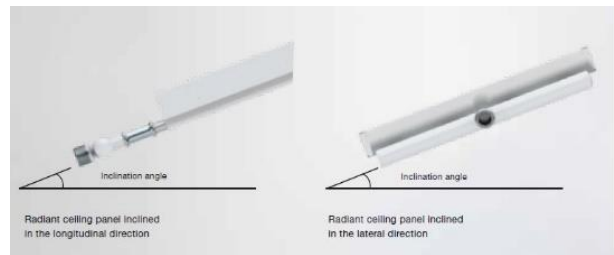


Рис. 2 Схема варіанту монтажу..

камерне 2.8 м<sup>2</sup>, зовнішні стіни у кількості 3 шт. загальною площею 124 м<sup>2</sup> і становили 4212 Вт. при зовнішній температурі повітря -12 °С [2].

Були встановлені однакові температурні вимоги до приміщення, а саме початкова температура нагріву 8°С, час заміру 1 година. Основною задачею було проаналізувати витрату теплоносія за однаковий проміжок часу при різних похилих площах: 0, 15, 30 та 45° та зафіксувати кінцеву температуру приміщення.

Стельові променеві панелі опалення розташовуються на відстані півтора метри до стелі, та 7 метрів від рівня чистої підлоги, датчик температури повітря встановлено на висоті 1,6 м.

В якості приладів для аналізу результатів досліду використовувалися: годинник, цифровий термостат з дисплеєм і датчиком температури сприйняття ( середня між температурою повітря та випромінення ) дані з якого були зняті і передані на контролер, витратомір механічний [14].

Результати чисельних розрахунків наведено в таблиці 1.

Результати проведених досліджень показують ефективність зміни кута нахилу відносно горизонтального розміщення при якому променева панель опалення розташовується

під кутом 0°, відносно підлоги, різниця в остаточних результатах дослідів становить 10%.

Кінцеві показники показали, що залежність орієнтації клімат-панелі лінійно пов'язана з ефективністю її використання.

Отриманий результат можна охарактеризувати як ефект від перенесення теплового потоку конвекційної складової опалювального обладнання до його більш віддалених частин вгору відносно нижньої відмітки підвісу та подальшому поглинанию корпусом панелі. При цьому енергія не втрачається на нагрів верхніх шарів приміщення [5].

Використання такого варіанту монтажу можливо коли випромінювачі нахилені в бічному або повздовжньому напрямку.

Нахил панелі збільшує потужність відповідно отриманим коефіцієнтам згідно результатів таблиці 1. Збільшення кута нахилу необхідно враховувати і при обчисленні масової витрати, що впливає на опір системи.

Максимально допустимий кут нахилу залежить від технології підвісу та геометричних параметрів приміщення [9].

Ефект переносу конвекційного теплового потоку показано на рис. 3, що висвітлює процес який відбувається при активній опалювальній фазі. Таким чином було зменшено втрати від конвекційної складової на 10%.

**Висновки.** Результати розрахунків та замірів показують, що використання променевого опалення в бічному або повздовжньому напрямку під різними кутами дозволяють значно зменшити затрати енергетичних ресурсів на опалення при низькотемпературному режимі та при цьому не втратити швидкодію на зміну зовнішніх температурних параметрів. Найбільш ефективним з проведених варіантів дослідів виявився варіант підвісу під кутом 45° при якому було виявлено збільшення ефективності на 10% по кінцевим температурам, що в свою чергу дає змогу зменшити використання теплової енергії та зменшити кількість необхідного обладнання при проектних розрахунках. При цьому складнощів монтажу виявлено не було.

**Перспективи подальших досліджень.** В подальшому планується розглянути інші можливості ефективного монтажу панельного опалення для підвищення ефективності роботи та використати різні варіанти їх складових.

Таблиця 1

Параметр, одиниця виміру	Результати розрахунків.			
	Кут нахилу обладнання, °			
	0	15	30	45
Потужність обладнання, Вт.	3627	3627	3627	3627
t1, °C	65	65	65	65
t2, °C	60	60	60	60
G, кг/год	156	156	156	156
Температура внутрішня початкова, °C	8,2	8,8	8,3	8,9
Початкова температура поверхонь в приміщенні, °C	8,4	8,6	8,2	8,1
Час заміру, хв.	60	60	60	60
Кінцева температура поверхонь в приміщенні, °C	8,4	8,6	8,2	8,1
Кінцева температура по термостату °C	12,3	12,7	13,1	13,8
Кінцева температура повітря приміщення, °C	11,2	11,5	11,9	12,3
Ефективність відносно кута нахилу 0°C	-	3	6,5	10

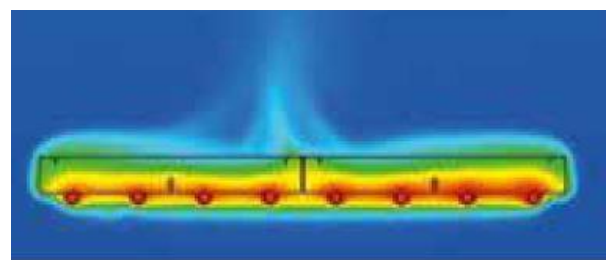


Рис. 3 Процес опалення променевим опаленням на динамічному тепловізорі.

### Література.

1. Ф.А. Миссенар. Лучистое отопление и охлаждение – 1961. – С. 266-293
2. Захаревич А.Э. Особенности формирования микроклимата отапливаемых помещений – 2018 – С.3-11
3. П.И.Дячек, А.Э. Захаревич Численное исследование распределения параметров микроклимата в отапливаемых помещениях в условиях естественной конвекции– 2008 – С.10
4. В.Н. Богословский, Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха), -1982- С.415-418
5. Bjarne, P Cooling and heating of buildings by activating their thermal mass – (1989)
6. Holst, S. and Simmonds, P., (1999), Kühlkonzeption am Beispiel Flughafen Bangkok
7. ISO 7730 (1994), Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort
8. Simmonds, P., Gaw, w., Holst, S., Reuss, S. (2000), Using Radiant Cooled Floors to Condition Large Spaces and Maintain Comfort Conditions, ASHRAE Trans. 2000, Part 1 (in print).
9. DIN 1946 (1994)“Raumluftechnik Teil 2”, 1994.Berlin: Deutsches Institut für Normung
10. Ogoli, D.M., “Predicting indoor temperatures in closed buildings with high thermal mass,” Energy and Buildings 35 (9). 851-862. Oct.2003..
11. Heat Pumps [Electronic Resource] / IEA. – Access Mode: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>. – Access Date: 11.03.2021
12. EFFI [Electronic Resource] Водяні кліматичні панелі; <https://effi.com.ua/> - Access Date: 08.02.2019 v.2
13. Nibe [Electronic Resource] Теплові насоси технічна документація ; Теплові насоси
14. Zehnder Group Germany GmbH (Zehnder Group Deutschland GmbH), Energy-efficient with a high heat recovery

### References

1. F.A. Missenar. Radiant heating and cooling - 1961. - - pp. 266-293
2. Zakharevich A.E. Features of the formation of the microclimate of heated rooms - 2018 - P.3-11
3. P.I. Dyachek, A.E. Zakharevich Numerical study of the distribution of microclimate parameters in heated rooms under natural convection conditions - 2008 - P.10
4. V.N. Bogoslovsky, Building thermophysics (thermophysical foundations of heating, ventilation and air conditioning), -1982- P.415-418
5. Bjarne, P Cooling and heating of buildings by activating their thermal mass - (1989)
6. Holst, S. and Simmonds, P., (1999), Kühlkonzeption am Beispiel Flughafen Bangkok
7. ISO 7730 (1994), Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort
8. Simmonds, P., Gaw, w., Holst, S., Reuss, S. (2000), Using Radiant Cooled Floors to Condition Large Spaces and Maintain Comfort Conditions, ASHRAE Trans. 2000, Part 1 (in print).
9. DIN 1946 (1994) “Raumluftechnik Teil 2”, 1994. Berlin: Deutsches Institut für Normung
10. Ogoli, D.M., “Predicting indoor temperatures in closed buildings with high thermal mass,” Energy and Buildings 35 (9). 851-862. Oct.2003..
11. Heat Pumps [Electronic Resource] / IEA. – Access Mode: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>. – Access Date: 03/11/2021
12. EFFI [Electronic Resource] Water climate panels; <https://effi.com.ua/> - Access Date: 08.02.2019 v.2
13. Nibe [Electronic Resource] Heat pumps and technical documentation; [Теплові насоси](#)
14. Zehnder Group Germany GmbH (Zehnder Group Deutschland GmbH), [Energy-efficient with a high heat recovery](#)

**UDK 69-628.8**

## Improving the efficiency of using water radiant heating systems.

O. Synilo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Post-graduate student, Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv, Ukraine, trapacana@gmail.com, ORCID 0000-0002-1281-3477

*Abstract.* Now, the issue of protecting the environment and reducing the use of fossil non-renewable energy sources is

*becoming increasingly important. For modern heating and air conditioning systems, it is imperative to reduce emissions of harmful substances, especially CO<sub>2</sub>. This can be realized by significantly reducing the use of fossil non-renewable fuels and reconstructing engineering systems to the current level of energy saving. The annual growth in demand for fossil fuels will be reduced through the optimization of substations and heat distribution devices, which is a necessary step for the development of the country's industry and economy. Therefore, today the main task is to increase the energy efficiency of the use of resources and increase the potential of alternative types of energy in combination with modern low-temperature energy-efficient heat distribution systems, one of which is radiant water panels. The article presents the results of improving the method of mounting beam-ceiling fixtures with respect to their orientation in space. The results of numerical calculations indicate the efficiency of mounting the equipment at an angle of 45 degrees, which increases the efficiency by 10% in relation to the 0° orientation. The results of calculations and measurements show that the use of radiant heating in a lateral or longitudinal direction at different angles allows to significantly reduce the cost of energy resources for heating at low temperatures and at the same time not to lose the speed of operation to changes in external temperature parameters. The most effective of the variants of the experiment turned out to be the variant of suspension at an angle of 45°, in which an increase in efficiency by 10% in terms of final temperatures was found, which in turn makes it possible to reduce the use of thermal energy and reduce the amount of necessary equipment in design calculations. At the same time, installation difficulties were not detected.*

**Key words:** *radiant heating, energy saving, low-temperature heating system, energy efficiency.*