

## АНАЛІЗ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛЕКТОРІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ.

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В доповіді представлено аналіз ефективності процесу розповсюдження теплових коливань в шарі ґрунту вертикального колектора комбінованої системи теплохолодопостачання в режимі періодичного нагрівання та охолодження. Наведено рівняння, які визначають глибину розповсюдження теплових коливань в шар ґрунту та визначення кількості переданої теплоти вертикального ґрунтового колектора комбінованої системи теплохолодопостачання.*

**Ключові слова:** система кондиціонування повітря; тепла акумуляція ґрунту; комбінована система теплохолодопостачання.

### Abstract

*The report presents an analysis of the efficiency of the process of heat wave propagation in the soil layer of the vertical collector of the combined heat and cold supply system in the mode of periodic heating and cooling. The equations that determine the depth of propagation of heat waves in the soil layer and determine the amount of heat transferred to the vertical soil collector of the combined heat and cold supply system are given.*

**Keywords:** air conditioning system; thermal accumulation of soil; combined heat and cold supply system..

Енергоспоживання систем забезпечення повітряного середовища будівель складає 30-60%. Сучасний стан розвитку енергоощадних технологій потребує вдосконалення існуючих технологій та конструкцій систем тепло- та холодопостачання. Використання комбінованих систем тепло- і холодопостачання дає найбільший ефект, за рахунок можливості акумулювання теплової енергії в теплий період року, з наступним її використанням в холодний період року. Акумулювання теплової енергії, при цьому, може бути здійснено з використанням вертикальних ґрунтових колекторів.

Але використання ґрунтових колекторів теплових насосів вимагає досить значних площ території. Тому для найбільш ефективного функціонування даних пристроїв необхідно забезпечити оптимальні співвідношення параметрів з урахуванням властивостей ґрунту.

Метою досліджень є визначення оптимального співвідношення параметрів, які забезпечують ефективну роботу вертикальних колекторів комбінованих систем тепло- і холодопостачання.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішення наступних задач: розробити математичну модель процесу розповсюдження теплових коливань в шарі ґрунту вертикального колектора; отримати рівняння, яке визначає глибину розповсюдження теплових коливань в шар ґрунту вертикального колектора; отримати рівняння для визначення кількості переданої теплоти вертикальним колектором в режимі періодичного нагрівання та охолодження.

Використання теплового насосу для потреб тепlopостачання полягає в передачі низькопотенційної енергії ґрунта до обслуговуваного приміщення. Нагрівання ґрунта відбувається в основному за рахунок акумулювання теплоти сонячної радіації в теплий період року. Тобто ґрунт використовується в даному випадку як теплоакумулятор.

При використанні теплового насосу в режимі охолодження для теплого періоду року тепло, яке надходить в обслуговувані приміщення від сонячної радіації, людей, обладнання та освітлення передається до ґрунту, тобто це тепло буде накопичуватись в шарі навколо ґрунтових колекторів. Це накопичення теплової енергії буде відбуватись при відсутності водяних підземних потоків.

Таким чином використання ґрунтових колекторів для охолодження в теплий період року дозволяє збільшити кількість акумульованої теплоти і відповідно підвищити ефективність системи при роботі системи в режимі тепlopостачання в холодний період року.

В зв'язку з тим, що ґрунтовий колектор працює в режимі періодичного нагрівання та охолодження теплові хвилі будуть розповсюджуватись на певну глибину. Ця глибина розповсюдження буде визначати оптимальний крок розташування ґрунтових колекторів з точки зору компактності

колектора і також масу ґрунта, задіяного в тепловій акумуляції, відповідно кількість теплоти, яка може бути передана і відведена від ґрунта.

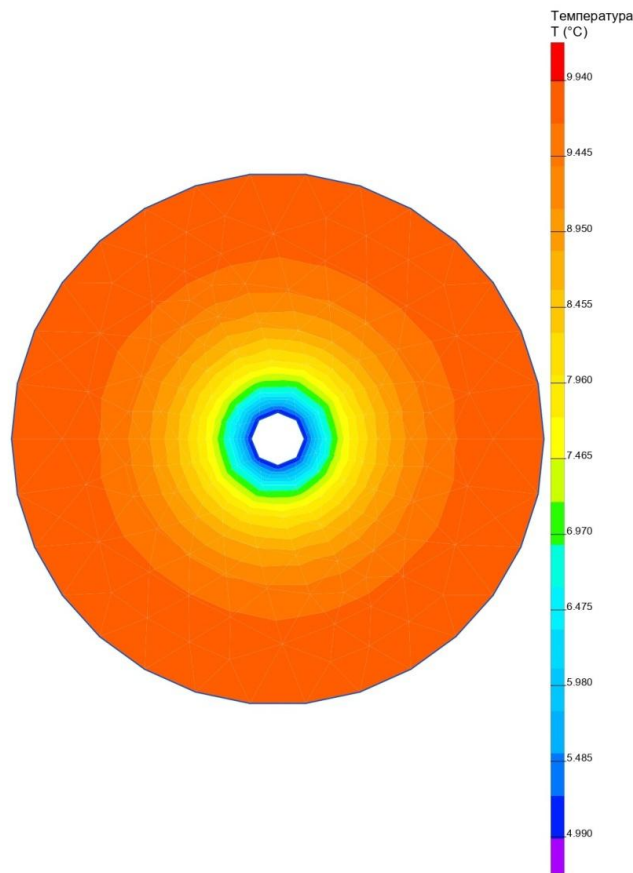


Рисунок 1 – Температурне поле ґрунта при роботі теплового колектора в режимі теплового насосу

За результатами проведених досліджень [4] було отримано залежність, яка характеризує теплові коливання в шарі ґрунту вертикального ґрунтового колектора комбінованої системи теплохолодопостачання.

Кількість тепла, що віддається або поглинається вертикальним колектором може бути визначено з рівняння теплопровідності Фур'є

$$Q = Q_i \Big|_{r_1}^{r_2} = \lambda A \tau_{0i} \sqrt{\frac{\tau_0}{2\pi n a}} \cos\left(\frac{2\pi n \tau}{\tau_0} - \frac{\pi}{4}\right) \Big|_{r_1}^{r_2}$$

де  $\tau_0$  – період теплових коливань в ґрунті.

$n$  – частота теплових коливань,

$a$  – температуропровідність ґрунта,

а величини фазових співвідношень максимальних і мінімальних теплових потоків.

$$\tau_1 = \frac{1}{8} \tau_0 n, \quad \tau_2 = \frac{5}{8} \tau_0 n$$

Дослідження розповсюдження теплових коливань в стінках нескінченної товщини [3] показали, що коливання температури на певній глибині відбуваються з тією ж частотою, що і на поверхні, але відбуваються з запізненням по фазі.

Використовуючи величини часу можна визначити кількість тепла, що передається в ґрунт

$$Q_i \Big|_{r_1}^{r_2} = \lambda A \tau_{0,m} \sqrt{\frac{2\tau_0}{\pi n a}}$$

## Висновки

В даній роботі розроблено математичну модель процесу розповсюдження теплових коливань в шарі ґрунту вертикального колектора комбінованої системи теплохолодопостачання в режимі періодичного нагрівання та охолодження

Отримано рівняння, яке визначає глибину розповсюдження теплових коливань в шар ґрунту вертикального ґрунтового колектора комбінованої системи теплохолодопостачання.

Отримано рівняння для визначення кількості переданої теплоти вертикальним колектором в режимі періодичного нагрівання та охолодження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пономарчук І.А. Комбінована система сонячного тепло- та холодопостачання / І.А. Пономарчук // Державний департамент інтелектуальної власності, 16 тр. 2005 р. : бюл. №5.
2. Теплые насосы. / Д. Рей, Д. Макмайл. – М : Энергоиздат, 1982. –224 с. : ил.
3. Основы теории теплообмена. / С. С. Кутателадзе. – М : Атомиздат, 1979. – 416 с.
4. Пономарчук І.А. Моделювання теплових режимів колекторів комбінованої системи теплохолодопостачання/Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник.– Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця.–2010–№1(8).– С.73–76

*Пономарчук Ігор Анатолійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

*Ponomarchuk Igor Anatoliyovych*, Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia