

УДК 697.353

Т.В.Славихіна, студент, керівник О.В.Ленькин
НТУУ «КПІ», ІЕЕ, Київ, Україна

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ РАДІАЦІЙНИХ ПАНЕЛЕЙ

Анотація – Складена за допомогою ПК модель теплообміну радіаційної панелі, яка дозволяє розраховувати густину теплового потоку. Встановлено, від яких саме параметрів залежить величина густини теплового потоку. Отримані результати співставлені з реальними даними фірми Герц. Побудовані діаграми залежності густини теплового потоку від відповідних факторів.

Аннотація - Создана с помощью ПК модель теплообмена радиационной панели, которая позволяет рассчитывать плотность теплового потока. Установлены параметры, от которых зависит значение плотности теплового потока. Полученные результаты сопоставлены с реальными данными фирмы Герц. Построены диаграммы зависимости плотности теплового потока от соответствующих факторов.

Annotation – Mathematical model of heat-transfer process of radiation panel was computer-produced that allows to calculate the density of heat flow. Determined from which of parameters depends the value of the density of heat flow. The results are compared with real data of firm Hertz. Obtained the diagrams of the density of heat flow from the relevant factors.

Вступ

При сучасному постійному зростанні цін на енергоресурси застосування дорогих високотемпературних теплоносіїв (стандартних радіаторних, конвекторних) систем опалення є дорогим задоволенням.

В деяких випадках існує можливість застосування вторинних низькопотенціальних енергетичних ресурсів. Але застосування таких ресурсів в стандартних системах опалення неефективне, і не забезпечує комфортні умови.

В роботі пропонується застосування панельно-променевого опалення. Враховуючи те, що саме в цьому випадку підтримується комфортна температура в приміщенні (до 18-20°C) [1,с.9], то цей вид опалення є більш сприятливим для самопочуття людини.

Дана стаття націлена на те, щоб проаналізувати характеристики роботи таких опалювальних приладів (панелей) з визначенням теплових потоків. Це можливо за допомогою програмного забезпечення. Є ряд програм, що дозволяють розв'язати задачу теплопровідності, такі як: Ansys, Multiphysics, CFX, Fluent, Solidworks та їхні модифікації. При обрахунках була використана саме програма Ansys.

Враховуючи складність обрахунків достовірних методик не існує. В даній роботі пропонується спрощений метод визначення потужності панелей в залежності від температури, кроку прокладання труб, і т.д.

Постановка задачі

За прототип моделі розглядається радіаційна панель фірми Герц [2] (рис. 1) змійовикового типу розмірами $a \times b$ (a – ширина панелі, м; b – висота, м) з кроком прокладки труби s , м; відстань від краю панелі – c , м; глибина залягання труби – h , м; внутрішній діаметр трубопроводу – $d_{\text{вн}}$, мм; температура теплоносія T , К є сталою по всій довжині трубопроводу L . На рис. 2 показані геометричні розміри панелі.



Рис. 1. Загальний вигляд радіаційної панелі

Параметри панелі розраховуються таким чином:

1. Визначення площі панелі, m^2 : $S=a \cdot b$.
2. Кількість змійовиків, шт.: $n=a/s-1$,
де s – крок прокладки труби, м.
3. Кількість поворотів, шт.: $k=n-1$.
4. Довжина трубопроводу, м: $L=(b-2 \cdot c-2 \cdot s/2) \cdot n+2 \cdot (c+s/2)$.

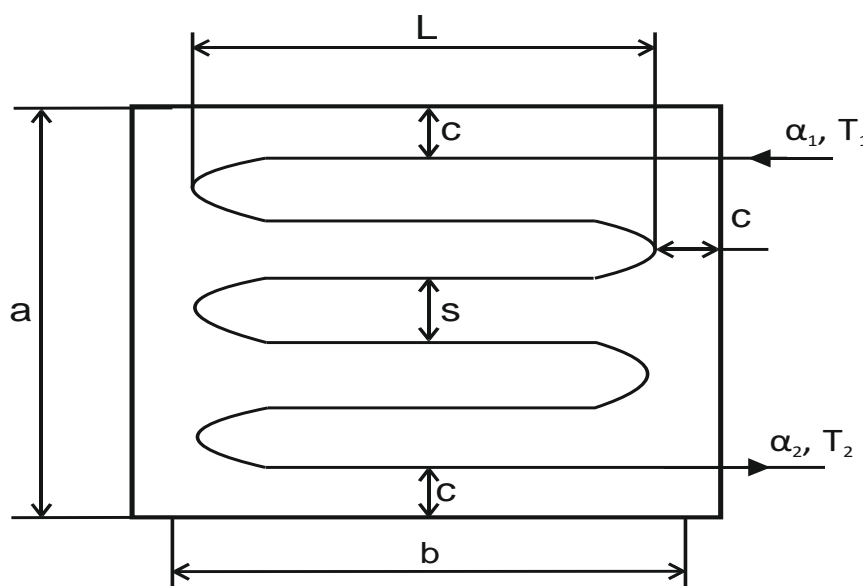


Рис. 2. Панель та її геометричні розміри

Методика розрахунку

Для розрахунку теплових потоків від панелі необхідно розраховувати 3D модель, що має певні складнощі в моделюванні, тому в даній роботі пропонується спрощений метод розрахунку густини теплового потоку q з використанням 2D моделі. На рис. 3 представлений фрагмент панелі – труба в розрізі.

В даному випадку розглядається стаціонарний кондуктивний теплообмін з граничними умовами:

$\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ – адіабатні умови, $q=0$;

Γ_4, Γ_5 – граничні умови 3-го роду;

$\Gamma_4 = \alpha_1 \cdot (T_1 - T)$;

$$\Gamma_5 = \alpha_2 \cdot (T_2 - T),$$

де T_1 – температура теплоносія, а T_2 – внутрішня температура труби.

Для двовимірної моделі температурне поле записується у вигляді рівняння:

$$\lambda_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0,$$

і це рівняння обробується за допомогою програми Ansys.

Коефіцієнт α_1 від теплоносія до труби визначається за критеріальним рівнянням, а α_2 обробовано при вільній конвекції.

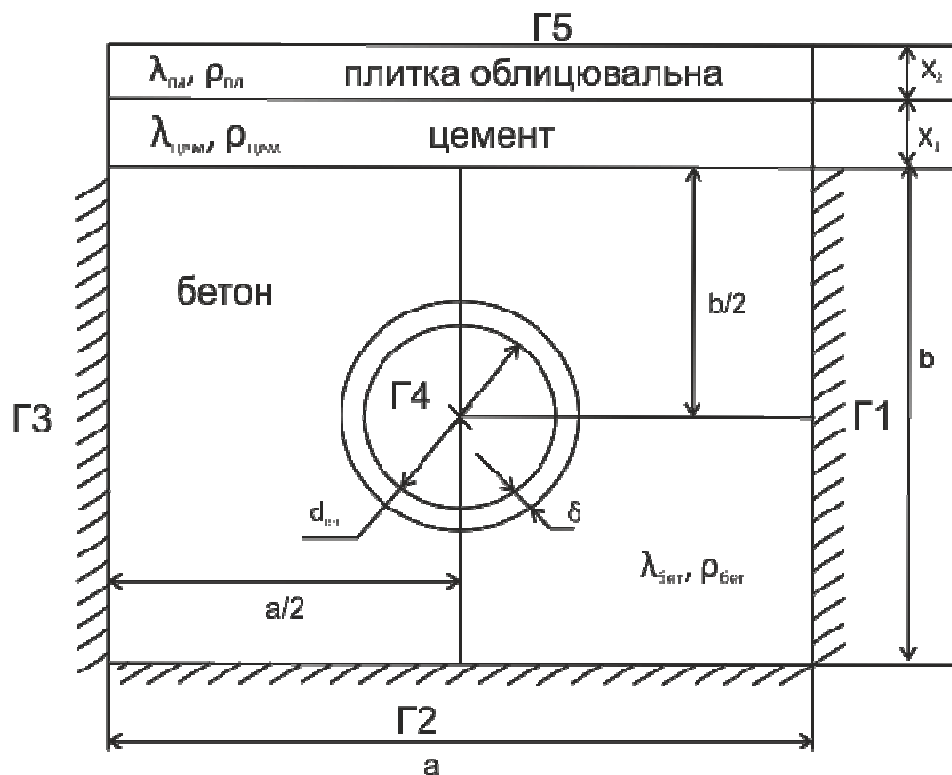


Рис. 3. 2D модель в розрізі для розрахунку теплового потоку

Виходячи з розрахунків 2D моделі визначається загальний тепловий потік.

Наведемо послідовність розрахунків.

Задається температура теплоносія, і розрахунок проводиться таким чином:

1. Масова витрата теплоносія:

$$G = v \cdot \rho / 3600,$$

де v – об'ємні витрати теплоносія, м³/год.

2. Швидкість теплоносія, м/с:

$$V = 4v / (3600 \cdot \pi \cdot (d_{\text{вн}} / 1000)^2).$$

3. Вибирається критерій Прандтля за допомогою інтерполяції для заданої температури з таблиці теплофізичних властивостей теплоносія.

4. Розрахунок критерія Рейнольдса [3, с.90]:

$$Re = V \cdot (d_{\text{вн}} / 1000) / \nu,$$

де ν – кінематична в'язкість води, м²/сек.

5. Число Нусельта [3, с.92]:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43}.$$

6. За допомогою програми Ansys визначається лінійна густина теплового потоку – q_l , Вт/м. Для цього задається вхідна температура теплоносія і коефіцієнт тепловіддачі.

7. Обчислення густини теплового потоку, Вт/м²:

$$q = q_l \cdot \frac{L}{S}$$

де S – площа панелі, м².

Результати обрахунків

Результатом даних розрахунків є побудова діаграми залежності густини теплового потоку від температури теплоносія на вході в панель при чотирьох значеннях кроку прокладення труб, а саме: 10, 15, 20 та 25 см; та при об'ємних витратах теплоносія – 0,3 м³/год (рис. 4).

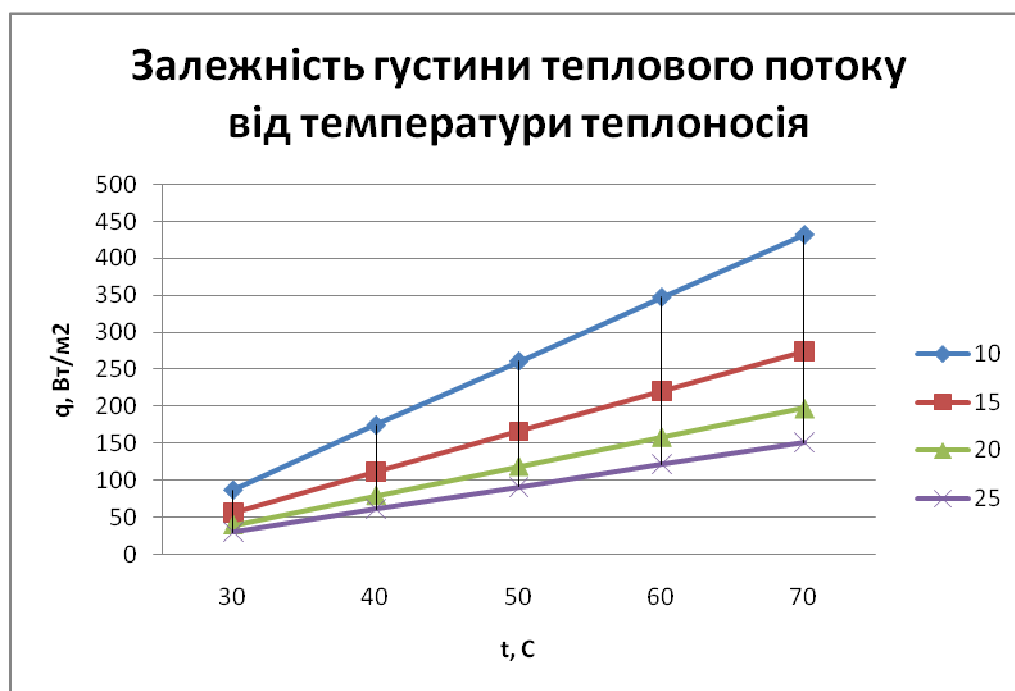


Рис. 4. Графік залежності густини теплового потоку від температури теплоносія

Висновки

Розроблено модель теплообміну радіаційної панелі, що дозволяє розраховувати густину теплового потоку в залежності від таких двох параметрів: від кроку прокладення труб і температури теплоносія. Результати, отримані за даною методикою близькі до існуючих даних фірми Герц.

Література:

1. Андреевский А.К. Отопление./ Под ред. М.И. Курпана. – 2-е изд.: Выш.школа, 1982. – 364 с., ил.
2. Посібник фірми Герц «Опалення і охолодження приміщення поверхнею підлоги, стін і стелі», 2009.
3. Чеботарев В.А., Файнзильберг С.Н. Основы теплообмена (на украинском языке). Издательство “Вища школа”, 1973, с.260.