

Ю.К. Івашина¹, В.В. Заводяний²¹Херсонський державний університет «ХДУ», Україна²Херсонський державний аграрно-економічний університет «ХДАЕУ», Україна

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ РАДІАТОРІВ ОПАЛЕННЯ

Для розрахунку долі теплової енергії, спожитою даною квартирою в багатоквартирному будинку, необхідно визначити тепловіддачу всіх радіаторів опалення в будинку. Але приведена в паспорті опалювального приладу тепловіддача відповідає температурному напору, рівному 70К. Часто господарі встановлюють і нестандартні прилади, тому проблема визначення тепловіддачі радіаторів опалення в реальних умовах є актуальною. Для лабораторного визначення тепловіддачі приладів опалення широко використовується теплотричний метод, який називають електричним. Вода з допомогою насоса циркулює через електричний котел і досліджуваний радіатор. Теплову потужність останнього визначають як різницю електричної потужності, що підводиться (потужність котла плюс насос) і теплових втрат. Метою роботи є розробка й дослідження роботи установки для визначення тепловіддачі радіаторів опалення, яка мала б більш просту конструкцію й могла забезпечити належну точність вимірювань. Нами запропонована схема й конструкція установки для визначення тепловіддачі радіаторів опалення електричним методом, яка відрізняється тим, що не включає циркуляційний насос. Вода в системі циркулює під дією сили тяжіння внаслідок зміни густини теплоносія при нагріванні й охолодженні. Це дозволяє суттєво спростити схему, виключивши не тільки насос, а і вентиль, і клапан для випуску повітря. Камера нагрівника виготовлена із сталевих труби діаметром 88мм. До нижнього фланця кріпиться сталевий кришечка, через яку в камеру вводиться нагрівник ТЕН потужністю 1–1,5кВт. До корпусу камери нагрівника приварено два відрізки труби 1/2", через які з допомогою гумових муфт під'єднуються радіатор. Циліндрична поверхня камери поверх шару внутрішньої теплоізоляції покривається екрануючим нагрівником, температура якого підтримується рівною температурі поверхні камери нагрівника в середній частині. Поверх екрануючого нагрівника встановлюється шар зовнішньої теплоізоляції. Для визначення теплових втрат радіатор від'єднують від камери нагрівника, встановлюють заглушки й теплоізолюють їх. У стаціонарному режимі вимірюють залежність потужності нагрівника від температури камери нагрівника, яка й визначає потужність теплових втрат. Спрощення установки привело не тільки до її здешевлення, а й до підвищення точності внаслідок зменшення теплових втрат і простоти їх визначення.

Ключові слова: тепловіддача радіаторів, природна циркуляція, теплові втрати.

Постановка проблеми

Енергозбереження житлових будівель у передових країнах стало більш важливою проблемою, ніж збільшення виробництва енергії. Ця проблема особливо гостро стоїть в Україні, де більша частина витрат енергії іде на опалення будівель. Одним із способів їх зменшення є визначення реальної кількості теплової енергії, спожитою квартирою, що спонукає її власників утриматися від необдуманого збільшення числа секцій радіаторів опалення й покращувати теплоізоляцією квартири [1]. Для розрахунку реальної долі теплової енергії, спожитої даною квартирою, необхідно визначити тепловіддачу всіх радіаторів опалення в будинку. Але приведена в паспорті опалювального приладу тепловіддача відповідає температурному напору, рівному 70⁰С [2], що відповідає температурі теплоносія 90⁰С. Реальна потужність радіатора може бути значно меншою,

так як температура носія в системі менша, ніж при лабораторних випробуваннях. Часто господарі встановлюють і нестандартні прилади, для яких відсутня інформація про тепловіддачу. Тому проблема визначення тепловіддачі радіаторів опалення в реальних умовах є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вимоги до лабораторного визначення теплової потужності (тепловіддачі) приладів опалення викладені в європейському стандарті EN442 [3] і ГОСТ [4, 5]. Номінальний тепловий потік визначають ентальпійним або теплотричним методами.

В ентальпійному методі тепла енергія визначається через втрати теплоти теплоносієм вимірюванням витрат теплоносія, який проходить через радіатор і різниці ентальпій води на вході і виході. Цей метод називають водяним. Ентальпійний метод покладено в основу роботи ряду теплотрічників.

Визначення тепловіддачі радіатора з допомогою теплотричного методу базується на рівності теплової енергії, яку віддав теплоносії радіатору, кількості теплоти, переданої ним навколишньому середовищу [6]. Цей метод називається електричним. Вода з допомогою насоса циркулює через електричний котел і досліджуваний радіатор. Тепловий потік останнього визначають як різницю електричної потужності, що підводиться (потужність котла плюс потужність насоса) і теплових втрат. Їх визначають з допомогою короткої ізолюваної перемички, теплові втрати якої відомі. Перемичку встановлюють замість досліджуваного опалювального приладу.

Дослідження тепловіддачі опалювальних приладів проводилося авторами [7, 8, 9]. Установка включала теплогенератор, автоматичний регулятор температури теплоносія на вході, циркуляційний насос, прилад для вимірювання витрат теплоносія.

Визначення тепловіддачі електричним методом більш просте, не вимагає визначення витрат

теплоносія через радіатор, але в існуючих установках обов'язковим елементом є циркуляційний насос, який вносить додаткову похибку у визначенні потужності.

Метою роботи є розробка й дослідження роботи установки для визначення тепловіддачі радіаторів опалення, яка мала б більш просту конструкцію і могла забезпечити належну точність вимірювань.

Виклад основного матеріалу

Нами запропонована схема й конструкція установки для визначення тепловіддачі радіаторів опалення електричним методом, яка відрізняється тим, що не включає циркуляційний насос [10]. Вода в системі циркулює під дією сили тяжіння внаслідок зміни густини теплоносія при його нагріванні й охолодженні. При застосуванні природної циркуляції відпадає необхідність у вентилі й клапані для випуску повітря.

Схема установки приведена на рис. 1.

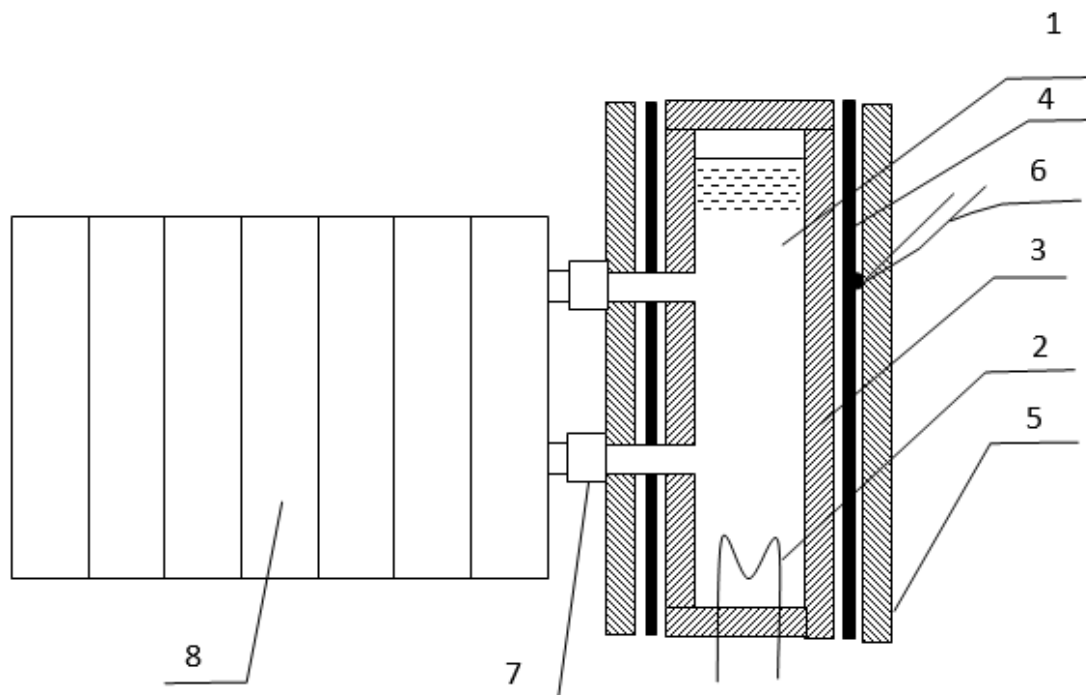


Рис. 1. Схема установки для визначення тепловіддачі радіаторів опалення

Камера нагрівника (1) виготовлена із сталльної труби діаметром 88мм, до торців якої приварені фланці. До нижнього фланця кріпиться сталева кришка, через яку в камеру вводиться нагрівник (1), у якості якого використовується ТЕН потужністю 1-1,5кВт. Верхня кришка притискується під дією власної ваги. Кришки герметизуються гумовими прокладками. До корпусу камери нагрівника (1) приварено два відрізки труби 1/2", через які з допомогою гумових муфт (7) під'єднується радіатор (8). Для запобігання теплових втрат камера нагрівника теплоізолюється шаром внутрішньої теплоізоляції (3).

Циліндрична поверхня камери поверх шару внутрішньої теплоізоляції покривається екрануючим нагрівником (4) малої потужності. Його температура контролюється за допомогою диференціальної мідь-константанової термопари (6), один спай якої кріпиться до зовнішньої поверхні камери нагрівника, а другий – до екрануючого нагрівника (4). У якості останнього ми використовували електричну грілку. Поверх екрануючого нагрівника встановлюється шар зовнішньої теплоізоляції (5). Радіатор (8) встановлюється згідно з вимогами до монтажу опалювальних систем і відповідно до вимог [5]. Для змен-

шення теплових втрат камера нагрівника підвищується на нейлонових шнурах. Радіатор і камера нагрівника заповнюються водою з повним витісненням повітря. Потужність нагрівника (2) регулюється за допомогою автотрансформатора й визначається ватметром. Згідно [4, 5] нагрівник повинен бути підключеним до джерела стабілізованої напруги.

Установка працює наступним чином. За допомогою автотрансформатора встановлюється певна потужність нагрівника (2). Вода в камері нагрівника почне нагріватись і циркулювати в системі камера нагрівника-радіатор через гумові муфти (7). За допомогою автотрансформатора, включеного в коло живлення екрануючого нагрівника, встановлюється його температура рівною температурі поверхні камери нагрівника. Внаслідок теплоізоляції камери нагрівника, встановленню екрануючого нагрівника і практично відсутності з'єднувальних трубопроводів втрати теплової енергії в камері нагрівника можна звести до мінімуму і вважати, що в стаціонарному режимі потужність нагрівника (2) наближено рівна тепловіддачі радіатора (8). Змінюючи потужність нагрівника й відповідно температуру води, можна змінювати й тепловіддачу радіатора.

Для виключення теплових втрат, які залежать від температури в камері нагрівника, необхідно провести експерименти щодо їх визначення. Для цього радіатор від'єднують від камери нагрівника, встановлюють на муфти (7) заглушки, теплоізолюють їх і визначають в стаціонарному режимі залежність потужності нагрівника від температури камери нагрівника. Згідно з [5] режим буде стаціонарним, коли протягом 30 хвилин результати 12 послідовних вимірювань мають відхилення від середнього значення, які не перевищують $\pm 0,1$ К. На основі цих експериментів встановлюється залежність потужності теплових втрат $P_{ВТ}(t)$ від температури в камері нагрівника. Тепловий потік тепловіддачі радіатора (теплова потужність) буде визначатися різницею потужності нагрівника P і $P_{ВТ}(t)$.

$$Q = P - P_{ВТ}(t) \quad (1)$$

При забезпеченні хорошої теплоізоляції камери нагрівника й точності визначення $P_{ВТ}(t)$ установку можна спростити, видаливши екрануючий нагрівник і схему його живлення. Але при цьому зростає й похибка визначення тепловіддачі Q , так як похибка визначення потужності теплових втрат зростає зі збільшенням їх величини.

При визначенні тепловіддачі радіаторів опалення з допомогою даної установки необхідно керуватися вимогами до встановлення радіатора, точності вимірювання потужності і температури, викладеними в [4, 5]. Вимірювання проводяться в

стаціонарному режимі. Тепловіддача визначається згідно з (1). Температура повітря в приміщенні визначається на основі вимог [4, 5]. Вимірюється температура на вході і виході радіатора.

На наш погляд, більш коректним є розрахунок тепловіддачі радіатора по величині температурного напору, який визначають не на основі температур на вході і виході радіатора, а за середньою температурою поверхні радіатора t_c [1]. Це обумовлено тим, що тепловіддача радіатора здійснюється через його поверхню й залежить від її реальної температури. Зміна тиску в системі, ступінь забруднення труб і радіатора, товщина шару фарби – усе це враховується при визначенні тепловіддачі через t_c , і ця залежність може бути використаною при проведенні теплового аудиту будинку.

Висновки

Розроблена установка для визначення тепловіддачі радіаторів опалення теплотричним методом, яка працює на природній циркуляції теплоносія в системі камера нагрівника-радіатор і не потребує циркуляційного насоса. Це спрощення установки обумовило її здешевлення й підвищення точності визначення тепловіддачі внаслідок зменшення теплових втрат.

Література

1. Івашина Ю.К. Спосіб розрахунку вартості опалення квартири в багатоквартирному будинку / Івашина Ю.К., Заводяний В.В. // *Комунальне господарство міст. Сер.: Технічні науки та архітектура.* – 2019. – Том 6, Вип. 152. – С. 19–22. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2019-6-152-19-22>
2. Сравнение показателя теплоотдачи радиаторов отопления – таблица и сравнительный анализ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://oteplevode.ru/>otoplenie> (дата звернення 02.07.2021)
3. EN442 Тепловая мощность отопительных приборов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mlynok.wordpress.com/2010/05/22/стандарм-en-442-тепловая-мощность> (дата звернення 02.07.2021)
4. ГОСТ Р-2016 EN442-2:2014. Приборы отопления без встроенного источника тепла. Радиаторы отопления и конвекторы. Часть 2: Методы испытаний и задания мощности [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.techenergy.ru/upload/GOST_%D0%A0_EN_44_2_2_2014_2.pdf (дата звернення 03.07.2021)
5. ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.cntd.ru/document/1200079428> (дата звернення 03.07.2021)
6. Геращенко О.А. Основы теплотригии / О.А. Геращенко. – К. : Наукова думка, 1971. – 192с.
7. Устройство для учета тепловой энергии в отопительных системах : пат. № RU 71378 : МПК F01K13/00 / Краснов В.А. ; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО «Астрах. гос. техн. ун-т». – №2007126057/22;

заявл. 09.07.07 ; опубл. 10.03.08, Бюл. № 7.

8. Амангельды А.Г. Исследование эффективности теплоотдачи отопительных приборов / Амангельды А.Г., Ахметов А.А., Ермолаенко М.В., Касымов А.Б., Золотов А.Д. // Молодой ученый. – 2019. – № 21(259). – С. 89–92.

9. Краснов В.А. Установка для сравнения энтальпийного и теплотрического методов определения тепловой энергии в отопительных приборах / Краснов В.А., Александян И.Ю., Ермолаев В.В. // Весник АГТУ. – 2011. – № 1 (51). – С. 51–55.

10. Пристрій для визначення тепловіддачі радіаторів опалення : пат. на корис. мод. № 146270 : МПК G01K17/00 G0K17/20 / Івашина Ю.К., Заводяний В.В. - № 202006000 ; заяв. 21.09.20 ; опубл. 03.02.21, Бюл. № 5.

References

1. Ivashina, Y., Zavodyannyi, V. Sposib rozrakhunku vartosti opalennia kvartyry v bahato-kvartyrnomu budynku [Method of calculating the value of heating a apartment in a dwelling house]. Municipal economy of cities. Series: Engineering science and architecture. 2019, 6 (152), pp. 19–22. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2019-6-152-19-22>

2. Sravnenie pokazatelya teplootdachi radiatorov otopleniya – tablica i sravnitel'nyy analiz [Comparison of the heat transfer index of heating radiators – table and comparative analysis]. Available at: <https://otepleivode.ru>otoplenie> (accessed 02.07.2021)

3. EN442 Teplovaya moshchnost' otopitel'nykh priborov [EN442 Thermal power of heaters]. Available at: <https://mlynok.wordpress.com/2010/05/22/стандарт-en-442-тепловая-мощность> (accessed 02.07.2021)

4. GOST R-2016 EN442-2:2014. Pribory otopleniya bez vstroennogo istochnika tepla. Radiatory otopleniya i konvektory. Chast' 2: Metody ispytaniy i zadannaya moshchnost' [GOST R-2016 EN442-2:2014. Heating devices without built-in heat source. Radiators and convectors. Part 2: Test methods and rating]. Available at: http://www.techenergy.ru/upload/GOST_%D0%A0_EN_442_2_2014_2.pdf (accessed 03.07.2021)

5. GOST R 53583-2009. Pribory otopitel'nye. Metody ispytaniy [GOST R 53583-2009. Heating devices. Test

methods].

Available

at:

<https://docs.cntd.ru/document/1200079428>

(accessed

03.07.2021)

6. Gerashchenko, O.A. Osnovy teplometrii [Basics of thermometry]. Kyiv, Naukova Dumka, 1971. 192 p.

7. Krasnov, V.A. Pat. No RU 71378 Ustrojstvo dlya ucheta teplovoj ehnergii v otopitel'nykh sistemakh [Device for accounting for thermal energy in heating systems]. 2008. Bulletin No 7.

8. Amangeldy, A.G., Akhmetov, A.A., Ermolaenko, M.V., Kasymov, A.B., Zolotov, A.D. Issledovanie ehffektivnosti teplootdachi otopitel'nykh priborov [Research of efficiency of heat transfer of heating devices]. Young scientist. 2019, 21 (259), pp. 89–92.

9. Krasnov, V.A., Aleksanyan, I.Yu., Ermolaev, V.V. Ustanovka dlya sravneniya ehntal'p'nogo i teplometricheskogo metodov opredelenie teplovoj ehnergii v otopitel'nykh priborakh [Installation for comparison of enthalpy and thermometric methods of thermal energy limitation in heating devices]. Herald of ASTU. 2011, 1 (51), pp. 51–55.

10. Ivashina, Y.K., Zavodyannyi, V.V. Pat. No 146270 Prystrii dlia vyznachennia teploviddachi radiatoriv opalennia [Device for determining the heat transfer of heating radiators]. 2021. Bulletin No 5.

Рецензент: доктор технічних наук, професор О.В. Щедросєв, Херсонська філія національного університету кораблебудування, Україна.

Автор: ІВАШИНА Юрій Кирилович

кандидат фізико-математичних наук, доцент

Херсонський державний університет «ХДУ»

E-mail – ivashinauriv@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9569-2393>

Автор: ЗАВОДЯНИЙ Віктор Володимирович

кандидат фізико-математичних наук, доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет «ХДАЕУ»

E-mail – zavodyannyv@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8224-8215>

INSTALLATION FOR DETERMINATION OF HEAT RELEASE OF HEATING RADIATORS

Yu. Ivashina¹, V. Zavodyannyi²

¹Kherson State University "KSU", Ukraine

²Kherson State Agrarian and Economic University "KhDAEU", Ukraine

To calculate the share of thermal energy consumed by this apartment in an apartment building, it is necessary to determine the heat transfer of all heating radiators in the house. But the heat transfer given in the passport of the heating device corresponds to the temperature pressure equal to 70K. Often the owners install non-standard devices, so the problem of determining the heat transfer of heating radiators in real conditions is relevant. Thermometric method, which is called electric, is widely used for laboratory determination of heat transfer of heating devices. Water by means of the pump circulates through an electric copper and the investigated radiator. The heat output of the latter is defined as the difference between the supplied electrical power (boiler power plus pump) and heat loss. The purpose of the work is to develop and study the operation of the installation for determining the heat transfer of heating radiators, which had a simpler design and could ensure proper measurement accuracy. We have proposed a scheme and design of the installation for determining the heat transfer of electric heating radiators, which differs in that it does not include a circulating pump. Water in the system circulates under the action of gravity due to changes in the density of the coolant during heating and cooling. This greatly simplifies the circuit by eliminating not only

the pump but also the valve and the air outlet valve. The heater chamber is made of a steel pipe with a diameter of 88 mm. A steel cover is attached to the lower flange, through which a 1-1.5 kW heater is introduced into the chamber. Two 1/2 " sections of pipe are welded to the body of the heater chamber, through which the radiator is connected by means of rubber couplings. The cylindrical surface of the chamber on top of the layer of internal insulation is covered with a shielding heater, the temperature of which is maintained equal to the surface temperature of the heater chamber in the middle part. A layer of external thermal insulation is installed on top of the shielding heater. To determine heat loss, the radiator is disconnected from the heater chamber, plugs are installed and insulated. In stationary mode, the dependence of the heater power on the temperature of the heater chamber is measured, which determines the power of heat losses. The simplification of the installation has led not only to its reduction in price, but also to an increase in accuracy due to the reduction of heat losses and the simplicity of their definition.

Keywords: *heat transfer of radiators, natural circulation, heat losses.*