



УДК: 532.516

INSTALLATION FOR DETERMINATION OF HEAT CONDUCTIVITY OF BUILDING MATERIALS**УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ****Ivashina Yu.K. / Івашина Ю.К.***k.f.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.**Kherson State University, Kherson, Universitetskaya, 23, 73000**Херсонський державний університет, Херсон, Університетська, 23, 73000***Zavodyannyy V.V. / Заводяний В.В.***k.f.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8224-8215>*Kherson State Agrarian University, Kherson, Stretenskaya 23, 73006**Херсонський державний аграрний університет, Херсон, Стретенська 23, 73006*

Анотація. В роботі розглядається будова та принцип дії установки для визначення теплопровідності будівельних матеріалів. Запропонована установка є проста у виготовленні. Проведено оцінку похибки вимірювань коефіцієнта теплопровідності, яка відповідає нині діючому ДСТУ. Запропонована методика проведення вимірювання.

Ключові слова: теплопровідність, коефіцієнт теплопровідності, теплопровідність будівельних матеріалів.

Вступ.

Проблема енергозбереження є однією з найважливіших проблем, які стоять перед світом і особливо гостро в Україні, де найбільші витрати енергії ідуть на опалення приміщень. Тому необхідно створювати нові будівельні матеріали з високими теплоізоляційними властивостями і при виробництві постійно їх контролювати.

При визначенні коефіцієнта теплопровідності матеріалів в існуючих установках для створення градієнта температур на досліджуваному зразку і, відповідно, теплового потоку через нього, використовується градієнтний нагрівник. Для усунення теплових потоків втрат використовується теплоізоляція [1, 2].

Основний текст.

Дана установка відрізняється простотою, високою точністю, можливістю визначення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів з малою теплопровідністю на блоках, що забезпечує макроскопічне усереднення коефіцієнта теплопровідності матеріалів.

Принциповою відмінністю установки є те, що нагрівник, який створює тепловий потік, знаходиться в камері, всередині якої забезпечується температура навколишнього середовища. Це дозволяє усунути паразитні теплові потоки і вважати, що вся потужність нагрівника іде на створення теплового потоку через стінку камери, якою є блок із досліджуваного будівельного матеріалу. Для зменшення теплових втрат через бічні поверхні досліджуваного зразка використовується тепловий екран.

Протилежна грань блоку притискується до плоскої стінки посудини з льодом. Для забезпечення однорідності поля температур всередині блока його



грані контактують із пластинами з міді або латуні. Для вирівнювання температури всередині посудини із льодом частина льоду поміщається в сітку і занурюється на дно.

Потужність нагрівника регулюється так, щоб всередині камери була кімнатна температура, яка вимірюється термометром 4. Необхідна потужність декілька ват.

Температура внутрішньої поверхні блока визначається термопарою 3, температура зовнішньої поверхні - 0°C .

Для зменшення паразитних теплових потоків через бічні грані блока використовується їх теплоізоляція і тепловий екран 8, виготовлений із пластмаси так, що градієнти температури вздовж екрана і досліджуваного блоку були однаковими.

Коефіцієнт теплопровідності визначається за формулою

$$\lambda = \frac{P \cdot \delta}{t_3 \cdot S}, \quad (1)$$

де P – потужність нагрівника в стаціонарному режимі, δ і S товщина і площа блока, t_3 – температура внутрішньої поверхні зразка. Похибка вимірювання визначається похибками визначення вищевказаних величин, вимірювання яких не потребує високої кваліфікації і дорогого обладнання.

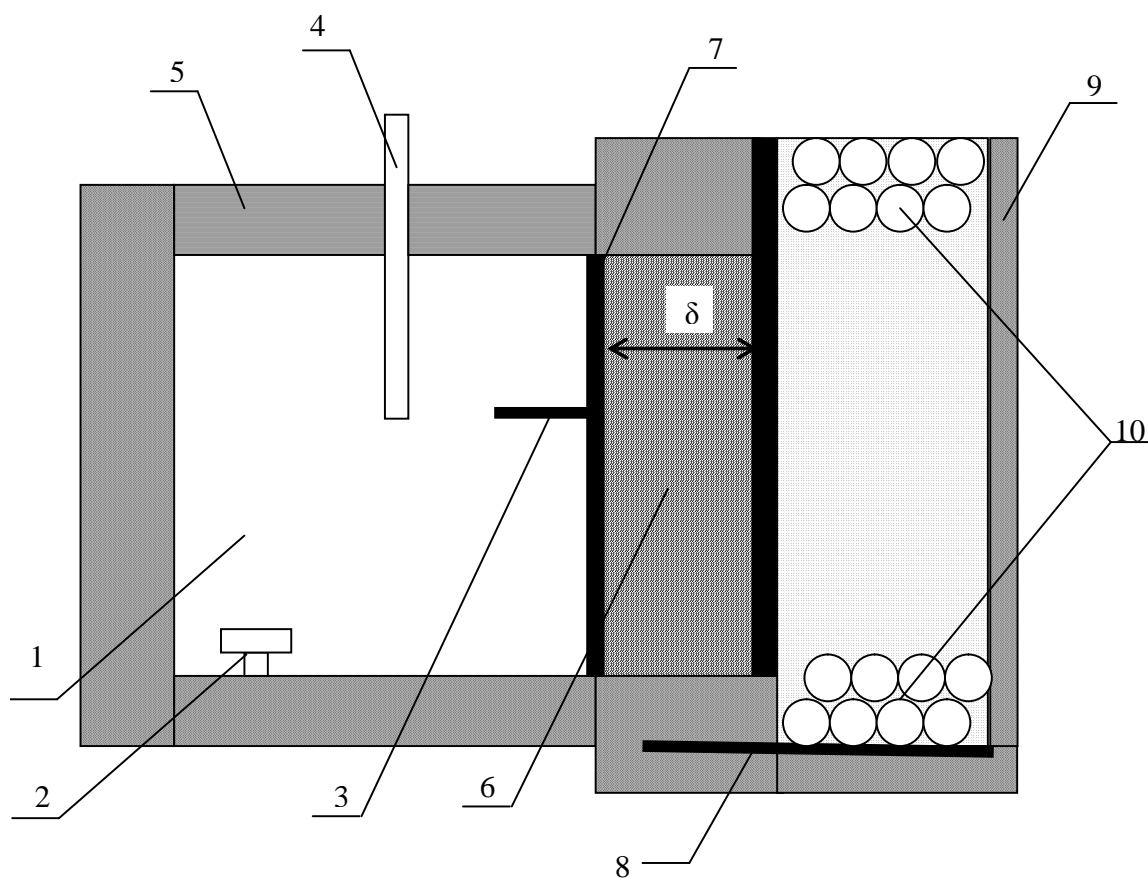


Рис. 1. Схема установки для вимірювання теплопровідності будівельних матеріалів.

1 – камера нагрівника, 2 – нагрівник, 3 – термопара, 4 – термометр, 5 – теплоізоляційна стінка камери, 6 – блок із досліджуваного матеріалу, 7 – металева пластинка, 8 – тепловий екран, 9 – посудина з льодом, 10 – лід.



Методика проведення вимірювань

Загальні положення.

Проведення вимірювання повинно відповідати вимогам ГОСТ 7076-99 «Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме».

Розмір зразка для вимірювань згідно [1] 250×250×50 мм. Вимоги до форми і точності визначення лінійних розмірів зазначено в ГОСТ.

Проведення вимірювань.

Досліджуваний зразок встановлюють між посудиною із льодом 9 і камерою нагрівника 1. Встановлюють теплоізоляцію зразка і теплові екрани 8.

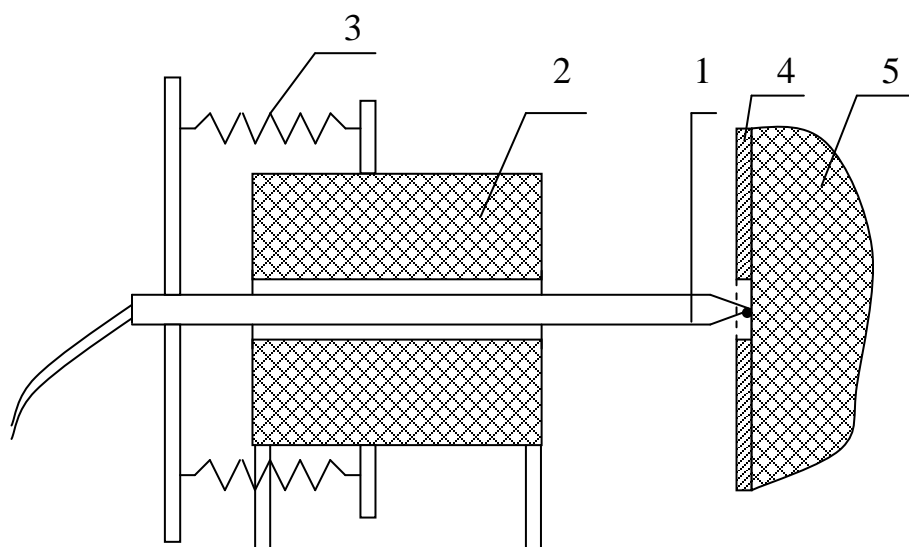


Рис. 2. Схема встановлення термопари: 1 – термопара в корпусі, 2 – направляюча, 3 – притискуючи пружина, 4 – металева пластина, 5 – досліджуваний зразок

Регулюючи струм нагрівника добиваються встановлення в камері температури, близької до кімнатної (різниця температур не повинна перевищувати 0,5 K).

Визначати з допомогою термопари 3 температуру в центрі внутрішньої поверхні зразка – t_3 . Вимірювання проводити при умові стаціонарності потоку, про що свідчить відсутність дрейфу показань мікрвольт метра, який визначає термоерс термопари.

При розрахунку коефіцієнта теплопровідності після досягнення режиму стаціонарного теплового потоку в розрахункову формулу (1) підставляють середньоарифметичне значення п'яти вимірювань температури t_3 і потужності нагрівника $P=U \cdot I$.

Похибка визначення коефіцієнта теплопровідності.

Відносна похибка знаходження λ визначається похибками визначення геометричних розмірів зразка, різниці температур і потужності нагрівника.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta\delta}{\delta} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta t_3}{t_3} \quad (2)$$



Згідно [1] похибка визначення геометричних розмірів повинна не перевищувати 0,5%.

Використовуючи стабілізоване джерело живлення можна отримати $\frac{\Delta P}{P} \leq 0,5\%$.

Похибка визначення температури за допомогою проградуєваної термопари становить 0,2 К. З врахуванням неоднорідностей теплового поля зразка прийmemo $\Delta t = 0,5$ К. Тоді із (2) отримаємо

$$\varepsilon = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \leq 0,5\% + 0,5\% + \frac{0,5}{20} \cdot 100\% = 3,5\% \quad (3).$$

Найбільшу складність представляє вимірювання термоерс термопари, яка вимагає відповідної кваліфікації і мікровольтметра. Проведені нами дослідження показали, що різниця температур $\Delta t_c = \Delta t_k - \Delta t_c$ між температурою поверхні стінки і повітря всередині камери визначає опір конвективного теплообміну і залежить від густини теплового потоку. В проведених нами дослідженнях із зразком із газобетону $\Delta t_c = 3$ К. Таким чином, у вираз (1) замість t_3 можна підставити $t_k - \Delta t_c$. В цьому випадку відпадає необхідність у вимірюванні температури t_3 за допомогою термопари. Визначивши для даного типу зразків Δt_c при проведенні серії дослідів можна за спрощеною методикою визначити λ , не вимірюючи t_c . Але при цьому похибка визначення λ , розрахована згідно (3), збільшиться до 6% за рахунок збільшення похибки визначення температури.

Висновки. Таким чином запропонована установка і метод вимірювання теплопровідності будівельних матеріалів проста у виконанні та використанні, має похибку вимірювання коефіцієнту теплопровідності, що не перевищує вказаному у ДСТУ, і може бути використана для перевірки та встановлення усередненого коефіцієнту теплопровідності будівельних матеріалів.

Література

1. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
2. Лифанов И.С., Шерстюков Н.П. Метрология, средства и методы контроля в строительстве. – Стройиздат, 1979. – 223 с.

References:

1. GOST 7076-99. Method of determination of thermal conductivity and thermal resistance under stationary thermal regime.
2. Lifanov I.S., Sherstyukov N.P. Metrology, means and methods of control in construction. - Stroyizdat, 1979. - 223 p.

Abstract. The work considers the structure and principle of the device for determining the thermal conductivity of building materials. The proposed installation is easy to manufacture. An estimation of the error of measurement of the coefficient of thermal conductivity, which corresponds to the current DSTU. The proposed method of conducting measurement.

Key words: thermal conductivity, coefficient of thermal conductivity, thermal conductivity of building materials.

Стаття відправлена: 07.11.2018 г.
© Івашина Ю.К., Заводяний В.В.