

**ДОСЛІДЖЕННЯ В КЛІМАТИЧНІЙ КАМЕРІ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ОДИНОЧНИХ КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ ТА ФРАГМЕНТА
ЦЕГЛЯНОЇ КЛАДКИ**

У статті представлені результати досліджень в кліматичній камері теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів та фрагмента цегляної кладки.

***Ключові слова:** теплопровідність, цегла та камені керамічні, цегляна кладка, кліматична камера, експеримент.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [1] обумовлює необхідність визначення теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів та відповідних фрагментів стін (малого або великого). У цьому стандарті, зокрема, наголошується, що теплопровідність одиночних керамічних виробів необхідно визначати за методом, наведеним у ДСТУ Б В.2.7-105-2000 [2]. У статті [5] представлені причини, які не дозволяють встановлювати теплопровідність переважної більшості одиночних керамічних виробів відповідно з вищевказаним методом. Тому потрібно розробляти та стандартизувати метод визначення теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. У книгах [7], [8] наведені значення коефіцієнтів теплопровідності різних видів цегли залежно від її густини та пористості. У джерелі [6] подана залежність коефіцієнта теплопровідності "глиняного кирпича от объёмной плотности". Проте у джерелах [6], [7], [8] не наведений метод визначення коефіцієнтів теплопровідності представлених видів цегли. (У джерелах [1] та [4] використовується термін "теплопровідність", у джерелі [2] – "ефективна теплопровідність", у джерелі [3] та багатьох інших – "коефіцієнт теплопровідності").

У джерелі [10] докладно розглядається вплив технологічних факторів на теплопровідність та вологісний режим цегляних кладок зовнішніх стін з цегли та каменів керамічних порожнистих. У джерелах [11], [12] представлені основні принципи моделювання поведінки пористої кераміки при її експлуатації у вологих умовах. Ці та інші дослідження, які здійснюються в напрямку вивчення та вдосконалення теплотехнічних властивостей цегли, каменів керамічних та відповідних кладок, необхідно доповнити стандартизованим встановленням теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У статті [5] підкреслюється, що для одиночної цегли керамічної рядової повнотілої можна визначати теплопровідність відповідно до положень ДСТУ Б В.2.7-105-2000 [2], якщо зразок, розміри якого відповідають вимогам цього стандарту, буде спеціально виготовлений на виробництві. Але бажано теплотехнічні властивості цегли визначати не з використанням спеціально виготовленого зразка, а з використанням цеглин. Крім того, необхідно розробити метод експериментального встановлення теплотехнічних властивостей одиночної цегли керамічної порожнистої.

У статті [5] пропонується визначення теплотехнічних властивостей одиночних каменів керамічних здійснювати в кліматичній камері. Але представлений метод потребує додаткових рекомендацій.

Постановка завдання. Дослідження в кліматичній камері теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів та фрагмента цегляної кладки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження теплотехнічних властивостей одиночної цегли керамічної в кліматичній камері здійснювались на прикладі цегли керамічної рядової повнотілої та цегли керамічної рядової з щілевидними порожнинами. Цеглу попередньо висушували. Термопари розташовувались на поверхнях цеглини, а також – в холодному та теплому відсіках кліматичної камери, термомір розміщувався на поверхні цеглини, яка була обернена в теплий відсік кліматичної камери.

Результати експериментальних досліджень: коефіцієнт теплопровідності цегли керамічної рядової повнотілої ($\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$) при її середній температурі $t_{cp} = 1,43 \text{ }^\circ\text{C}$ дорівнює $\lambda = 0,593 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, коефіцієнт теплопровідності цегли керамічної з щілевидними порожнинами ($\rho = 1160 \text{ кг/м}^3$) при її середній температурі $t_{cp} = 1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ дорівнює $\lambda = 0,509 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.

Дослідження теплотехнічних властивостей фрагмента кладки з цегли керамічної повнотілої рядової здійснювались в кліматичній камері на малому фрагменті стіни при двох температурних режимах. Вологість по масі цегляної кладки дорівнювала 2,4 %.

Результати експериментальних досліджень при першому температурному режимі (рисунок 1): середня температура фрагмента стіни дорівнює $t_{cp} = 1,15 \text{ }^\circ\text{C}$, різниця температур між поверхнями цього фрагмента становить $\Delta t = 18,5 \text{ }^\circ\text{C}$, коефіцієнт теплопровідності досліджуваної кладки дорівнює $\lambda = 0,851 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.

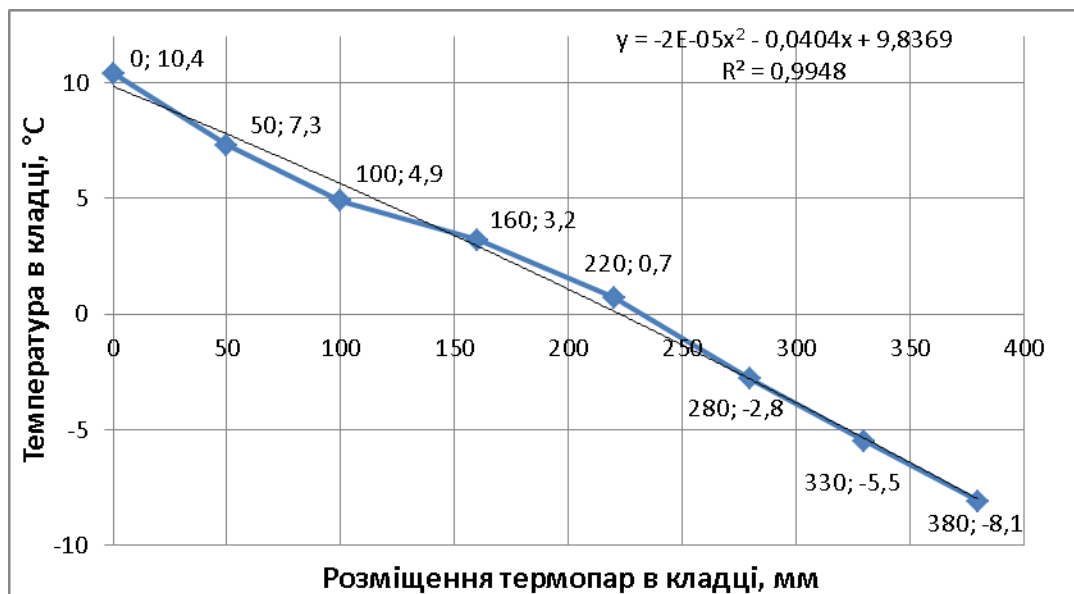


Рисунок 1 – Розподіл температури по товщині фрагмента цегляної кладки: 0, 50, 100, 160, 220, 280, 330, 380 – відстані, мм, від поверхні кладки (що має більшу температуру) до місць розташування термопар; 10,4; 7,3; 4,9; 3,2; 0,7; – 2,8; – 5,5; – 8,1 – значення температур, $^\circ\text{C}$, в місцях розташування термопар.

Результати експериментальних досліджень при другому температурному режимі: середня температура фрагмента стіни становить $t_{cp} = -2,55 \text{ }^\circ\text{C}$, різниця температур між його поверхнями дорівнює $\Delta t = 23,1 \text{ }^\circ\text{C}$, коефіцієнт теплопровідності

досліджуваної кладки збільшується на 11,9 % відносно першого температурного режиму і дорівнює $\lambda = 0,966 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$. Така зміна коефіцієнта теплопровідності λ при другому температурному режимі обумовлюється тим, що більша, ніж при першому температурному режимі, частина стіни знаходиться в зоні від'ємних температур. Адже відомо, що „вода, находящаяся в порах материала, имеет коэффициент теплопроводности около $0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$, что в 22 раза больше, чем у воздуха, находящегося в порах... лёд имеет коэффициент теплопроводности $2,3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$, что в 80 раз больше, чем у воздуха” [6].

Дослідження в кліматичній камері теплотехнічних властивостей каменів керамічних здійснювались на виробках двох видів.

Перший вид досліджуваних каменів керамічних – камені керамічні крупноформатні порожнисті розмірами $380 \text{ мм} \times 250 \text{ мм} \times 240 \text{ мм}$, їх середня густина становить $832 \text{ кг}/\text{м}^3$, порожнистість дорівнює 42%. У частині щілин виробів розташовувались термопари.

При середній температурі першого виду досліджуваних каменів керамічних $t_{cp} = -0,55 \text{ }^{\circ}\text{С}$ і різниці температур між поверхнями виробів $\Delta t = 19,5 \text{ }^{\circ}\text{С}$ коефіцієнт теплопровідності виробів дорівнює $\lambda = 0,44 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$; при $t_{cp} = -4,45 \text{ }^{\circ}\text{С}$ і $\Delta t = 27,3 \text{ }^{\circ}\text{С}$: $\lambda = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$.

Наведені результати досліджень підтвердили положення, представлені в книгах [6], [7], [8] стосовно того, що теплозахисні властивості повітряних прошарків (у даному випадку – щілин каменів керамічних) будуть покращуватись по мірі зниження їх температури.

Другий вид досліджуваних каменів керамічних – камені керамічні крупноформатні порожнисті розмірами $250 \text{ мм} \times 380 \text{ мм} \times 240 \text{ мм}$ (рис. 2), їх середня густина – $835 \text{ кг}/\text{м}^3$, порожнистість – 46% .



Рисунок 2 – Розподіл температури по товщині другого виду каменів керамічних: 0 мм, 32 мм, ..., 380 мм – відстані від лицьової грані виробу до місця розташування термопар; 18,3 °C, 12,9 °C, ..., -20,3 °C – температури в місцях розташування термопар.

Для другого виду каменів керамічних при $t_{cp} = 2,75 \text{ }^{\circ}\text{С}$ і $\Delta t = 29,3 \text{ }^{\circ}\text{С}$: $\lambda = 0,37 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$; при $t_{cp} = -1 \text{ }^{\circ}\text{С}$ і $\Delta t = 38,6 \text{ }^{\circ}\text{С}$: $\lambda = 0,31 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С})$.

Слід враховувати, що наявність термопар в щілинах каменів керамічних та в фрагментові кладки з цегли керамічної повнотілої рядової в певній мірі змінює їх теплотехнічні властивості.

Висновки.

1. Започатковане розроблення методу досліджень теплотехнічних властивостей одиночної керамічної цегли в кліматичній камері.

2. При стандартизації методу досліджень теплотехнічних властивостей одиночної керамічної цегли та одиночних каменів керамічних у кліматичній камері доцільно:

– величину коефіцієнта теплопровідності каменів керамічних визначати при різних температурних напорах, наприклад: а) $\Delta t_k = 45^\circ\text{C}$ (температура в теплій частині камери $t_b = +20^\circ\text{C}$, температура в холодній частині камери $t_3 = -25^\circ\text{C}$); б) $\Delta t_k = 35^\circ\text{C}$ ($t_b = +20^\circ\text{C}$; $t_3 = -15^\circ\text{C}$); в) $\Delta t_k = 25^\circ\text{C}$ ($t_b = +20^\circ\text{C}$; $t_3 = -5^\circ\text{C}$); г) $\Delta t_k = 15^\circ\text{C}$ ($t_b = +20^\circ\text{C}$; $t_3 = 5^\circ\text{C}$); д) $\Delta t_k = 5^\circ\text{C}$ ($t_b = +20^\circ\text{C}$; $t_3 = 15^\circ\text{C}$);

– величину коефіцієнта теплопровідності цегли керамічної встановлювати при 2 або 3 температурних напорах;

– визначення теплотехнічних властивостей порожнистих каменів керамічних здійснювати без розташування термопар в цих порожнинах, оскільки їх наявність змінює ці показники; результати експериментів, виконаних з розміщенням термопар всередині кількох щілин використовувати лише для співставлення з даними, отриманими при цій схемі розміщення термопар;

– доповнити метод досліджень теплотехнічних властивостей одиночної цегли та одиночних каменів керамічних у кліматичній камері рекомендаціями для встановлення теплотехнічних властивостей вологих керамічних виробів (на даному етапі досліджень випробовувались попередньо висушені цегла та камені керамічні).

3. У кладці порожнини цегли та каменів керамічних в тій чи іншій мірі заповнюються будівельним розчином. Теплотехнічні властивості одиночних порожнистих керамічних виробів і цих же виробів в кладці будуть відрізнятися залежно від теплотехнічних властивостей будівельного розчину та ступені наповненості ним порожнин. Тому при порівнянні теплотехнічних властивостей одиночних повнотілих та одиночних порожнистих керамічних виробів необхідно враховувати цей факт.

4. У ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [1] в пункті „9.17.1.1 Визначення теплопровідності на великому фрагменті стіни” зазначається, що „мурування фрагмента стіни із укрупнених виробів із наскрізними пустотами розміром більше 20 мм виконують із заповненням пустот селективним утеплювачем (пористі заповнювачі, пінополістирол, пінобетон тощо) або за технологією, що виключає заповнення пустот кладковим розчином”.

Наявність утеплювача в пустотах укрупнених виробів змінює показники теплотехнічних властивостей кладки з цих виробів, що потрібно враховувати при виборі технології мурування фрагмента стіни при проведенні експерименту. Крім того, в реальній кладці (як зазначалось вище) пустоти керамічних виробів частково заповнені розчином, тому необхідно розробляти метод врахування цього чинника при виконанні теплотехнічних розрахунків.

5. У ДБН В.2.6-31:2006 [4] представлені значення теплопровідності різних видів цегляної кладки залежно від вологісних умов експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях (А чи Б). Але теплопровідність цегляної кладки залежить також і від температурних чинників. Тому при наведенні теплопровідності цегляної кладки доцільно вказувати не тільки її вологість, а також – як мінімум – її середню температуру.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN 771-1:2003, NEO). Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 84 с.

2. ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99). Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі. – К.: Держбуд України, 2001. – 21 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 84 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 66 с.
5. Експериментальний пошук шляхів визначення теплотехнічних властивостей одиночних керамічних виробів / В.В. Шульгін, Т.С. Кугаєвська, О.М. Гнатко, Є.М. Покрасенко // Науковий вісник будівництва № 64. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – С.325 – 330.
6. Малявина, Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие / Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 265 с.
7. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табуникова, В.Г Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.
8. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
9. Франчук, А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / А.У. Франчук. – 2-е изд. – М. – 1969. – 144 с.
10. Влияние технологических факторов на теплопроводность и влажностный режим кирпичных кладок наружных стен из пустотелого керамического кирпича и камня / А.И. Ананьев, В.П. Абарыков, С.А. Бегоулев, А.С. Буланый // Строительные материалы. – 2009. – № 6. – С.54 – 58.
11. Габидуллин, М.Г. Основные принципы моделирования поведения пористой керамики при эксплуатации во влажных условиях. Часть I / М.Г. Габидуллин, А.Н. Габидуллина // Строительные материалы. – 2010. – № 6. – С.62 – 65.
12. Габидуллин, М.Г. Основные принципы моделирования поведения пористой керамики при эксплуатации во влажных условиях. Часть II / М.Г. Габидуллин, А.Н. Габидуллина // Строительные материалы. – 2010. – № 11. – С.56 – 59.

Надійшло до редакції 21.03.2012
© В.В. Шульгін, Т.С. Кугаєвська

В.В. Шульгин, к.т.н., доц., Т.С. Кугаевская, к.т.н., доц.

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

**ИССЛЕДОВАНИЯ В КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ОДИНОЧНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И ФРАГМЕНТА
КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ**

В статье представлены результаты исследований в климатической камере теплотехнических свойств одиночных керамических изделий и фрагмента кирпичной кладки.

***Ключевые слова:** теплопроводность, кирпич и камни керамические, кирпичная кладка, климатическая камера, эксперимент.*

V .V. Shulgin , Ph.D., T.S. Kugayevskaya, Ph.D

Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk

**THERMAL PROPERTIES RESEARCH OF SINGLE CERAMICS AND A MASONRY
FRAGMENT IN THE CLIMATIC CHAMBER**

This article presents the results of thermal properties researches of single ceramics and a masonry fragment in the climatic chamber.

***Key words:** thermal conductivity, brick and ceramic stones, masonry, climatic chamber, experiment*