

*Г.Г. Фаренюк, д.т.н., с.н.с., директор
Державне підприємство
«Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій» (ДП НДІБК)*

*О.І. Філоненко, к.т.н., доцент
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

ТЕПЛОВІ ВПЛИВИ НА ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ЗА НЕСТАЦІОНАРНИХ УМОВ

Проведено аналіз методів дослідження теплостійкості огороджувальних конструкцій і будівель. При розрахунках складних зовнішніх огороджувальних конструкцій виникають проблеми побудови їх розрахункових схем, адекватних їх реальному температуро-вологісному режимові. При побудові розрахункових схем приймають рішення, які йдуть у запас підвищення термічних характеристик конструкцій. При динамічних розрахунках неадекватність розрахункових передумов може призвести до істотних відмінностей їх результатів від реальної роботи конструкцій, а отже, й до теплових відмов. Доведено можливість використання в сучасних проектних умовах розробок відомих науковців.

Ключові слова: *теплостійкість конструкції, теплостійкість приміщення, коефіцієнт теплопоглинання, нестационарний тепловий режим.*

*Г.Г. Фаренюк, д.т.н., с.н.с., директор
Государственное предприятие
«Государственный научно-исследовательский
институт строительных конструкций» (ГП НИИСК)*

*Е.И. Филоненко, к.т.н., доцент
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

ТЕПЛОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Проведен анализ методов исследования теплоустойчивости ограждающих конструкций и зданий. При расчетах сложных наружных ограждающих конструкций возникают проблемы построения их расчётных схем, адекватных их реальному температуро-влажностному режиму. При построении расчётных схем принимают решения, которые идут в запас повышения термических характеристик конструкций. При динамических расчётах неадекватность расчётных предпосылок может привести к существенным различиям их результатов с реальной работой конструкций, а значит, и к тепловым отказам. Доказана возможность использования в современных проектных условиях разработок известных ученых.

Ключевые слова: *теплостойкость конструкции, теплоустойчивость помещения, коэффициент теплопоглощения, нестационарный тепловой режим.*

G. Farenjuk, ScD, Director
State enterprise
«State research Institute of building constructions»" (NIISK)
O. Filonenko, PhD, Associate Professor
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THERMAL EFFECTS ON CLADDING CONSTRUCTION UNDER NON-STATIONARY CONDITIONS

Analysis the thermal stability researching methods of frame structures and buildings. At calculation of complex external enclosing structures emerge the problems of constructing their design scheme adequate to their actual temperature-humidity conditions. At dynamic calculations on the prerequisites inadequacy computational assumptions can lead to substantial differences of their results from the real work of constructions, and to the thermal failures. Proved the possibility of using in the modern designs work of famous scientists.

Keywords: heat resistance construction, heat resistance areas, the coefficient of heat absorption, non-stationary thermal regime.

Вступ. Сучасні комп'ютери та програмне забезпечення до них дозволяють розв'язувати задачі будівельної теплофізики практично будь-якої складності. Однак при розрахунках складних зовнішніх огорожувальних конструкцій виникають проблеми побудови їх розрахункових схем, адекватних їх реальному температуро-вологісному режимові. Невизначеними бувають характеристики зв'язків між елементами конструкцій, наявність теплопровідних уключень, вплив неоднорідної структури фрагментів конструкцій (наприклад, багатошарових фрагментів), динамічні характеристики параметрів внутрішнього й зовнішнього середовищ. Зазвичай у таких випадках при побудові розрахункових схем приймають рішення, які йдуть у запас підвищення термічних характеристик конструкцій. Однак при цьому залишається невизначеним їх реальний запас. При динамічних розрахунках неадекватність розрахункових передумов може призвести до істотних відмінностей їх результатів від реальної роботи конструкцій, а значить, і до теплових відмов.

Динамічні термічні характеристики є параметрами всієї споруди. Зіставлення натурних динамічних і розрахункових характеристик є найбільш зручним і точним способом перевірки адекватності тієї чи іншої розрахункової схеми конструкцій та будівлі в цілому. Тому правильно проведене дослідження динамічних характеристик і подальша уточнення розрахункових схем і методів розрахунку є найважливішими завданнями будівельної теплофізики.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. У разі нестационарної теплопередачі можливо отримати аналітичні рішення лише для простих випадків, нездатних задовольнити запити практики. Значно більше можливостей для розрахунку мають випадки теплових дій, що правильно повторюються (періодичних). Метод дослідження теплопередачі періодичних коливань крізь стіну запропонував А.М. Шкловер [1]. Зокрема, він визначив формули, які описують затухання гармонічних хвиль у огорожувальних конструкціях та коливання внутрішніх температур при періодичних теплових діях. Л.А. Семенов спростив методику А.М. Шкловера для практичних розрахунків стосовно проектування пічного опалення та ввів поняття коефіцієнта теплової інерції приміщення [2]. Теорія теплостійкості О.Е. Власова [3] ввійшла до сучасних нормативних документів [4, 5]. Системний підхід до побудови математичної моделі теплового балансу будівлі наведено у роботі [6].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. В практичних теплотехнічних розрахунках приймають рішення, які йдуть у запас підвищення термічних характеристик конструкцій. Однак при цьому залишається невизначеним їх реальний запас. Вартість теплоізоляційних матеріалів значно зросла і підвищення точності проектування теплоізоляційної оболонки збільшить економічний ефект при термомодернізації.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз існуючих методів дослідження нестационарного теплового режиму огорожувальних конструкцій і будівель та їх актуалізації відносно сучасних нормативних документів, нових рішень огорожувальних конструкцій, програмного забезпечення.

Основний матеріал і результати. Коливання сумарної температури зовнішнього повітря затухають в огороженні й відбиваються на його внутрішній поверхні. Оцінка дії сонячної радіації на огороження зводиться до визначення амплітуди коливання температури на його внутрішній поверхні або до розрахунку затухання температурних коливань в огороженні.

Питання розрахунку загасань температурних коливань повітря в зовнішньому огороженні повністю вирішене А.М. Шкловером. Використовуючи для цього гіперболічні функції комплексного змінного, він отримав точне розв'язання задачі про величину загасання температурних коливань в огороженні та в окремих його шарах, а також про зрушення фаз коливань в окремих шарах. Проводячи весь розрахунок у комплексних числах, отримуємо величину загасання коливань як модуль комплексного числа, а зрушення фаз як його аргумент. Будучи безумовно точним, цей метод не дістав широкого практичного застосування внаслідок його складності.

Коливання внутрішніх температур при періодичних теплових діях теж науковцем пропонується розраховувати комплексними числами з урахуванням теплопоглинання внутрішнім повітрям і повітрям, що надходить за рахунок повітрообміну.

Л.А. Семенов порівняв значення коефіцієнтів теплопоглинання огорожувальних конструкцій, які визначаються за точним і наближеним способами при значеннях $\alpha_{\text{вн}} = 5; 7,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ (таблиці 2, 3 [2]) для «товстих» огорожень та запропонував коригувальний коефіцієнт – 1,08.

Проведений розрахунок при $\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ згідно з додатком Е нормативного документа [4] довів можливість використання цього коефіцієнта у сучасних розрахунках (таблиця 1) при $s = 4\text{--}12 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

Таблиця 1. Визначення коефіцієнтів теплопоглинання огорожувальних конструкцій

Коефіцієнт теплосвоєння s , $\text{Вт/(м}^2\text{К)}$	Коефіцієнт теплопоглинання, $\text{Вт/(м}^2\text{К)}$			$\frac{ \bar{B} }{B}$
	\bar{B}	$ \bar{B} $	Наближене значення B	
12	$5,18 + 1,74i$	5,47	5,04	1,085
10	$4,70 + 1,79i$	5,03	4,65	1,08
8	$4,14 + 1,80i$	4,51	4,16	1,08
6	$3,43 + 1,73i$	3,84	3,55	1,08
4	$2,51 + 1,52i$	2,93	2,74	1,07
2	$1,36 + 1,03i$	1,70	1,63	1,04
1	$0,70 + 0,6i$	0,92	0,90	1,02
0,5	$0,25 + 0,24i$	0,48	0,47	1,02

За вищенаведеними методиками розраховано теплостійкість кутового приміщення з двома вікнами в зимовий період для кліматичних умов м. Київ. Під час даного розрахунку визначалася амплітуда коливань температури приміщення $A_{тв}$, °С. Результат розрахунку наведено на рисунку 1.

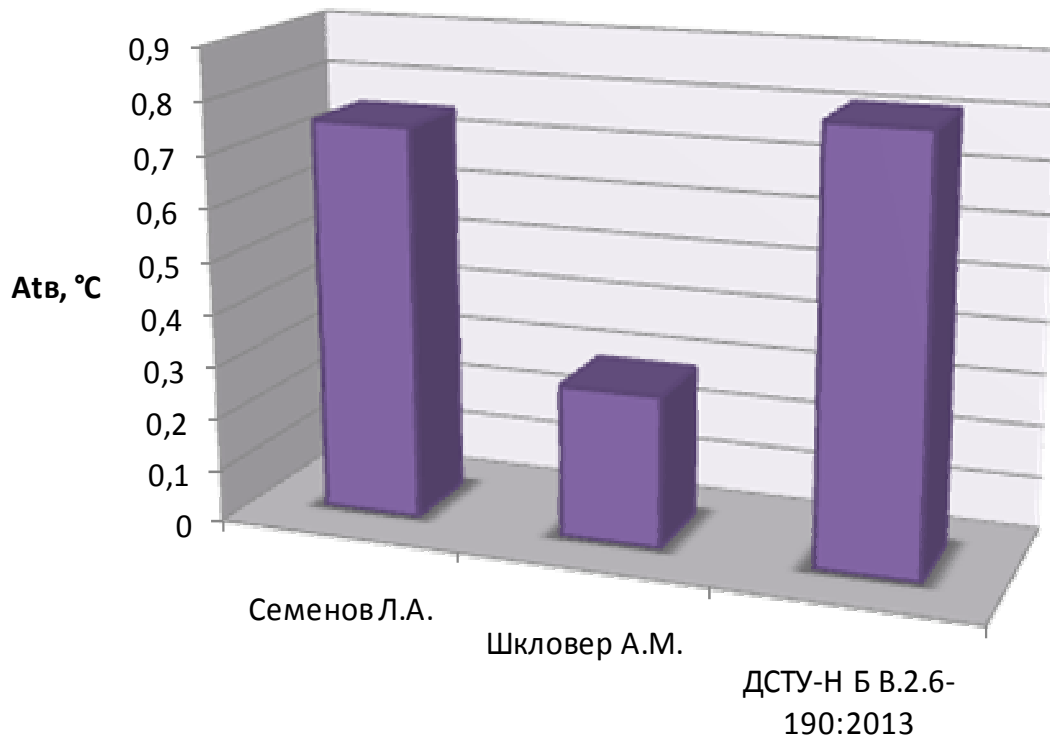


Рис. 1. Оцінка теплостійкості кутового приміщення в зимовий період різними методами

Висновки. Аналіз відомих методів розрахунку теплостійкості кутового приміщення з двома вікнами в зимовий період для кліматичних умов м. Київ (див. рис. 1) вказує на наступне:

1. Метод розрахунку теплостійкості, регламентований ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013, ґрунтується на спрощеннях, які йдуть у запас підвищення термічних характеристик конструкцій.

2. Метод розрахунку теплостійкості Л.А. Семенова розроблявся для практичних розрахунків стосовно пічного опалення. Нині при поверненні до пічного опалення та інших видів опалення періодичної дії робота науковця стає актуальною і потребує перегляду згідно із сучасними вимогами.

3. Метод розрахунку теплостійкості А.М. Шкловера дає більш точні результати, тому його доцільно використовувати в науково-технічних дослідженнях, але на теперішній час його потрібно переглянути відповідно до сучасних вимог до енергоефективності та нових конструктивних рішень огороджувальних конструкцій.

Література

1. Шкловер А.М. *Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий* / А.М. Шкловер, Б.Ф. Васильев, Ф.В. Уиков. – М.: Стройиздат, 1956. – 350 с.

2. Семенов Л.А. *Теплоустойчивость и печное отопление жилых и общественных зданий* / Л.А. Семенов. – М.: Стройиздат, 1950. – 263 с.
3. Власов О.Е. *Теплотехнический расчет ограждающих конструкций* / О.Е. Власов. – М.: Госстройиздат, 1933. – 203 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006 *Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – На заміну СНиП II-3-79; чинний з 2006-09-09.* – К.: Мінрегіон України, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 *Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвєєння огорожувальних конструкцій; чинний з 2014-01-01.* – К.: Мінрегіон України, 2014. – 48 с. – (Національний стандарт України).
6. Табуничиков Ю.А. *Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий* / Ю.А. Табуничиков, М.М. Бродач. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
7. *UNE-EN ISO 13786:2011 Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods (ISO 13786:2007) – 27 с.*

© Г.Г. Фаренюк, О.І. Філоненко
Надійшла до редакції 28.05.2015