

УДК 69.022/026

А. Н. ПРИЩЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ЛАБОРАТОРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ВЕРХНЕГО СТЫКА ОКНА С КИРПИЧНОЙ СТЕНОЙ

Проектирование наружных стен из кирпичной кладки за последние годы претерпело существенное концептуальное изменение. Оно касается значительного увеличения требований к сопротивлению теплопередаче и в связи с этим появления фасадной теплоизоляции наружных стен. Наиболее распространенной является система с тонкослойной штукатуркой. Однако если по плоскости стены можно достичь требуемых параметров теплозащиты, то стык окна со стеной требует конструктивного совершенствования. В кирпичной кладке наружных стен неизменным до сих пор остается решение проемов. Устраиваемые в таких случаях четверти в современном понимании являются усложняющим возведение стен процессом. Кроме того, при новом решении внешней теплоизоляции четверть продолжает выступать в качестве мостика холода. Дополнительно утеплить это место не удастся, поскольку с внешней стороны может располагаться только минимальный по толщине слой утеплителя. Решение этой проблемы предложено автором в виде нового конструктивного решения проема. По внешнему контуру вместо четверти предлагается устраивать специальные углубления. Эти углубления служат для размещения в них дополнительного слоя утеплителя. На основании численного моделирования проанализированы температурные поля в узлом соединении стены с верхом оконного проема из ПВХ-профиля. Достоверность теоретических расчетов утепления стыков проверена на основании лабораторных испытаний в климатической камере.

климатическая камера, лабораторные испытания, численное моделирование, температурное поле

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Стык окна с наружной стеной из кирпичной кладки при наличии четвертей является наиболее ответственным в теплотехническом отношении местом. Применение фасадной теплоизоляции с тонкослойной штукатуркой ненамного улучшает теплозащитные свойства этой части конструкции, поскольку четверть продолжает выступать в качестве своеобразного мостика холода. Это связано с незначительностью конструктивного зазора, в котором можно расположить дополнительный слой утеплителя. Изменить данную ситуацию может новое конструктивное решение оконного проема, в котором вместо четверти по внешнему контуру устраивается специальное углубление. Это углубление предназначено для размещения в нем дополнительного слоя утеплителя. На данное конструктивное решение получено положительное заключение и патент Украины [1, 2]. Сравнение температурных полей традиционного и нового решения [3] показали повышение температур на внутренней поверхности откоса. Проверка и подтверждение полученных теоретических данных требует экспериментальной проверки, что и является целью данного исследования.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Лабораторные испытания предполагается выполнить в климатической камере. В лаборатории испытаний строительных конструкций ДонНАСА имеется опыт подобных исследований по изучению образования обледенения на проводах линий электропередач. Отличительной особенностью данного исследования является создание стационарных условий расчетных параметров микроклимата, моделирующих внутренние и наружные параметры воздушной среды. Для этих целей должен выдерживаться временной цикл выхода на температурные показатели не только воздушной среды, но и температур внутри испытываемого ограждения. В данном исследовании отрабатывалась методика

© А. Н. Прищенко, 2014

испытания, что явилось своеобразным тестированием инженерного оборудования камеры и ее приборного обеспечения.

Климатическая камера, внешний вид которой представлен на рис. 1а, имеет три помещения (отсека). В холодном отсеке установлены охлаждающие батареи.

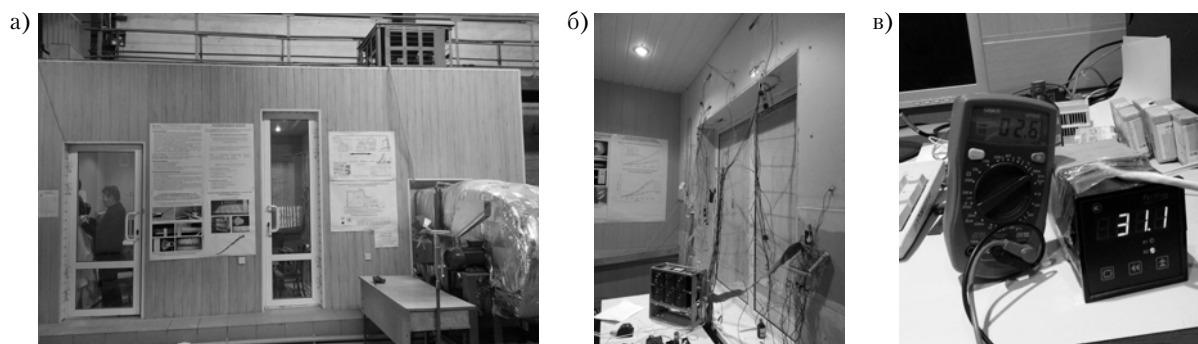


Рисунок 1 – Климатическая камера ДонНАСА: а) внешний вид, б) расположение датчиков на исследуемом ограждении с блоком автоматического сбора информации, в) приборы ручного сбора данных.

На крыше камеры расположено холодильное оборудование с режимом автоматической поддержки температур в пределах от 0 до -40 °С и пультом управления холодильной установкой и регулятором температур. Через трубопроводы хладагента осуществляется подача холода.

Равномерный режим теплообмена поддерживается за счет вентилятора, работающего в автоматическом режиме. С помощью датчика регулирования температуры воздуха, датчика контроля температуры и датчика контроля влажности в холодном отсеке поддерживаются расчетные условия, имитирующие наружный воздух.

В среднем теплом отсеке размещаются два нагревателя и пароувлажнитель воздуха. Датчик регулирования влажности воздуха и датчик регулирования температуры воздуха теплого отсека предназначены для поддержки характеристик воздуха на уровне расчетных значений. Указанные отсеки разделяются исследуемой ограждающей конструкцией, показанной на рис. 1б. На этом рисунке показаны датчики измерения температур и тепловых потоков, а также блок автоматического сбора данных.

В третьем отсеке располагается приборное отделение, куда на персональный компьютер поступает вся информация. Для проведения тепловых испытаний в лабораторных условиях могут применяться испытательное оборудование и способы измерительной техники, перечень которых приведен в приложении А нормативного документа ДСТУ Б В.2.6-101 [4]. В данных измерениях температур использовались современные датчики ТЕРА ТСМ 2-8-50М-В-3-200-МЕ с диапазоном измерения температур от -50 до 180 °С согласно ДСТУ 2857 (ГОСТ 6616). Ошибка измерений датчика составляет 0,1 К. Принято две разновидности датчиков: цилиндрические для измерения температур воздуха и точек внутри ограждающей конструкции; в виде параллелепипедов для фиксации температур на поверхностях.

В испытаниях применялось одновременное фиксирование (дублирование) данных в ручном режиме с использованием (рис. 1в) прибора для измерения температур и влажности И2 ДВТ и милливольтметра УТ33С согласно ГОСТ 8711-93 для съема данных тепломеров в соответствии с ДСТУ 2858 (ГОСТ 6651). Приборы имеют заводскую поверку и достаточную точность измерений. Точность определения температур составляла 1 К, относительная влажность измерялась с точностью, не превышающей 5 %, а напряжения для определения тепловых потоков – не более 1 мВ.

Методика проведения испытаний основывается на ДСТУ Б В.2.6-101 [4]. На рис. 2 показаны схемы расположения точек замеров температур в новом конструктивном решении (а) и в традиционном (б) с четвертью в оконном проеме. Принята железобетонная перемычка сечением 120×140 мм, что позволяет предполагать большие теплотери через этот стык в сравнении, например, с перемычкой 120×70 мм. Фасадная теплоизоляция выполнялась согласно [5–9], а толщина утеплителя принималась в соответствии с требованиями [10].

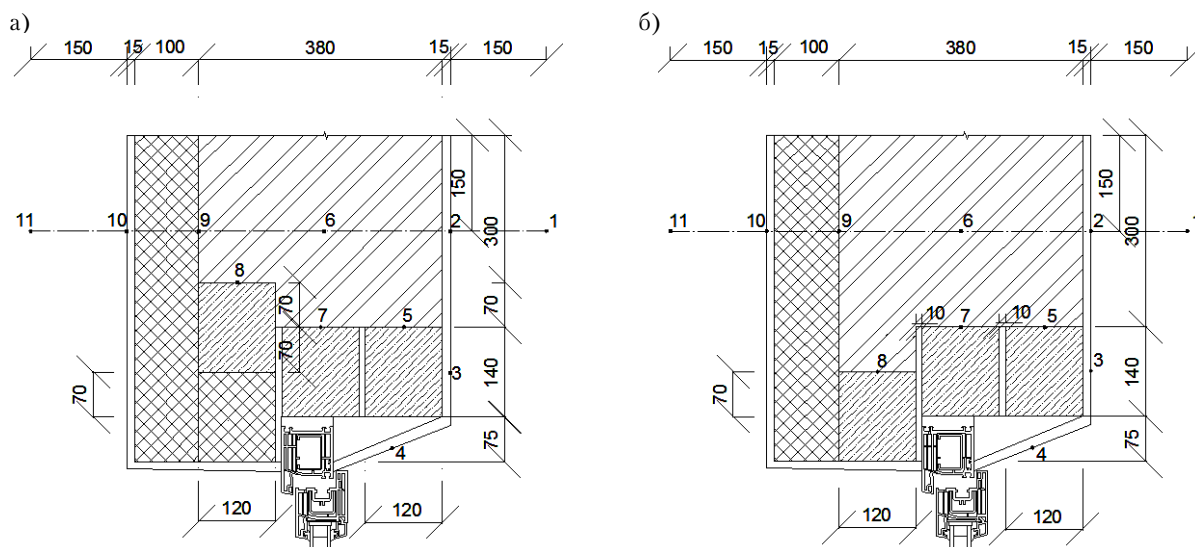


Рисунок 2 – Схема расположения точек замеров: а) стык без четверти, б) с четвертью.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице приведены результаты теоретического расчета и экспериментальных измерений температур в исследованных точках.

Таблица – Теоретические и экспериментальные значения температур в исследованных точках

№№ точки	Значения температур в точках измерения при толщине утеплителя, м, в стыке							
	0,10				0,15			
	без четверти		с четвертью		без четверти		с четвертью	
	теория	экспер.	теория	экспер.	теория	экспер.	теория	экспер.
1	20,0	20,6	20,0	20,6	20,0	22,4	20,0	22,4
2	17,5	17,2	15,2	16,1	17,9	19,6	15,5	17,2
3	17,1	16,8	13,8	14,6	17,5	19,3	14,1	16,3
4	17,2	15,8	14,1	14,4	17,6	18,1	14,3	15,5
5	14,4	15,0	8,1	8,3	15,1	15,6	8,5	9,6
6	12,1	13,0	5,4	5,8	13,4	14,1	6,2	7,2
7	11,1	12,0	0,9	1,3	12,3	13,1	1,7	2,5
8	7,7	9,1	-9,2	-7,3	10,4	11,5	-7,5	-5,7
9	6,3	7,9	-2,1	-2,1	9,0	10,3	-0,2	2,2
10	-32,0	-32,2	-32,2	-32,3	-32,3	-31,4	-32,5	-31,8
11	-33,0	-32,5	-32,0	-32,5	-33,0	-32,0	-33,0	-32,2

На рис. 3 показан пример графика (для толщины утеплителя 150 мм проема без четверти и с четвертью) изменения температур в точках, значения которых получены расчетным и экспериментальным способами.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований выявила достоверность полученных результатов наблюдений с ошибкой не более 5 % при вероятности 0,95.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальные исследования подтвердили теоретические значения распределения температур в исследованных сечениях с точность не более 5 %.

2. Внутри ограждения (точки 5–9) наблюдается значительное, на 6...16 °С, увеличение температур, возрастает аккумулирующая способность кирпичной кладки.

3. Применение дополнительного утепления в конструктивном решении проема без четверти увеличивает температуры на внутренней поверхности стены у стыка окна со стеной теоретически на 2,3...3,4 °С, а экспериментально на 1,1...3,0 °С, по сравнению с традиционным решением. Тем самым



Рисунок 3 – Теоретические и экспериментальные значения температур в исследованных точках, утеплитель толщиной 150 мм.

исключается возможность образования конденсата особенно в случаях увеличения относительной влажности воздуха при нарушенном воздухообмене в помещениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 62467 Україна, МПК (2006) E06B 1/04 (2006.01). Спосіб влаштування прорізу в стіні з поглибленням з зовнішнього боку [Текст] / заявники Прищенко М. Г., Тимофеев М. В., Прищенко А. М., власники патенту Прищенко М. Г., Тимофеев М. В., Прищенко А. М. – № у 201102368 ; дата подання 28.02.2011 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16.
2. Прищенко, Н. Г. Способ устройства проема в наружной стене с углублением с внешней стороны [Текст] / Н. Г. Прищенко, Н. В. Тимофеев, А. Н. Прищенко // Современные проблемы строительства : Ежегодный научно-технический сборник. – Донецк : ДП «Донецкий Промстройинипроект», 2011. – Вып. 2011-14 : Проектирование и строительство. – С. 28–32.
3. Боклаг, С. М. Численное моделирование узлов утепления наружных стен [Текст] / С. М. Боклаг, А. И. Петунина // Сб. науч. докладов II Межд. научно-практ. конф. «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях» / Моск. гос. строит. ун-т [и др.]. – М. : МГСУ, 2010. – С. 51–53.
4. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Будинки і споруди. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій [Текст]. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 83 с. – (Національний стандарт України).
5. ДБН В 2.6-33:2008. Конструкції будівель і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, влаштування та експлуатації [Текст]. – [Чинні від 2009-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 24 с. – (Національний стандарт України).
6. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні умови [Текст]. – [Чинний від 2009-06-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 18 с. – (Національний стандарт України).
7. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови [Текст]. – [Чинний від 2009-06-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 25 с. – (Національний стандарт України).
8. ДСТУ Н-Б В.2.6-149:2010. Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування і влаштування вікон та дверей [Текст]. – [Чинний від 2011-06-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 25 с. – (Національний стандарт України).
9. Альбом теплових характеристик технічних рішень вузлів примикання віконних та дверних конструкцій із профілів системи «Rehau» / Под ред. ТОВ «Рехау». – К. : ДП «НДІБК», ТОВ «Рехау», 2007. – 110 с.
10. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель [Текст]. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Держбуд України, 2006. – 71 с. – (Національний стандарт України).

Получено 24.01.2014

А. М. ПРИЩЕНКО
ЛАБОРАТОРНІ ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ВЕРХНЬОГО СТИКУ
ВІКНА З ЦЕГЛЯНОЮ СТІНОЮ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Проектування зовнішніх стін з цегляної кладки за останні роки зазнало суттєвої концептуальної зміни. Вона стосується значного збільшення вимог до опору теплопередачі і у зв'язку з цим появи фасадної теплоізоляції зовнішніх стін. Найбільш поширеною є система з тонкошаровою штукатуркою. Однак якщо по площині стіни можна досягти необхідних параметрів теплозахисту, то стик вікна зі стіною вимагає конструктивного вдосконалення. В цегляній кладці зовнішніх стін незмінним досі залишається рішення прорізів. Влаштовані у таких випадках чверті в сучасному розумінні є процесом, що ускладнює зведення стін. Крім того, при новому рішенні зовнішньої теплоізоляції чверть продовжує виступати як місток холоду. Додатково утеплити це місце не вдається, оскільки з зовнішньої сторони може розташуватися тільки мінімальний за товщиною шар утеплювача. Розв'язання цієї проблеми запропоновано автором у вигляді нового конструктивного рішення отвору. По зовнішньому контуру замість чверті пропонується влаштовувати спеціальні поглиблення. Ці поглиблення служать для розміщення в них додаткового шару утеплювача. На підставі чисельного моделювання проаналізовано температурні поля у вузловому з'єднанні стіни з верхом віконного отвору з ПВХ-профілю. Достовірність теоретичних розрахунків утеплення стиків перевірена на підставі лабораторних випробувань у кліматичній камері.

кліматична камера, лабораторні випробування, чисельне моделювання, температурне поле

ANDRIJ PRISHENKO
HEAT ENGINEERING LABORATORY TESTS OF THE UPPER JUNCTION BOX
WITH A BRICK WALL

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The design of the exterior walls made of brick masonry in recent years has undergone significant conceptual change. It concerns a significant increase of requirements to the resistance and, in this regard, the emergence of facade insulation of external walls. The most common is the system with thin-layer plaster. If, however, on the plane of a wall it is possible to achieve the required parameters of the thermal insulation, the junction box to the wall requires a design improvement. In a bricklaying of the external walls unchanged to this day remains the decision of the openings. Arranged in such cases quarters in the modern sense are complicating the construction of the walls of the process. Additionally, when a new solution to external insulation quarter continues to act as a cold bridge. Further insulation of course is not possible, because from the external party can be only the minimum thickness of the insulating layer. The solution of this problem proposed by the author in the form of a new constructive decisions of the opening. At the external contour instead quarter is proposed to hold a special recess. These pits are used for placement of an additional layer of insulation. On the basis of numerical modeling analyzed the temperature field in the node connection wall with the top of a window aperture of PVC-profile. The reliability of theoretical calculations insulation joints tested on the basis of laboratory tests in climate chambers.

climatic chamber, laboratory testing, the numerical modeling of the temperature field

Прищенко Андрій Миколайович – магістр, асистент кафедри архітектури промислових і цивільних будівель Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: будівельна теплофізика, акустика, енергоефективність будівель.

Прищенко Андрей Николаевич – магістр, асистент кафедри архитектуры промышленных и гражданских зданий Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: строительная теплофизика, энергоэффективность зданий.

Prishenko Andriy – master, the assistant, Architecture of Industrial and Civil Buildings Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of method of tests of structural elements of buildings.