

УДК 699.86:692.237



Г. Т. КАСЫМОВА

«Энергосбережение, энергоэффективность и экология» НИИЭЭ,
г. Бишкек, Кыргызская Республика
e-mail: gulsara.kasimova@gmail.com

G.T. KASYMOVA

«Energysaving, energy efficiency and ecology» of SRIEE,
Bishkek, Kyrgyz Republic

А.М. АБДЫЛДАЕВА

КГУСТА им. Н. Исанова,
г. Бишкек, Кыргызская Республика
e-mail: aabdylдаeva@rambler.ru

A.M. ABDYLDAEVA

KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic

E.mail. ksucta@elcat.kg

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ КАЧЕСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАНЕЛЬНЫХ И КИРПИЧНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

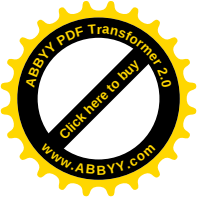
INVESTIGATION INTO THERMAL PROTECTION QUALITIES OF PANEL AND BRICK CONSTRUCTIONS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Илимий изилдөө иши Бишкек шаарынын климаттык табигый шарттарында турак жай имараттарынын сырткы тосмолорунун жана алардын кошулган жерлеринин жылуулук коргоо сапаттарына изилдөө жүргүзүлгөн. Панель жана кыш тосмолордун кошулган жерлеринин жылуулук-физикалык мүнөздөмөлөрүн текшерүү ыкмасы тандалган. Орнотулган түзүмдөрдө эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлгөн. Сырткы тосмонун жана алардын кошулган жеринин эксперименталдык участкторунда жылуулук физикалык мүнөздөмөлөрүнүн талдоосу жүргүзүлгөн. Бишкек шаарындагы климаттык шарттарында курама курулмаларды куруусун нөркүндөтүү үчүн сунуштар даярдалган.

Өзөктүү сөздөр: тосуучу конструкциялардын жылуулук сактоо сапаты, микроклимат, бирикменин байланыштары, температура, нымдуулук режим, эксперименттик орнотуу.

Научно-исследовательская работа посвящена изучению теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций и стыковых соединений жилых зданий в натурных условиях при климатических воздействиях в г. Бишкек. Выбрана методика испытания по определению теплофизических характеристик стыковых соединений в панельных и кирпичных ограждениях. Проведены экспериментальные испытания на разработанной установке. По полученным результатам проведен анализ теплофизических характеристик экспериментальных участков стыковых соединений ограждающих конструкций. Подготовлены рекомендации по дальнейшему усовершенствованию стыковых соединений при строительстве из панельных конструкций для климатических условий г. Бишкек.

Ключевые слова: теплозащитные качества ограждающих конструкций, микроклимата, стыковые соединения, температурно-влажностный режим, экспериментальная установка.



Scientific research work is devoted for studying of thermo protection qualities of external encloses and connections elements of residential buildings in climatic conditions of Bishkek. The method for definition of thermo physical characteristics of connections elements in panel and brick constructions was chosen. Experimental tests of the developed installation were conducted. Based on received results the analysis of thermo physical characteristics of experimental sites of connections elements was carried out. Recommendations for the further improvement of connections elements in panel buildings designs in climatic conditions of Bishkek are prepared.

Keywords: *thermal protection qualities of building envelope, microclimate, connections elements, temperature and humidity regimes, experimental installation.*

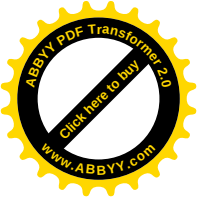
Проблема обеспечения комфортных условий в помещениях существующих жилых зданий связана с режимом работы систем кондиционирования микроклимата (далее – СКМ). Одним из элементов СКМ являются наружные ограждающие конструкции, защищающие помещения от наружных климатических воздействий.

На сегодняшний день при проектировании и строительстве жилых зданий для обеспечения параметров микроклимата в пределах, нормируемых СНиПом [1] к ограждающим конструкциям предъявляются требования по теплозащитным свойствам конструкции. Результаты натурных экспериментальных исследований [2, 3] показали, что процессы передачи теплоты через наружные ограждения являются нестационарными, поскольку имеются наружные тепловые воздействия на них в виде теплоты окружающей среды и поступающей солнечной радиации [3, 4]. К тому же, внутренние тепловые воздействия на ограждающие конструкции изменяются по часам суток, что приводит к нестационарным процессам теплообмена на их внутренней поверхности. Следует также отметить, что стыки панелей являются участками ограждений, где интенсивность передачи теплоты выше, чем на основной зоны поверхности ограждения. Автор работы [5] предложил классификацию тепловых мостов как конструктивные, архитектурные и эксплуатационные. Рассматриваемые стыки ограждений в момент качественного завершения строительства можно отнести к конструктивным тепловым мостам. В последующем, под действием температурных и сейсмических деформаций, которые приводят на практике различным смещениям соответствующих участков длины стыка, конструктивный тепловой мост дополнительно приобретает и свойства эксплуатационного теплового моста. Таким же последствием приводит ухудшение первоначальных теплотехнических свойств уплотнителей стыков. Расчет теплозащитных качеств ограждений сводится к рассмотрению сравнительно простых стационарных температурных полей и режимов теплопередачи конструкций [6, 7].

Исследования и испытания наружных конструкций при изучении теплозащитных качеств ограждений и их стыковых соединений наружных стен, возведенных как из железобетонных панелей и мелкоштучных элементов как кирпич при нестационарных воздействиях наружного климата в условиях Кыргызской Республики являются актуальными [8, 9].

Теплозащитные качества конструкций зданий, построенных в 50-90-е года прошлого века показали, что ограждающие конструкции не удовлетворяют значениям, которые предусмотрены нормативными документами, в результате чего происходит промерзание стен, выпадение конденсата не только в стыковых соединениях, но и по глади стены и другие явления. При оценке теплозащитных качеств ограждений исходят из требования о недопустимости выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждения в холодный период времени и определения теплоустойчивости, а также температурного режима помещений в летних условиях. Исследования теплозащитных качеств стыковых соединений показали, что устраиваемые стыковые соединения, как правило, не обеспечивают достаточную герметичность [10, 11].

Расчеты температуры на внутренней поверхности стыка обычно производятся по методике [12], а решение двумерного температурного поля в зоне стыка возможно провести на основании натурных испытаний. В ходе испытаний определяется температура на внутренней поверхности стыкового соединения в зимний период времени, которая



сравнивается с температурой точки росы, полученная при расчетных значениях температуры и относительной влажности воздуха помещения.

В данной работе проведены исследования теплового режима конструкций и их теплозащитных качеств при нестационарных климатических воздействиях г. Бишкек [13].

Целью проведения исследований являлась проверка теплозащитных стыковых соединений панельных и кирпичных жилых домов, а также в лабораторном корпусе института в г. Бишкек на основе натурных испытаний для различных сезонов года.

Для осуществления выше поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проведение патентного исследования с целью выбора методики испытания по определению теплофизических характеристик стыковых соединений панельных и кирпичных ограждений в натурных условиях;
- создание экспериментальной установки по определению теплозащитных характеристик наружных ограждений;
- проведение испытаний по определению теплофизических характеристик стыковых соединений наружных ограждений для условий в г. Бишкек в натурных условиях;
- обработка экспериментальных данных и сравнение полученных в ходе испытаний данных по теплозащитным качествам наружных панельных и кирпичных стен для наружных ограждений, с нормативными значениями, рекомендуемыми СНиП [1].

Проведенный патентный поиск по методикам определения теплозащитных качеств ограждающих конструкций показал, что для определения теплозащитных качеств стыковых соединений ограждений панельных и кирпичных домов приемлемо использовать методику [13].

Экспериментальная установка для определения теплозащитных свойств ограждающих конструкций включает приборы и термодатчики, позволяющие измерить значения:

- температур на внутренней и наружной поверхностях ограждений;
- тепловых потоков, проходящие через ограждения;
- температур и влажности внутреннего воздуха;
- температур и влажности наружного воздуха;
- скорости направления ветра;
- суммарного солнечного облучения наружной поверхности ограждений.

Общий вид и схема экспериментальной установки представлены на рис. 1 и 2.

Для измерения значений температур на поверхности ограждающих конструкций применялись хромель-копелевые термопары типа ТКК. При непрерывной автоматической записи хромель-копелевые термопары присоединялись к многоточечному самопишущему потенциометру типа КСП-4.

Для измерения тепловых потоков использовались тепломеры, которые через переключатель присоединялись к измерительному прибору-вольтметру В7-21А.

Для определения сопротивления теплопередаче стеновых панелей в зимних условиях, а также теплоустойчивости и температурного режима помещений в летних условиях, термодатчики и тепломеры устанавливались по двум сечениям стен, например на глухой торцевой панели и панели с окном. Сечения размещались по возможности на расстоянии от стыков и оконных стыков и вне зоны теплопроводных включений.

Термодатчики для измерения температуры на наружной поверхности ограждения экранированы колпачками от воздействия солнечной радиации. Термодатчики были вплотную прикреплены к поверхности ограждений гипсом. Слой гипса, которым покрыт термодатчик, не превышал более 2 мм.

Для измерения температуры воздуха применялись поверенные ртутные термометры с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$ с диапазоном температур от -50°C до $+100^{\circ}\text{C}$. Влажность воздуха измерялась аспирационным психрометром типа МВ-4. В исследуемом помещении аспирационный психрометр установлен на высоте 150 см от пола и замеры проведены через каждые 6 ч. Кроме того, велась непрерывная запись значений температуры и влажности внутреннего воздуха при помощи термографа и гигрографа

(недельных), устанавливаемых также на высоте 150 см от поверхности пола; показания самописцев контролировались аспирационным психрометром.

Скорость и направление ветра измерялись на территории объекта 4 раза в сутки с помощью анемометра МС-13 на расстоянии от 1,5 до 2 м по высоте здания от отметки земли. При плотной многоэтажной застройке параметры ветра измерены в середине между ближайшими зданиями. Результаты измерения сопоставлены с данными метеостанции.

Интенсивность суммарного солнечного облучения проверяемой стены и отраженной от ограждения солнечной радиации измерялись пиранометром универсальным термоэлектрическим М-80 М, приемная головка которого установлена в незатененном месте параллельно плоскости стены.

Аттестация экспериментальной установки для натурных испытаний теплозащитных качеств ограждающих конструкций, выполненная лабораторией «Строительная теплофизика» проводилась сотрудниками Госстандарта на основании Методики, разработанной в соответствии с требованиями [14,15]. Методика распространялась на установку для натурных исследований теплозащитных свойств ограждающих конструкций и определяла методы и средства ее первичной и периодической аттестации.



Рис. 1. Общий вид установки по определению теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций ; а – расположение термодатчиков и измерительный блок на внутренней поверхности ограждающей конструкции; б – расположение термопар на наружной поверхности ограждения и их экранирование.

Все средства измерений, применяемые при выполнении процедуры аттестации и входящие в комплект установки были поверены в соответствии с требованиями [16]. При внешнем осмотре установлено, что средства измерений и термодатчики входящие в комплект экспериментальной установки метрологически пригодны, были поверены и аттестованы (паспорта на средства измерений имеются). Приспособления для экранирования термодатчиков при исследованиях наружных поверхностей ограждений конструкций были установлены. Была проведена предварительная апробация, результаты которой показали, что экспериментальная установка функционирует.

Экспериментальные исследования теплозащитных качеств наружных ограждений, стыковых соединений проводились в зимних и летних условиях в помещении лабораторного корпуса, стены которого возведены из кирпича, а также в панельном жилом доме микрорайона «Кок-Джар». Вертикальный стык панельного ограждения (рис.3) представляет собой железобетонный шпоночный тип соединения, в котором

сдвигающие усилия воспринимаются бетонными шпонками и арматурными связями в виде петель или сварных выпусков закрытого типа.

Наружное ограждение панельного жилого дома серии №105 представляет двухслойную конструкцию. Наружный слой выполнен из керамзитобетона с плотностью 900 кг/м^3 и имеет толщину 200 мм, а второй слой выполнен из тяжелого бетона плотностью $\gamma = 2400 \text{ кг/м}^3$, при этом толщина $\delta = 100 \text{ мм}$. В полость шпоночных выступов, через их отверстие вставляется вертикальный стержень на всю высоту здания и замоноличивается тяжелым бетоном. Стыки наружных стен закрытого типа утепляются пенополистиролом и герметизируются мастикой.

Экспериментальные натурные испытания по проверке теплозащитных свойств стыковых соединений кирпичного и панельного зданий в зимний период года проводились в течение 15-ти дней января и 5-ти дней февраля месяца, а в летний период в течение 15-ти дней июля месяца.

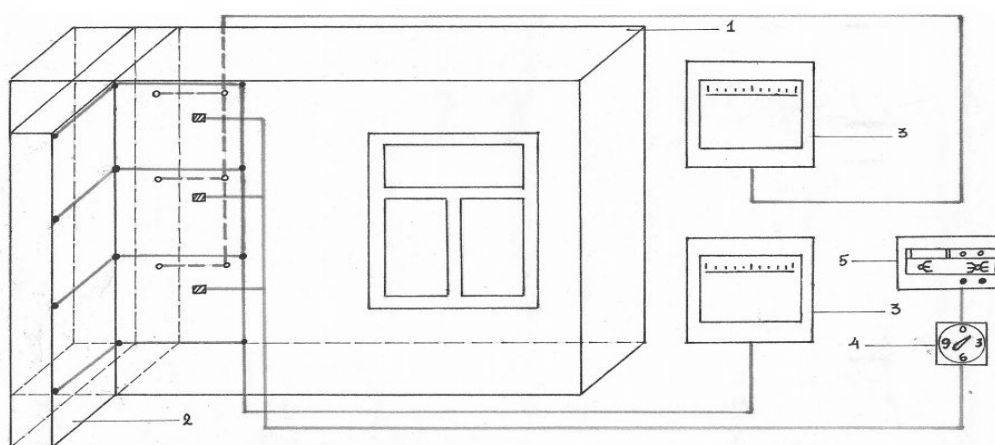


Рис.2. Схема размещения термодатчиков на поверхностях ограждений при определении теплозащитных качеств зданий. ● - термодатчики на внутренней поверхности стены; ○ – термодатчики на наружной поверхности стены; 1 – наружная стена; 2 – внутренняя перегородка 3 – потенциометр КПП; 4 – переключатель МГМ-10 М
■ - тепломеры; 5 – цифровой вольтметр В7-21А

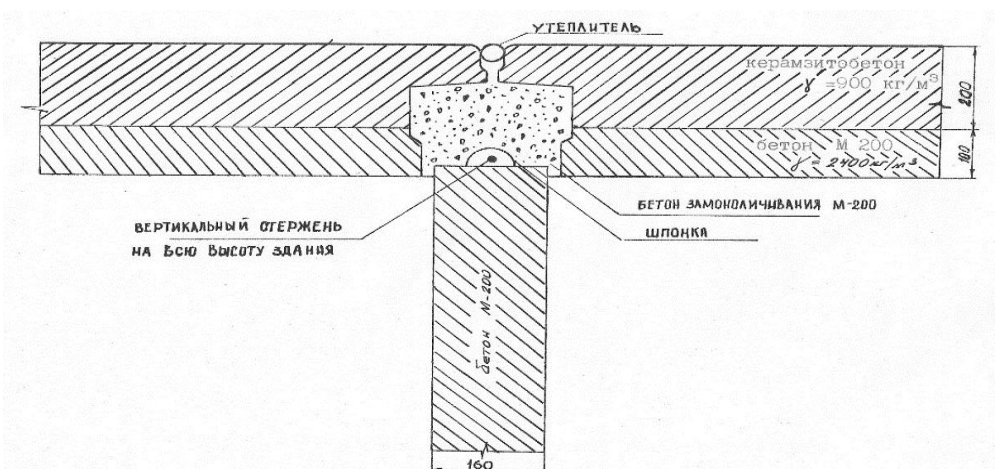
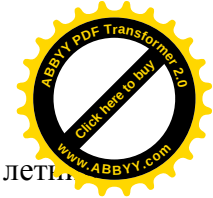
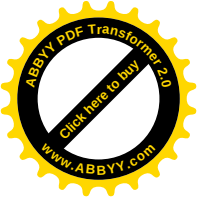


Рис. 3. Вертикальный железобетонный шпоночный закрытого типа стык наружного ограждения панельного жилого дома серии 105 г. Бишкек



Испытания теплозащитных качеств наружных ограждений проводились в летний период времени при двух условиях - при закрытых дверях и окнах, круглосуточно закрытых и защищенных снаружи солнцезащитными устройствами, а также при максимально возможной воздухоизоляции для определения теплоустойчивости конструкции. В отличие от зимнего периода, установка тепломеров при проведении испытаний в летний период не требуется. При проверке теплозащитных качеств ограждающих конструкций кирпичных и панельных стен в летних условиях были измерены: температуры на внутренних и наружных поверхностях; температуры наружного и внутреннего воздуха; скорость и направление ветра; суммарное солнечное облучение и альбедо поверхности.

Параметры наружного воздуха как температура t_n , °C, и относительная влажность ϕ , %, суммарная солнечная радиация Q , кВт/м² и альбедо α , кВт/м² также были получены по данным метеостанции г. Бишкек и сравнены с измеренными.

Расчеты данных экспериментальных испытаний сводились к нахождению экспериментального значения величины затухания колебаний условной температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции $V_{t.n. усл}^{эксп}$ и сравнения полученной величины с $V^{расч}$ расчетной и $V^{доп}$ допустимой.

При проверке теплозащитных качеств ограждающих конструкций в летних условиях были определены экспериментальное значение величины затухания колебаний условной температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции для кирпичного и панельного здания. Экспериментальное значение сопоставили с соответствующим расчетными требуемыми значениями.

На рис. 4 показан характерный для зимнего периода суточный ход температуры на внутренней и внешней поверхностях наружной стены кирпичного здания в течении 2-х суток января месяца за период наблюдения, полученных в ходе экспериментальных испытаний.

На рис. 5 представлена динамика тепловых потоков на внутренней поверхности кирпичной ограждающей конструкции здания в зимний период, полученные в ходе эксперимента в течении 2-х суток января месяца.

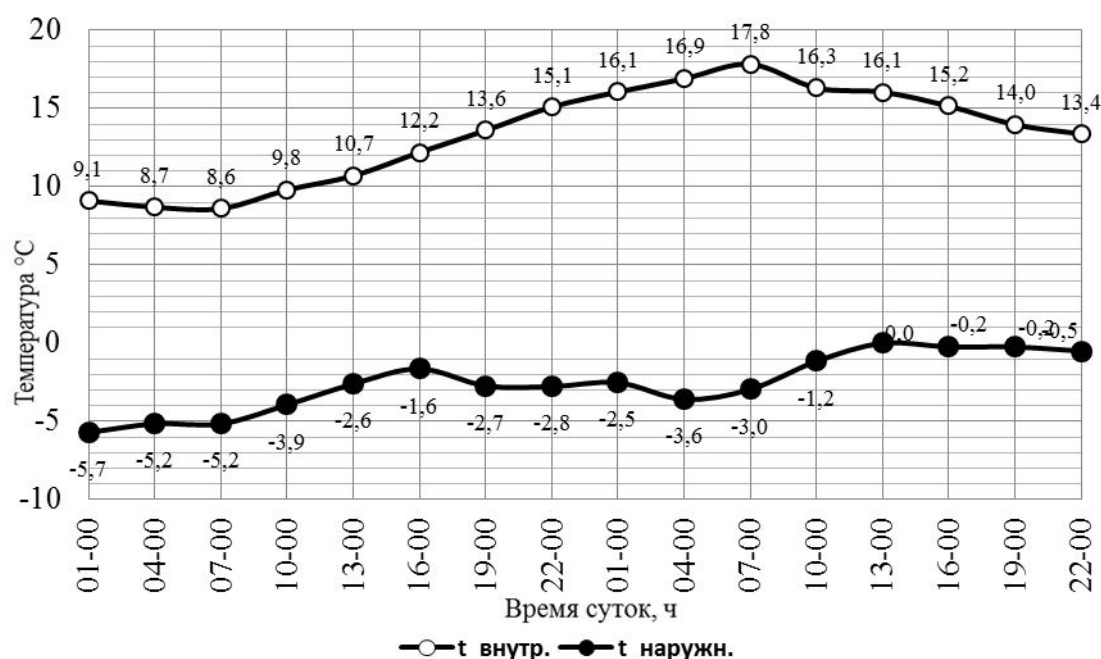


Рис.4. Суточный ход температуры на внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции кирпичного здания в зимний период времени

Для определения теплозащитных качеств ограждающих конструкций кирпичных и панельных зданий и их стыков в зимних условиях были определены фактические расчетные значения сопротивления теплопередаче ограждающей R_k для кирпичной и панельной наружной стены при полученных за период наблюдения в ходе натурных исследований фактических экспериментальных данных $t_e, t_n, Q_{изм}, RT, \tau_e, \tau_n$.

Фактические расчетные значения сопротивления теплопередаче $R_o^{расч}$ ограждающих конструкций сопоставлены с требуемыми величинами $R_o^{мп}$ для соответствующих ограждающих конструкций. Для определения выпадения конденсата в месте расположения стыка для кирпичного и панельного ограждения необходимо определить температуру на внутренней поверхности ограждения. По методике приведенной в [4] были рассчитаны температуры на внутренней поверхности стыка как для кирпичного здания, так и для панельного с учетом их конструктивных слоев. Температура внутренней поверхности экспериментальных ограждений сопоставляется с температурой точки росы t_p при расчетной внутренней температуре t_e и относительной влажности воздуха ϕ_e , согласно [7]. При расчетной температуре t_e и относительной влажности ϕ внутреннего воздуха определена температура точки росы.

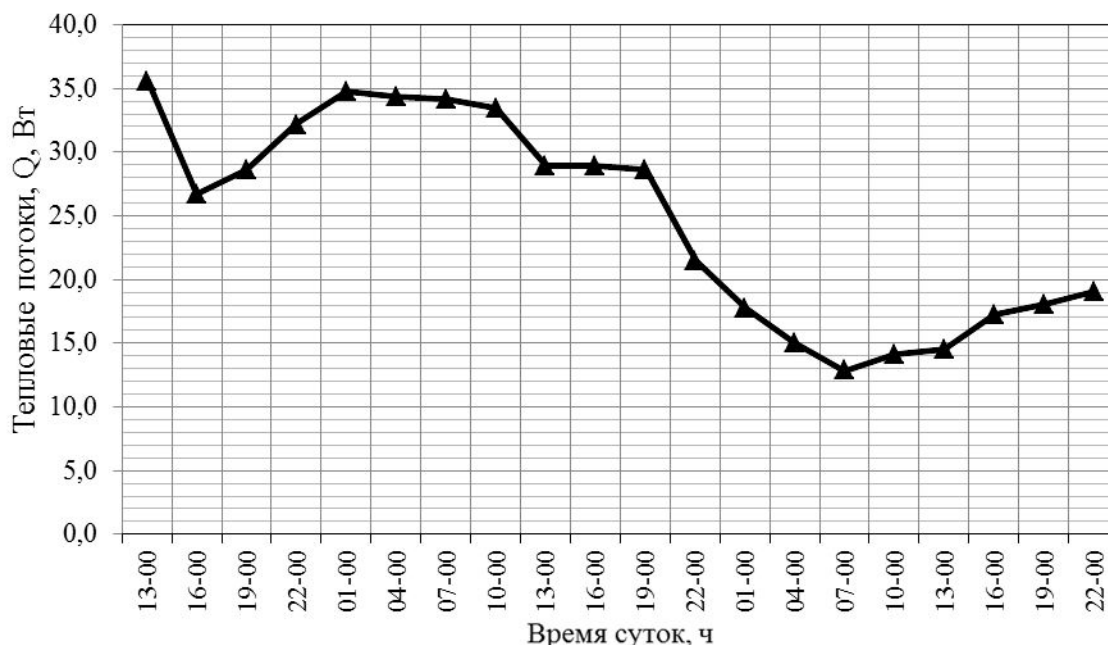
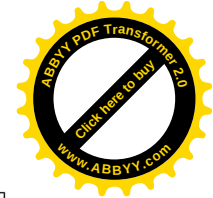
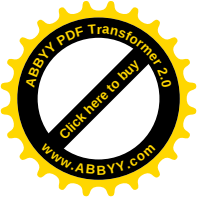


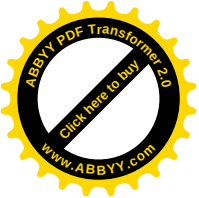
Рис.5. Динамика тепловых потоков на внутренней поверхности кирпичной ограждающей конструкции здания в зимний период, полученные в ходе эксперимента

Результатами исследования теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций и их стыковых соединений при воздействии комплексных параметров наружной и внутренней среды для различных сезонов времени явились:

1. Выбор методики для оценки теплозащитных качеств наружных ограждений в натурных условиях.
2. Проведение натурных исследований с помощью экспериментальной установки по проверке теплозащитных качеств ограждающих конструкций и их стыковых соединений из различных строительных материалов при внутренних и внешних параметрах наружного воздуха в разные периоды года;
3. В стыковых соединениях исследуемых зданий (жилое здание и лабораторный корпус института) выявлено выпадение конденсата, а сопротивление теплопередаче не отвечает нормативным требованиям;
4. Даны рекомендации Госстрою КР по усовершенствованию и применению «сухих стыков» при строительстве панельных домов серии № 105 и лабораторного корпуса института с целью исключения накопления влаги в толще стыковых соединений и обеспечения теплоустойчивости. Рекомендации внедрены в лабораторном корпусе института Госстроя Кыргызской Республики.
5. Полученные результаты проведенных исследований будут способствовать улучшению теплозащитных качеств стыковых соединений панельных и кирпичных стен за счет применения строительных материалов, обеспечивающих необходимые теплозащитные качества.

Список литературы

1. СНиП КР 23-01:2013. Строительная теплотехника (Тепловая защита зданий) [Текст]: утв. Госстроем КР: взамен СНиП КР 23-01:2009: дата введ. 01.07.2013 г. – Бишкек, 2013. – 58 с.
2. Унаспеков Б.А. Натурные экспериментальные исследования теплового микроклимата в помещениях с комнатными растениями и ночным проветриванием



[Текст] / Б.А. Унаспеков, Н.М. Жыргалбаева // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2017. Выпуск 4(58). – С. 169-172.

3. Боронбаев Э.К. Повышение энергоэффективности зданий: предпосылки, теория, практика [Текст] / Э.К. Боронбаев – Бишкек: Технология, 2004. – 253 с.

4. Боронбаев Э.К. Энергосберегающая архитектура зданий: теоретические основы и особенности практики [Текст] / Э.К. Боронбаев // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2013. – Вып. 3(42). – С. 121-129.

5. Боронбаев Э.К. Энергосберегающая архитектура и тепловые мосты в ограждениях здания [Текст] / Э.К. Боронбаев // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2013. – Выпуск 3(41). – С. 130-136.

6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). [Текст] :учебник, изд.3-е / В.Н.Богословский. – Москва: АВОК Северо-Запад, 2006. – 400с.

7. Богословский В.Н. Основы теории потенциала влажности материала применительно к наружным ограждениям оболочки зданий: монография/ [Текст] / В.Н. Богословский // под ред. В.Г. Гагарина /// М-во образования и науки Росс. Федерации. - М.: ФГБОУ ВПО «Московский го. Строительный университет; МГСУ, 2013. -112 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

8. Абдыкалыков А.А. Теплозащита зданий: климатические регионы и категории мест строительства (на примере Кыргызстана) [Текст] / А.А.Абдыкалыков, Э.К. Боронбаев, А.М.Абдылдаева, Ю.В.Поляков, И.М.Орозалиев// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – Белгород: 010. № 4. С. 106-110.

9. Боронбаев Э.К Особенности проектирования требуемой теплозащиты зданий в климатических условиях Кыргызстана [Текст] / Э.К. Боронбаев // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2013. – Выпуск 3(41). – С. 287-294.

10. Боронбаев Э.К. Графическая оценка нормативной теплозащиты наружной стены для разработки конструктивной концепции и энергосберегающей архитектуры здания [Текст] / Э.К. Боронбаев, А.М. Абдылдаева. // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2013. – Выпуск 3(41). – С. 282-286.

11. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий: утв. приказ «ЦНИИпромздан. и ФГУП ЦНС №01 от 23.04.2004 г.: взамен СП 23-101-2000: Москва, 2004 г.- 141 с.

12. ОСТ 20-2-74 г. Методы проверки теплозащитных качеств и воздухопроницаемости ограждающих конструкций в крупнопанельных зданиях: утв. Госком. по гражд. строит. и архитект. при Госстрое ССР: актуал.текст 05.05.2017: введ. 30.06.2003. Москва, Стройиздат.

13. Боронбаев Э.К. Натурные исследования суточного изменения температуры на внешней и внутренней поверхностях наружных стен здания [Текст] / Э.К. Боронбаев // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 2. – С. 57-58.

14. ГОСТ 8.568-2017. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения: утв. приказ ФАТРИМ РФ 29.12.2017 №9 2121-ст:взамен ГОСТ Р 8.569-97: Москва, 2017 г.

15. ГОСТ 8.513-84. Государственная система измерений. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения: актуал. текста 06.04.2015: актуал. описания 17.09.2018 :дата введ. 01.07.1985: дата последнего изменения 10.04.2018: Москва, 2018.

16. ГОСТ 24555-81.СГИП. Порядок аттестации испытательного оборудования. Основные положения: утв. Госстандарт ССР 27.01.191981: добав. в базу 01.10.2014: дата актуал. 01.01.2018: Москва Изд-во стандарт.1987.