

УДК 674.048.001;691.115.674



МАТЫЕВА А.К., КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика
e-mail:matyeva59@mail.ru
MATYEVA A.K., KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

КЕНЕШБЕК У Т., МУИТ, Бишкек, Кыргызская Республика, e-mail:matyeva59@mail.ru
KENESHBEK UULU T., KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АРБОЛИТА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ КР

RESEARCH OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF ARBOLITE WALL STRUCTURES PRODUCED FROM LOCAL RAW MATERIALS

Композиттик кошумчаларды киргизүү аркылуу алынган арболит блоктордун эксплуатациялык жана жылуулук өзгөчөлүктөрүн аныктоо боюнча эсептөө ыкмалары келтирилген. Жылуулук натыйжалуулугун жана жылуулук-техникалык ченемдерге туура келген арболит блокторунун жакшыртуусу каралган.

Өзөк сөздөр: арболит, структуралык-жылуулоочу, жылуулук өткөрүмдүүлүк, энергияны үнөмдөөчү технологиялар, композициондук курама кошумчалар, термо-физикалык касиеттер.

Приведены методы расчета по определению эксплуатационных и теплофизических свойств арболитовых блоков, полученных введением композиционных добавок по повышению тепловой эффективности и удовлетворение теплотехнических норм арболитовых блоков.

Ключевые слова: арболит, конструкционно-теплоизоляционный, теплопроводность, энергоресурсосберегающие технологии, композиционных добавок, теплофизические свойства.

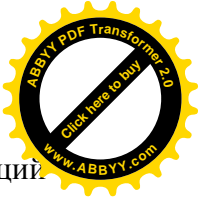
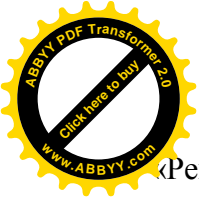
There are given the calculation methods for determining the operational and thermophysical properties of the arbolite blocks, which were obtained by adjunction the composite additives for improving the thermal efficiency and satisfying the heat engineering standards for arbolite blocks.

Key words: arbolite, structural and heat-insulating, thermal conductivity, energy-saving technologies, composite additives, thermal physical properties.

Введение. Совершенно новым этапом развития научно-технического прогресса строительства гражданских зданий является малоэтажное домостроение. Ограждающие конструкции, используемые в малоэтажном строительстве должны соответствовать следующим параметрам: конструктивные – максимальной экономии материалов при обеспечении требуемой надежности конструкции на весь период эксплуатации; технологические – наименьшей трудоемкости изготовления; производственные – обеспечения индустриальности изготовления и простоты монтажа. Выше отмеченные характеристики должны соответствовать эксплуатационным и теплотехническим требованиям и изготовлены по энергоресурсосберегающей технологией с применением местного сырья [1,2,3].

Арболит по своей структуре ближе к структурно крупнопористым легким бетонам на пористых минеральных заполнителях. Структура зависит от структурно-механических свойств наполнителя и его дисперсности, а также от химической активности наполнителя, его анизотропности, влажностных деформаций и коэффициентов линейного расширения, значительно отличающихся от соответствующих коэффициентов цементного камня [4].

Государственным комитетом по архитектуре, строительстве и жилищно коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики утвержденные



«Рекомендации по проектированию и расчету облегченных комбинированных конструкций зданий из местного композиционного материала» распространяются на конструкционно-теплоизоляционные плиты для сельского, промышленного, гражданского и жилищного строительства, изготавливаемые из отходов деревообработки и растительного сырья и предназначенные для применения в ограждающих комбинированных конструкциях зданий, в т.ч. и для малоэтажного строительства сельской местности [5].

Цель исследования. Исследование эксплуатационных и теплофизических свойств арболитовых блоков, полученных на основе введения теплотехнического расчета.

Материал и методы исследования. Теплофизические свойства арболита выполнены в соответствии со СНиП 23.01-2013 КР по строительной теплотехнике, Госархстройинспекции при Правительстве Кыргызской Республики]. Конструкционно - теплоизоляционные особенности арболитовых блоков изучены в зависимости от номенклатуры, микроклимата зданий и климатических условий.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследованы теплофизические характеристики арболита, полученных методом введения композиционных добавок для увеличения тепловой эффективности и удовлетворение теплотехнических норм арболитовых блоков [6].

Увеличение эксплуатационных и теплофизических свойств арболита достигается введением в них местного сырья Кыргызской Республики гипса, извести, золы, глины и др. Активация растительно вяжущей композиции (РВК) на основе гипса и малоизвестных зол высокоосновными добавками и полимерсиликатным компонентом с пластификаторами (ЛСТ, СКС, СДБ) способствует образованию прочного сростка и получению на их основе гипсозолощелочных вяжущих с повышенными физико-механическими и теплофизическими свойствами [7,8].

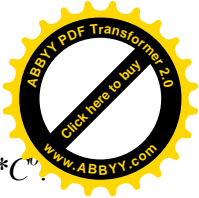
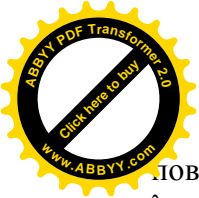
Изучение теплотехнических характеристик материалов показало, что хорошие теплофизические характеристики арболита позволяют ему с успехом конкурировать с другими бетонами на минеральных пористых заполнителях. Теплофизические характеристики арболита как теплоизоляционно-конструктивного материала для ограждающих конструкций регламентируются новой СНиП 23.01-2013 КР по строительной теплотехнике, Госархстройинспекции при Правительстве Кыргызской Республики и СНиП 2.01.01 Нормы проектирования. Климатология и геофизика [9,10].

Теплофизические свойства арболита со средней плотностью 500 и 700 кг/м³ при условиях эксплуатации А и Б представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Теплофизические свойства арболитовых блоков при условиях эксплуатации А и Б

Средняя плотность арболита в сухом состоянии, кг/м ³	Удельная теплоемкость в сухом состоянии, кДж/(кг·°С)	Расчетная влажность по массе, %		Расчетные коэффициенты					
		А	Б	теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоения, Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	
				сухое	А	Б	А	Б	А и Б
600	2,5	10	15	0,115	0,174	0,232	4,52	5,43	0,104
800	2,5	10	15	0,162	0,243	0,301	6,21	7,14	0,104

Теплопроводность – отражает способность материала передавать тепло от одной



поверхности к другой. (Вт/(м·°С)). $\lambda = Q(\text{количество тепла}) \cdot a(\text{толща слоя}) / S \cdot \Delta t \cdot \tau = Bm/m \cdot C^{\circ}$.
 $\lambda_{\text{воздуха}} = 0,023 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}^{\circ}$ (самая низкая).

Теплоёмкость – это способность материала поглощать при нагревании теплоту; определяется количеством тепла, которое необходимо сообщить 1 кг данного материала, чтобы повысить его температуру на 1°С. (кДж/(кг·°С)). $C = Q/m \cdot \Delta t$

Температуропроводность – свойство материала, характеризующее скорость распространения температуры под действием теплового потока в нестационарных температурных условиях, например при пожаре. $a = \lambda / c \cdot \rho_m$

Температуропроводность $a(\text{м}^2/\text{с})$, прямо пропорциональна теплопроводности λ и обратно пропорциональна теплоемкости материала c и его плотности ρ_m

В зависимости от вида заполнителя и качества уплотнения арболитовой смеси, а также от условий эксплуатации стеновых панелей возможны некоторые отклонения их теплофизических характеристик от расчетных [10].

Определены теплофизические характеристики арболитовых стеновых блоков. Исходные данные для расчета:

1. Жалал-Абадская область, с. Казарман - расчетная зимняя температура наружного воздуха $t_n = -36^{\circ}\text{C}$, а также с. Ак терек - расчетная зимняя температура наружного воздуха $t_n = -17^{\circ}\text{C}$;

2. одноэтажное жилое здание - с расчетной внутренней температурой наружного воздуха $t_v = 20^{\circ}\text{C}$;

3. Размеры 20x20x40 см;

- $\lambda = 0,07 \text{ Вт/(м} \cdot \text{C}^{\circ})$ — коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации принято по таблице СНиП 23.01-2013 Вт/(м·°С), приложение А, коэффициент теплопроводности водостойкого арболита определена в лаборатории кафедры производства, экспертиза строительных материалов, изделий и конструкций «ПЭСМИК». Коэффициент теплопроводности арболита составляет $\lambda = 0,07 - 0,09 \text{ Вт/(м} \cdot \text{C}^{\circ})$.

4. Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{C}^{\circ} / \text{Вт}$, определено по формуле:

$$R_{т.тр} = \frac{n(t_v - t_n)}{\alpha_v \Delta t_v}, \quad (1)$$

где t_v — расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая в соответствии с нормами технологического проектирования;

t_n — расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая по таблице СНиП 2.01.01 Нормы проектирования. Климатология и геофизика [10].

n — коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, по таблице СНиП 23-01-2013 КР «Строительная теплотехника» (СТ);

α_v — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), по таблице СНиП 23-01-2013 КР (СТ);

Δt_v — расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, по таблице СНиП 23-01-2013 КР (СТ).

Общее требуемое сопротивление теплопередаче ограждения достигало $R_{т.тр} = 1,55 \text{ м}^2 \cdot \text{C}^{\circ} / \text{Вт}$ для с. Казармана и $R_{т.тр} = 1,01 \text{ м}^2 \cdot \text{C}^{\circ} / \text{Вт}$ для с. Ак терека.

1. Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_t , $\text{м}^2 \cdot \text{C}^{\circ} / \text{Вт}$, определено по формуле:



$$R_T = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (2)$$

где α_B — то же, что в формуле (1);

R_K — термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле (2), — для однородной однослойной конструкции, в соответствии со СНиПа 23-01-2013СТ — для многослойной конструкции;

α_H — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, по таблице СНиП23-01-2013 СТ.

По формуле (3) определяем сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_T = 1/8,7 + 2,857 + 1/23 = 0,115 + 2,857 + 0,043 = 3,015 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$,

По условию теплотехнического расчета выполнена (4)

$$R_T \geq R_{T,гр} \quad (4).$$

Выполненный нами теплотехнический расчет показывает:

- для района строительства (р.с.) Казармана $3,015 \geq 1,55$ условие теплотехнического расчета выполняется с 1,94 раза большей тепловой эффективностью и поэтому при необходимости можно уменьшить толщину арболита 1,94 раза и выбранная толщина (0,2-0,4м) арболита удовлетворяет теплотехническим нормам.;

- для района строительства (р.с.) Ак терек $3,015 \geq 1,01$ условие теплотехнического расчета выполняется с 2,99 раза большей тепловой эффективностью и поэтому при необходимости можно уменьшить толщину арболита 2,99 раза и выбранная толщина (0,15-0,4м) арболита удовлетворяет теплотехническим нормам.

Для сравнения выполним теплотехнический расчет глиняного обыкновенного кирпича с модульным размером 6,5x12x25 см:

1) $R_T = 1/8,7 + 0,38/0,7 + 1/23 = 0,115 + 0,543 + 0,043 = 0,70 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, при толщине 0,38м (1,5 кирпича) условие теплотехнического расчета не выполняется ($0,7 \geq 1,01$) и поэтому надо увеличить толщину глиняного обыкновенного кирпича или дополнительно принять утеплитель;

2) $R_T = 1/8,7 + 0,51/0,7 + 1/23 = 0,158 + 0,73 = 0,89 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, при толщине 0,51м (2 кирпича) условие теплотехнического расчета не выполняется ($0,89 \geq 1,01$) и поэтому надо увеличить толщину глиняного обыкновенного кирпича или дополнительно принять утеплитель;

3) $R_T = 1/8,7 + 0,64/0,7 + 1/23 = 0,158 + 0,914 = 1,07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, при толщине 0,64м (2,5 кирпича) условие теплотехнического расчета выполняется ($1,07 \geq 1,01$) и выбранная толщина (0,64м) глиняного обыкновенного кирпича удовлетворяет теплотехническим нормам.

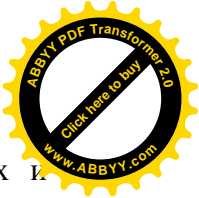
Заключение. Результаты теплотехнического расчета показывает:

- для района строительства с. Казармана $3,015 \geq 1,55$ условие теплотехнического расчета выполняется с 1,94 раза большей тепловой эффективностью и поэтому при необходимости можно уменьшить толщину арболита 1,94 раза и выбранная толщина (0,2-0,4м) арболита удовлетворяет теплотехническим нормам.;

- для района строительства с. Ак терек $3,015 \geq 1,01$ условие теплотехнического расчета выполняется с 2,99 раза большей тепловой эффективностью и поэтому при необходимости можно уменьшить толщину арболита 2,99 раза и выбранная толщина (0,15-0,4м) арболита удовлетворяет теплотехническим нормам.

Список литературы

1. ГОСТ 19222-84*. Арболит и изделия из него. — М.: Стройиздат, 1990. — 44 с.



2. Колкотаева Н.А. Гипсополимерная композиция для изготовления стеновых и теплоизоляционных материалов [Текст] / Н.А.Колкотаева // Автореферат канд.дисс.на соиск.степени канд.техн.наук.- М.: 2007.-21с.

3. Столбушкин А. Ю. Ресурсосберегающая комплексная переработка минерального техногенного сырья в производстве строительных материалов [Текст] / А.Ю. Столбушкин, Г.И. Бердов // Известия ВУЗов. Строительство. – Новосибирск: НГАСУ, 2011. - №1. - С. 46-53.

4. Акулова М. В. Производство строительных материалов на основе отходов и местных сырьевых ресурсов Западного Казахстана [Текст] / М.В.Акулова, Б.Р. Исакулов, Ж.Б. Тукашев и др. // Материалы Международной научно-практической конференции «Новейшие достижения науки-2013». - София: 2013. - С. 77-82.

5. Матыева А.К. Рекомендации по проектированию и расчету ограждающих комбинированных конструкций зданий из местного материала [Текст]: учебное пособие /А.К. Матыева, В.М.Курдюмова, Л.В. Ильченко и др. - Бишкек: КГУСТА, Госархстройнадзор. 2012. - С. 49.

6. Матыева А.К. Строительно-технические свойства атмосферостойкого арболита [Текст] / А.К. Матыева //Науч.- практ.журнал. Приволжский научный вестник. – 2016. - №4(56). - С. 40-42.

7. Мавлянов А.С. Комплексное использование минерального сырья [Текст] / А.С.Мавлянов, А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова. – Бишкек: Илим, 2016. - 326 с.

8. Ассакунова Б.Т. Эффективные строительные мелкоштучные стеновые материалы [Текст] / Б.Т. Ассакунова, Р.А. Гусейнова // Вестник КГУСТА. - Бишкек: 2010. - №4(30). - С.11-18.

9. СНиП 2.01.01 Нормы проектирования. Климатология и геофизика

10. СНиП 23.01-2013 КР «Строительная теплотехника» (СТ) Госархстройинспекции при Правительстве Кыргызской Республики.