

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 691.32

Влияние вида цемента на физико-механические свойства арболита

Е.А. Колесниченко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Исследованы физико-механические свойства арболита различных производителей. Проведены и проанализированы результаты испытания образцов арболита на предел прочности при сжатии. Наилучшие результаты показали три вида цемента: «Пролетарий», «Верхнебаканский» и «Подгоринский». С помощью прибора ИТП-МГ4 зондовым методом определены изменение коэффициента теплопроводности арболита плотностью D600 от полного водонасыщения до абсолютно сухого состояния и соответствующие коэффициенты теплопроводности для образцов арболита на цементах от разных производителей. Оценен способ повышения качества посредством введения в состав полимерной добавки Silor-Ultra T. По результатам проведенного исследования выявлены недостатки в определении физико-механических свойств арболита, а также влияние влажности на изменение коэффициента теплопроводности, которые принципиально препятствуют его развитию.

Ключевые слова: арболит, коэффициент теплопроводности, влажность, водопоглощение

Для цитирования. Колесниченко Е.А. Влияние вида цемента на физико-механические свойства арболита. *Молодой исследователь Дона*. 2024;9(4):52–55.

The Effect of Different Types of Cement on Physical and Mechanical Properties of Arbolite

Elena A. Kolesnichenko

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The physical and mechanical properties of arbolite produced by various manufacturers have been investigated. Samples of arbolite were tested for compressive strength and the results were analyzed. The highest performance was shown by three types of cement: “Proletarian”, “Verkhnebakansky”, and “Podgorinsky”. Using the ITP-MG4 probe method, we determined the change in thermal conductivity coefficient of arbolite with a density of D600 when it went from fully saturated with water to an absolutely dry state. We also determined the corresponding thermal conductivity values for samples of arbolite made with different cements. A method for improving the quality of arbolite by adding Silor-Ultra T polymeric additive to the composition was evaluated. According to the study, some shortcomings were identified in determining physical and mechanical properties of arbolite and the influence of humidity on changes in the thermal conductivity coefficient, which significantly hindered its development.

Keywords: arbolite, thermal conductivity coefficient, humidity, water absorption

For citation. Kolesnichenko EA. The Effect of Different Types of Cement on Physical and Mechanical Properties of Arbolite. *Young Researcher of Don*. 2024;9(4):52–55.

Введение. Большая часть теплопотерь в каменных зданиях происходит через наружные стены. Применение энергоэффективных теплоизоляционных изделий в каменных зданиях является практичным и экономичным способом обеспечения теплоизоляции наружных стен. Стены из таких материалов как кирпич, камень, песчаник, нуждаются в тепло- и противопожарной изоляции, что приводит к дополнительным затратам. В последние десятилетия из-за глобального экономического роста и растущего спроса наиболее жесткие требования предъявляются к ограждающим конструкциям зданий. Известно, что потребление энергии быстро растет, во многих странах здания потребляют до 40 % от общего энергопотребления. Основной причиной тепловых потерь являются «мостики» холода в ограждающих конструкциях зданий. Данные «мостики» холода обычно возникают из-за

швов между строительными блоками и бетонными конструктивными элементами. Эти «мостики» создают удобный путь для теплопередачи и обычно приводят к увеличению нагрузки на отопление и охлаждение здания. Одним из наиболее распространенных способов уменьшения влияния холодных «мостиков» является увеличение количества изоляционных материалов и особенно, таких как пенополистирол или другие эффективные теплоизоляционные материалы [1]. Это особенно актуально для зон с холодным климатом, сейсмически нестабильных территорий и климатических зон Дальнего Востока.

Для решения проблем с теплопотерями был разработан материал арболит. Его также называют деревобетоном. Он состоит из древесной щепы (или других древесных отходов) и бетона, скрепляющего наполнитель. Поэтому арболит совмещает в себе свойства двух материалов — дерева и бетона. Бетон берёт на себя прочностные нагрузки, а дерево выполняет теплоизоляционные функции. Производство арболита является одним из наиболее экономичных и действенных способов применения древесных отходов. В качестве органического наполнителя применяют измельченную древесину, также костру льна, конопли, рисовую солому и другие древесные отходы. Добавленная измельченная древесина со временем начинает выделять вещества, которые замедляют процесс структурообразования цемента. С целью снижения этого влияния как правило вводят химические добавки в виде хлористого кальция, что позволяет нейтрализовать это негативное воздействие [2, 3]. Арболиты, благодаря относительно недорогой технологии производства и областей их применения, являются основными конкурентами ячеистому бетону. Однако производство арболита в настоящее время практически не развивается. Основной причиной сдерживания его развития является то, что древесный наполнитель обладает рядом негативных свойств, том числе блоки из арболита впитывают много влаги. Поэтому не рекомендуется использовать арболит в контакте с землей, например, в качестве фундамента. Для того, чтобы снизить влагопоглощение стен, построенных из арболита, их необходимо защищать от внешней среды. Одним из способов повышения прочности и устойчивости арболита к воздействию влаги является модификация введением в его состав полимеров [4, 5].

Целью данной работы явилось исследование влияния цемента разных производителей на разброс физико-механических свойств арболита.

Основная часть. Образцы легкого бетона на цементном вяжущем и заполнителе растительного происхождения (арболит) плотностью D500 были изготовлены в соответствии с ГОСТ 19 222–2019, ГОСТ Р 54 854–2011 и имели форму куба со стороной 15×15×15 см.

В состав арболито-бетонной смеси вводили полимерную добавку Silor-Ultra T, которая улучшает адгезию цемента к древесной щепе и нейтрализует ее негативное воздействие. В качестве вяжущего применяли цемент, изготовленный по ГОСТ 31 108–2020 от разных производителей марки ЦЕМ I 42,5Н: «Пролетарий» ОАО «Новоросцемент»; ОАО «Верхнебаканский цементный завод»; ООО «ПИК-ЦЕМЕНТ»; «ОАО Мальцовский портландцемент»; ЗАО «Подгоренский цементный завод».

Испытания арболитобетонных контрольных образцов на сжатие проводили на гидравлическом прессе после выдерживания их в естественных условиях в возрасте 28 суток твердения. Контрольные образцы арболитобетона перед испытанием на прочность при сжатии доводили до полного водонасыщения в течение 24 часов. Среднее значение водопоглощения арболитобетонных контрольных образцов со средней плотностью 600 кг/м³ составило 47,8 %. Затем водонасыщенные образцы вынимали и оставляли в лаборатории в естественных условиях при относительной влажности окружающего воздуха не менее 60 % и температуре не ниже 22 °С. Перед каждым измерением коэффициента теплопроводности проводили контроль влажности арболитобетонных образцов путем их взвешивания на момент испытания. В результате была получена зависимость коэффициента теплопроводности от влажности образцов арболита (рис. 1).

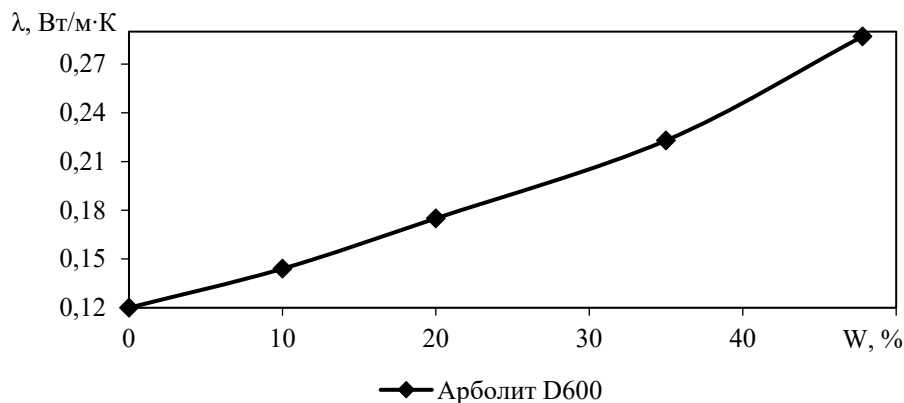


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от влажности на цемента «Пролетарий» ОАО «Новоросцемент»

Определение коэффициента теплопроводности арболита проводили по ГОСТ 30 256–94 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом» с помощью прибора ИТП-МГ4 (рис. 2).

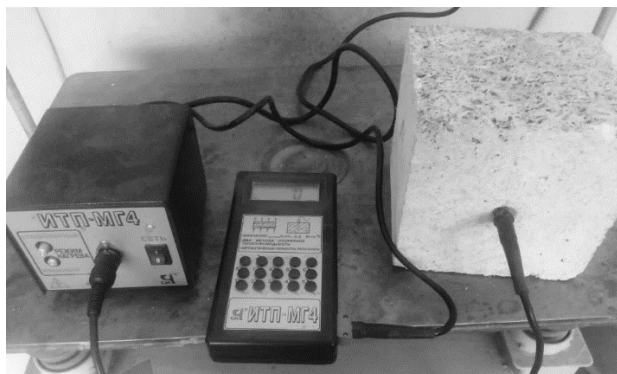


Рис. 2. Определение прибором ИТП-МГ4 коэффициента теплопроводности зондовым методом

Процесс измерения, контроля и регулировки соединены в один электронный блок. Внутри измерительного зонда находится нагреватель и датчик температуры, который защищен металлическим корпусом. Результат измерения коэффициента теплопроводности выводится на экран. При подготовке измерения необходимо подключить зонд к блоку управления и перевести в режим «зондовый». Кроме того, перед измерением необходимо обязательно смазать зонд тонким слоем технического вазелина или литола и установить его в отверстие образца из арболитобетона. Для корректного измерения вводят в память прибора исходные данные по средней плотности, удельной теплоёмкости и коэффициенту теплообмена в зоне контакта (для вазелина, литола $\alpha=3,050 \text{ см}^2/\text{ч}$). Автоматически управляя нагревом зонда, прибор делает замеры промежуточных значений температуры и по окончании цикла измерения (8–10 минут) отключает нагреватель зонда и определяет коэффициент теплопроводности.

Описание проблемы. При проектировании ограждающих конструкций в гражданских и общественных зданиях коэффициент теплопроводности необходимо определять при применении энергоэффективных теплоизоляционных строительных материалов и изделий на их основе со средней плотностью менее 600 кг/м^3 . Обратной величиной коэффициента теплопроводности, отнесенной к толщине ограждающей конструкции, является термическое сопротивление, которое выражается следующей формулой:

$$R_k = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \quad (1)$$

где δ_i — толщина i -го слоя конструкции; λ_i — коэффициент теплопроводности i -го слоя материала конструкции.

На коэффициент теплопроводности большое влияние оказывают следующие факторы: степень пористости, характер пор, вид материала, влажность, средняя плотность и температура, при которой происходит передача тепла. При увлажнении теплоизоляционного материала примерно в 4 раза увеличивается коэффициент теплопроводности, а при замерзании воды в порах материала коэффициент теплопроводности увеличивается в 100 раз. На рис. 1 приведены результаты экспериментального определения коэффициента теплопроводности арболита плотностью $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ от полного водонасыщения до абсолютно сухого состояния. Результаты определения физико-механических свойств представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты физико-механических свойств образцов легкого бетона на цементном вяжущем и заполнителе растительного происхождения (арболит)

Наименование производителя цемента	Средняя плотность образцов ρ , кг/м^3	Марка по плотности	Средняя прочность образцов в серии	Коэффициент теплопроводности λ , $\text{Вт/м}\cdot\text{К}$	Удельная теплоемкость c , $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$
«Пролетарий»	575	D500	1,8В _ф 1,4	0,109	2,3
«Верхнебаканский»	566		1,7В _ф 1,4	0,107	2,3
«Амвросиевский»	584		1,64В _ф 1,3	0,110	2,3
«Мальцы»	571		1,52В _ф 1,2	0,108	2,3
«Подгоринский»	577		1,72В _ф 1,4	0,109	2,3

Проведенные экспериментальные исследования показали, что увлажнение арболита приводит к резкому ухудшению коэффициента теплопроводности. Поэтому в процессе эксплуатации ограждающих конструкций, выполненных из блоков арболита необходимо принимать меры по его влагозащите.

Заключение. Установлено, что наилучшие результаты по средней прочности образцов в серии показали три вида цемента: «Пролетарий», «Верхнебаканский» и «Подгоринский». По результатам проведенного исследования выявлены недостатки в определении физико-механических свойств арболита, а также влияние влажности на изменение коэффициента теплопроводности, которые принципиально препятствуют его развитию.

Список литературы

1. Детлеф Вернеке. Энергоэффективное строительство — это мировая тенденция. *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. 2008;(10(117)):26–27. URL: <http://stroyamat21.ru/arch.php?file =./2008-10/newtxt.htm> (дата обращения: 05.05.2024).
2. Наназашвили И.Х. *Строительные материалы из древесно-цементной композиции*. Ленинград: Стройиздат; 1990. 415 с.
3. Kuzmin S.A., Argunova A.A., Krasilnikov D.A., Emelianova Z.V. Research of Durability and Structure of the Heavy Concrete Modified by Polymeric Impregnation in the Frigid Climate. *Materials Science Forum*. 2019;945:250–256. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.945.250>
4. Кузьмин С.А., Красильников Д.А., Сирук В.К., Васильев А.М. Использование полимерной добавки для повышения эксплуатационных свойств конструкционных материалов. *Технология машиностроения и материаловедение*. 2019;(3):83–87. <https://doi.org/10.26160/2542-2146-2019-3-83-87>
5. Kuzmin S.A., Egorova A.D. Krasilnikov D.A., Emelianova Z.V. Durability of construction materials modified by polymeric additives. *Procedia Structural Integrity*. 2019;20:278–283. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.12.152>

Об авторе:

Елена Андреевна Колесниченко, студентка дорожно-транспортного факультета, кафедры экономики природопользования и кадастра Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), vaisalena57@gmail.com

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Elena A. Kolesnichenko, Student of the Road Transport Faculty, Department of Economics of Environmental Management and Cadaster, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), vaisalena57@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the author does not have any conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.