

УДК 666.973.2:666.97.031

**ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ВОДОСТОЙКОСТЬ
И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АРБОЛИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

А.Н. ЯГУБКИН, канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ, Д.С. ЗЕЛЕНКЕВИЧ
(Полоцкий государственный университет)

Демонстрируется технология получения модифицированного арболита с направленной укладкой заполнителя. Для реализации технологии разработана добавка-модификатор арболитовой смеси Арбел, которая позволяет снизить влияние вредных веществ, находящихся в древесном заполнителе и при этом получить изделия с более низкой эксплуатационной влажностью, не подверженные сульфатной коррозии. Арболит с добавкой хлористого кальция притягивает в естественном состоянии на 2,5 – 3 % больше воды, чем арболит с добавкой Арбел и арболит без добавки. Кроме того, влажность оказывает существенное влияние на прочность арболита. Наибольшую прочность арболит показывает в естественном состоянии. Дополнительно по результатам испытаний были определены коэффициенты размягчения и сохранения прочности арболита. Выполненные исследования позволили сделать вывод о преимуществах использования арболита, полученного по колебательной технологии с использованием добавки Арбел, в сопоставлении с традиционным арболитом. При этом обеспечивается снижение равновесной влажности, а также повышение водостойкости и долговечности.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь большое внимание уделяется строительству домов в сельской местности, стоят задачи застройки пригородов коттеджами. Для воплощения данных целей в жизнь требуются большие финансовые и материальные ресурсы.

В настоящее время сельские дома строят из кирпича, железобетонных панелей, в последнее время для решения задач удешевления в домах стены возводят из газосиликатных блоков или из панелей с утеплителем и обшивкой из древесины, сайдинга. Однако каждый из этих видов стеновых материалов имеет свои недостатки. Так, в домах, возводимых из железобетонных панелей, из-за недостаточной влажности в помещениях у жителей обостряются астматические заболевания. В домах со стенами из ячеистых газосиликатных блоков наблюдается плесень, грибок на стенах, что приводит к аллергическим заболеваниям. Кроме того, материалы должны быть экологичными, иметь низкую себестоимость. В условиях рыночной экономики у застройщика должен быть выбор – стеновые материалы должны отвечать новым современным требованиям по созданию благоприятного микроклимата в жилых помещениях.

Многовековой опыт строительства сельских домов в Беларуси предусматривает использование древесины – это бревенчатые дома, в которых сочетается оптимальный микроклимат. Достоинства жилых зданий из древесины признаны строительной наукой. Эти здания приняты за эталон, им присвоен коэффициент комфортности «1» по условиям проживания, микроклимату в помещениях. К недостаткам таких домов следует отнести высокую трудоёмкость строительства, высокую пожароопасность, подверженность гниению деревянных конструкций, следовательно, требуется постоянный уход и проведение текущих ремонтов.

С учетом вышесказанного следует признать, что в настоящее время незаслуженно забытым является материал на основе древесины – арболит. Арболит относится к числу биостойких и трудносгораемых материалов, имеет высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства, хорошо отделяется цементным раствором, пилится и гвоздится. Материал надежно удерживает крепежные элементы, обладает высоким звукопоглощением, имеет повышенную трещиностойкость, что позволяет при превышении максимально допустимых нагрузок без повреждений переносить осадки здания. Материал обеспечивает необходимый воздухообмен и регулирует влажность в помещениях.

Основная часть. Большое влияние на физико-механические свойства арболита оказывает его влажность [1 – 3]. Для изучения показателей влажности и водопоглощения изготавливались серии образцов-кубов с размером ребра 20 см. В качестве вяжущего использовался Кричевский портландцемент ПЦ500Д0. Сравнительные исследования проводились с добавками: Арбел (авторская разработка) [4], хлористый кальций, жидкое стекло. Расход добавок определялся по методике [5]. Состав компонентов рассчитывался по методике [6] и представлен в таблице 1.

Смесь формовалась методом колебательного уплотнения [7]. Методика испытаний образцов на водопоглощение включала следующие этапы. Образцы на 28 суток помещали в камеру нормально-влажностного твердения, затем 7 суток они находились в помещении с влажностью 60 %. Проводилось взвешивание и определение естественной влажности. Затем образцы помещались в воду и выдерживались

7 суток до тех пор, пока не прекращалось изменение массы, затем выполнялось взвешивание. Результаты влияния влажности на плотность и прочность арболита представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 1

Составы арболита, модифицированного добавками

№ состава	Цемент, кг/м ³	Щепа, кг/м ³	Вода, кг/м ³	Вид добавки	Количество добавки, %
1	350	200	325	—	—
2	350	200	325	Хлористый кальций	2
3	350	200	325	Арбел	5
4	350	200	280	Арбел + С-3	5 + 0,6

Дополнительно по результатам испытаний были определены:

- коэффициент размягчения:

$$K_{разм} = \frac{R_{сж.в}}{R_{сж.с}}, \quad (1)$$

где $R_{сж.в}$ – прочность на сжатие арболита в водонасыщенном состоянии, МПа; $R_{сж.с}$ – прочность на сжатие арболита в сухом состоянии;

- коэффициент сохранения прочности при высушивании до постоянной массы:

$$K_y^R = \frac{R_{сж.с}}{R_{сж.е}}, \quad (2)$$

где $R_{сж.е}$ – прочность на сжатие арболита в естественном состоянии, МПа.

Таблица 2

Результаты определения средней плотности модифицированного добавками арболита в зависимости от его влажности

№ состава	Плотность арболита, высушенного до постоянной массы, кг/м ³	Арболит естественной влажности		Арболит водонасыщенный	
		ρ , кг/м ³	W, %	ρ , кг/м ³	W, %
1	551	615	11,6	922	67,3
2	556	630	13,3	1019	83,3
3	553	619	11,9	934	68,9
4	554	621	12,1	938	69,5

Как видно из таблиц 2, 3, состав с добавкой хлористого кальция (состав 2) притягивает в естественном состоянии на 2,5 – 3 % больше воды, чем состав с добавкой Арбел (состав 3, 4) и состав без добавки (состав 1) соответственно. Кроме того, влажность оказывает существенное влияние на прочность арболита. Наибольшую прочность арболит показывает в естественном состоянии. Для арболита без добавки это влажность 11,6 %, а с добавкой Арбел – 11,9 %, с добавкой хлористого кальция – 13,3 %.

Таблица 3

Результаты определения прочности модифицированного добавками арболита в зависимости от его влажности

№ состава	Среднее значение прочности при сжатии арболита, МПа					$K_{разм}$	K_y^R	$\frac{R_{сж.е}}{R_{сж.с}}$
	$R_{сж.с}$	в естественном состоянии		в водонасыщенном состоянии				
		W, %	$R_{сж.е}$	W, %	$R_{сж.в}$			
1	0,97	12,00	1,39	80,00	0,65	0,67	0,69	1,43
2	3,65	15,00	4,20	85,00	2,21	0,61	0,87	1,15
3	3,75	12,50	4,20	80,00	2,66	0,71	0,89	1,12
4	4.19	12.50	4.70	80.00	3.06	0.73	0.89	1.12

Коэффициент размягчения является показателем водостойкости материала [8]. Если значение коэффициента размягчения меньше 0,7 – материал является не водостойким. Как видно из таблицы 3, не водостойким является арболит без добавок (состав 1) и арболит, модифицированный хлористым кальцием (состав 2). Арболит, модифицированный добавкой Арбел (состав 3) и добавками Арбел+С-3 (состав 4), можно отнести к водостойким материалам.

Установлено [2], что для арболита критерием водостойкости и долговечности может служить не только коэффициент размягчения, но и коэффициент сохранения прочности при полной усадке, который для разных составов арболита изменяется в пределах от 0,69 для арболита без добавок до 0,91 для арболита

с полимерными добавками. Из таблицы 3 можно сделать вывод о том, что арболит без добавок (состав 1) удовлетворяет установленному критерию сохранения прочности; арболит, модифицированный хлористым кальцием (состав 2), имеет коэффициент сохранения прочности на 2 % ниже, чем арболит с добавкой Арбел (состав 3) и арболит с добавками Арбел+С-3 (состав 4), которые в свою очередь имеют коэффициент сохранения прочности близкий к арболиту, модифицированному полимерными добавками. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что разработанная в Полоцком государственном университете добавка Арбел позволяет не только повысить прочность арболита, но и увеличить его водостойкость и долговечность. Исследование водопоглощения арболита изучаемых составов представлено в таблице 4.

Таблица 4

Результаты определения водопоглощения модифицированного добавками арболита

№ состава	Масса образца, г		Водопоглощение, % по массе	Соответствие нормативному значению (max 20 %)
	высушенный арболит	арболит после испытания		
1	552	661	18	+
2	551	688	25	–
3	551	660	19	+
4	552	661	19	+

На основании таблицы 4 можно сделать вывод о том, что водопоглощение арболита соответствует нормативным требованиям [9]. Арболит с добавкой хлористого кальция (состав 2) имеет водопоглощение на 5 % больше, чем арболит с добавкой Арбел (состав 3, 4) и арболит без добавки (состав 1). Следовательно, за счёт снижения водопоглощения арболита с добавкой Арбел по сравнению с арболитом, модифицированным добавкой хлористого кальция, возможно снижение теплопроводности и соответственно толщины стеновых ограждений.

В условиях рыночной экономики большое значение имеет степень готовности блоков для их продажи после изготовления. Одним из главных показателей в этом случае является отпускная влажность. Для арболита она составляет 25 % по массе [10]. Чем раньше будет достигнуто значение отпускной влажности, тем меньше будет затрат у производителя по хранению блоков на складе и тем ниже, соответственно, себестоимость блоков.

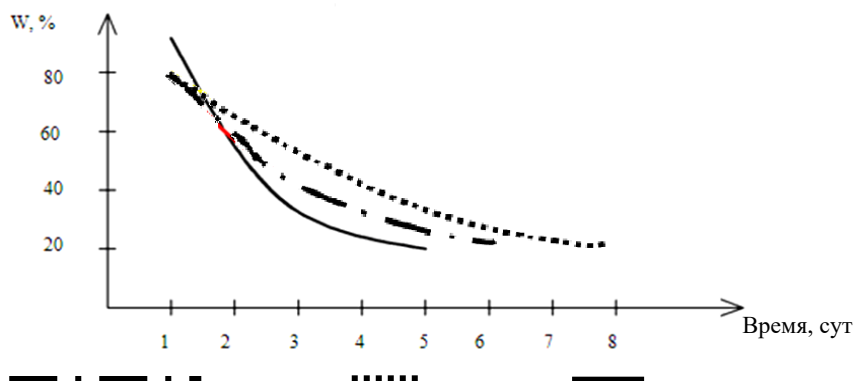
Механизм перемещения влаги в изделиях из арболита можно представить следующим образом: испарение влаги с поверхности древесного заполнителя, находящегося у наружных граней образца, что обуславливает перепад влажности между внешними слоями древесного заполнителя и внутренними, из-за чего происходит перемещение влаги к поверхности образца и общее снижение влажности материала.

Схематически сушка материалов представляет собой цепь отдельных неразрывно связанных друг с другом процессов, а именно перемещение влаги внутри материала, изменение её агрегатного состояния и удаление с поверхности раздела в окружающую среду [11]. Для испытаний были изготовлены образцы-кубы с размером ребра 20 см из арболита с добавкой Арбел (образец 1), из арболита с добавкой хлористого кальция (образец 2) и образец, выпиленный из сосны (образец 3). Расход компонентов был принят по таблице 1. Образцы высушивались до постоянной массы и погружались в воду на 24 часа, а затем производилась их сушка при температуре 20 °С и влажности воздуха 60 %. Результаты испытаний представлены в таблице 5 и на рисунке.

Таблица 5

Результаты исследования кинетики сушки арболита в естественных условиях

№ образца	Влажность образца, %, через, сут.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	80,0	69,8	41,2	32,3	24,1	20,0	–	–
2	80,0	71,7	54,4	40,1	37,9	25,3	22,1	20,0
3	99,7	68,3	32,5	22,1	20,0	–	–	–



– образец 1; – образец 2; – образец 3

Рис. 1. Исследование кинетики сушки арболита в естественных условиях

Образец, выпиленный из сосны (образец 3), за сутки набрал почти стопроцентную влажность, но и сушка для него проходила быстро, что позволило через четверо суток иметь влажность 20 %. Образец с добавкой Арбел (образец 1) и образец с добавкой хлористого кальция (образец 2) через сутки имели влажность 80 %. Образец с добавкой Арбел гораздо интенсивнее отдавал влагу, что позволило ему иметь отпускную влажность через 5 суток, в то время как образец с добавкой хлористого кальция достиг её через 7 суток.

Закключение. Выполненные исследования позволяют сделать вывод о преимуществах использования арболита, полученного по колебательной технологии с использованием добавки Арбел, в сопоставлении с традиционным арболитом. При этом обеспечивается снижение равновесной влажности, на 5 % водопоглощения, на 25 % времени достижения отпускной влажности, а также повышение водостойкости и долговечности арболита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борвонов, В.А. Технология стеновых изделий для малоэтажных зданий на основе арболита и вторичных продуктов производства: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / В.А. Борвонов. – Минск, 2004. – 203 л.
2. Наназашвили, И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции / И.Х. Наназашвили. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, 1990. – 415 с.
3. Бужевич, Г.А. Арболит / Г.А. Бужевич. – М.: Изд-во лит. по стр-ву, 1968. – 244 с.
4. Ягубкин, А.Н. К вопросу подбора состава и дозировки добавок-модификаторов арболита / А.Н. Ягубкин, В.В. Бозылев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия Ф. Прикладные науки. Строительство. – 2010. – № 6. – С. 84 – 89.
5. Ягубкин, А.Н. К вопросу разработки методики экспресс-анализа оценки влияния добавок на прочность арболита / А.Н. Ягубкин, В.В. Бозылев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия Ф. Прикладные науки. Строительство. – 2009. – № 6. – С. 71 – 76.
6. Ягубкин, А.Н. Технология получения стеновых блоков из арболита с направленной укладкой заполнителя / А.Н. Ягубкин, В.В. Бозылев // Строительная наука и техника. – 2011. – № 6. – С. 66 – 69.
7. Ягубкин, А.Н. Оптимизация процесса уплотнения бетонной смеси при изготовлении арболита / А.Н. Ягубкин, В.В. Бозылев, Ю.П. Голубев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия Ф. Прикладные науки. Строительство. – 2009. – № 12. – С. 61 – 68.
8. Ахвердов, И.Н. Основы физики бетона / И.Н. Ахвердов. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
9. Арболит и изделия из него. Общие технические условия: ГОСТ 19222-84. – Введ. 01.01.85. – М.: Гос. комитет СССР по делам строительства: НИИЖБ Госстроя СССР, 1985. – 21 с.
10. Блоки стеновые из арболита для малоэтажного строительства. Технические условия: СТБ 1105-98. – Введ. 19.03.1998. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 1998. – 26 с.
11. Галузо, О.Г. Теплоизоляционный пенополистиролгазогипс повышенной влагостойкости, технология изготовления и эксплуатационные свойства: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05: 08.10.2004 / О.Г. Галузо. – Минск, 2004. – 20 с.

Поступила 04.12.2012

INFLUENCE OF HUMIDITY ON WATER RESISTANCE AND DURABILITY OF PRODUCTS FROM ARBOLIT

A. YAGUBKIN, V. BOZYLEV, D. ZELENEVICH

Technology for producing of modified arbolit with directional laying of the aggregate is presented. To implement the technology the additive modifier of arbolit mixture Arbel is developed, which reduces the effect of harmful substances in the wood filler and allows to get a product with lower operating humidity, not subject to sulfate corrosion. Arbolit with the addition of calcium chloride draws in its natural state 2,5 – 3 % more water than with the addition of Arbel and without additives. Moreover, humidity has a significant effect on the strength of arbolit. Arbolit shows the greatest strength in its natural state. For arbolit without additives humidity is 11,6 %, and with the addition of Arbel – 11,9 %, with the addition of calcium chloride – 13,3 %. Additionally according to the results of tests we determined the coefficients of softening and maintaining of strength of arbolit. The investigations carried out allow us to draw a conclusion about the benefits of using arbolit obtained by vibrational technology using the additive Arbel versus traditional arbolit. This provides reduced equilibrium moisture, 5 % of water absorption, 25 % of the time to achieve the necessary humidity and increase water resistance and durability.