

УДК 666.973.2:666.97.031

## ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ АРБОЛИТА

*канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ;  
канд. техн. наук, доц. А.Л. ЛИСОВСКИЙ; А.Н. ЯГУБКИН  
(Полоцкий государственный университет)*

*Демонстрируется разработанная в Полоцком государственном университете и теоретически обоснованная технология колебательного уплотнения арболита. Технология колебательного уплотнения обеспечивает направленное расположение щепы в арболите, уменьшает дефекты структуры и увеличивает прочность до 70 % по сравнению с традиционными методами уплотнения. Это подтверждено с помощью феноменологических моделей теории композиционных материалов, а также патентом на изобретение. Выполненные лабораторные исследования позволяют сделать вывод о преимуществах использования арболита, полученного по колебательной технологии, в сопоставлении с традиционным арболитом. Однако для широкомасштабной реализации данной технологии необходимо разработать технологическую оснастку, режимы производства, а также рабочие составы арболитовой смеси. Были разработаны рабочие чертежи технологической оснастки, подобраны технологические режимы и составы для производства арболитовых блоков, проведены все необходимые испытания готовых изделий.*

**Введение.** Для строительной отрасли Республики Беларусь одной из приоритетных является задача увеличения объёмов индивидуального жилищного строительства и обеспечения снижения его стоимости. Перспективным направлением в решении данной задачи может быть организация производства стеновых материалов из арболита, получаемого по новой технологии с использованием доступного местного сырья.

Разработано большое количество способов уплотнения арболитовой смеси – вибропрессование, силовой вибропрокат, вибрирование с пригрузом и т.д. Эти способы отличаются высокой трудоёмкостью, продолжительностью, требуют мощного силового оборудования, не обеспечивают направленную укладку заполнителя в смеси. В Полоцком государственном университете разработана и теоретически обоснована технология колебательного уплотнения арболита. Технология колебательного уплотнения обеспечивает направленное расположение щепы в арболите, уменьшает дефекты структуры и увеличивает прочность до 70 % по сравнению с традиционными методами уплотнения. Это подтверждено с помощью феноменологических моделей теории композиционных материалов, а также патентом на изобретение [1–3].

Для широкомасштабной реализации технологии колебательного уплотнения необходимо разработать технологическую оснастку, режимы производства, а также рабочие составы арболитовой смеси.

Исходя из всего вышесказанного тема исследований, направленная на разработку технологии получения стеновых изделий для малоэтажных зданий на основе модифицированного арболита с направленной укладкой заполнителя и внедрение ее в производство, является актуальной.

**Основная часть.** Разработанная технология колебательного уплотнения арболита вызвала интерес как у государственных, так и у частных организаций, фирм. Для промышленной реализации технологии в соответствии с действующими требованиями по организации выпуска новых видов строительных материалов и конструкций технология производства должна быть представлена в виде технологического регламента.

В отличие от технологий производства традиционного арболита, технология колебательного уплотнения предлагает введение дополнительной операции на этапе уплотнения арболитовой смеси.

Колебательное уплотнение смеси должно быть проведено в следующей последовательности: в форму укладывается бетонная смесь; включается двигатель, и тележка с формой совершает горизонтальные колебания; двигатель выключается, когда смесь займёт горизонтальное положение и заполнит углы формы; включается вибратор и производится вибрирование с пригрузом.

Величина пригруза назначается таким образом, чтобы обеспечить формирование верхнего слоя блока и не нарушить однородность плотности по высоте. Опытным путём установлена величина пригруза, равная 6 кг на 1 блок (0,08 м<sup>2</sup>) [3].

Для реализации горизонтальных колебаний был подобран мотор-редуктор, а также разработаны рабочие чертежи технологической оснастки, представленные на рисунке 1.

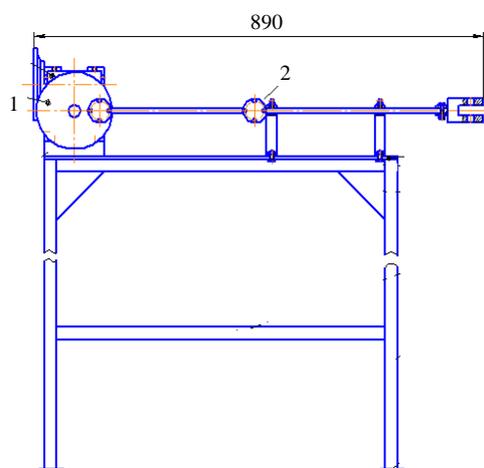


Рис. 1. Механизм для реализации технологии колебательного уплотнения  
1 – мотор-редуктор;  
2 – кривошипно-шатунный механизм

На втором этапе необходимо было выполнить подбор состава арболита. Подбор состава арболита, получаемого по технологии колебательного уплотнения, может быть выполнен в последовательности, определяемой действующими нормативными документами [4–6].

Используя полученные математические модели прочности и плотности [2], построены графики для определения начального расхода цемента и щепы (рис. 2, 3). На первом этапе по этим графикам в зависимости от заданных параметров прочности и плотности назначается ориентировочный расход цемента и древесного заполнителя исходного замеса.

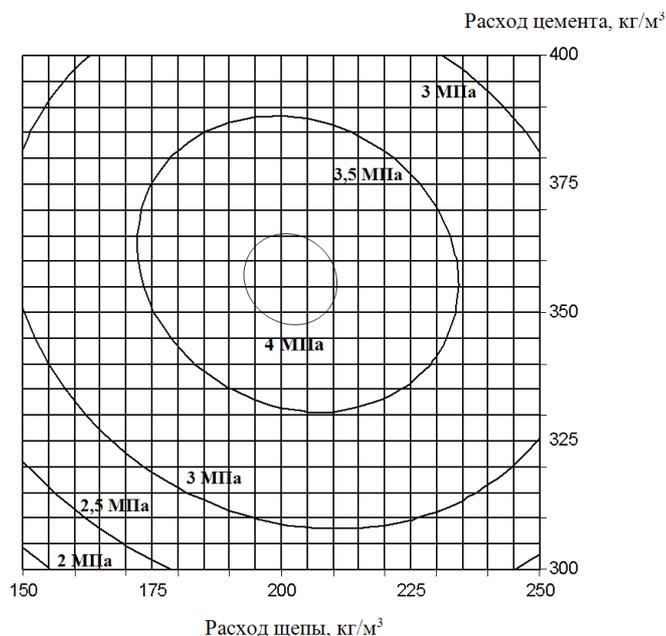


Рис. 2. Зависимость прочности арболита от расхода цемента и расхода щепы

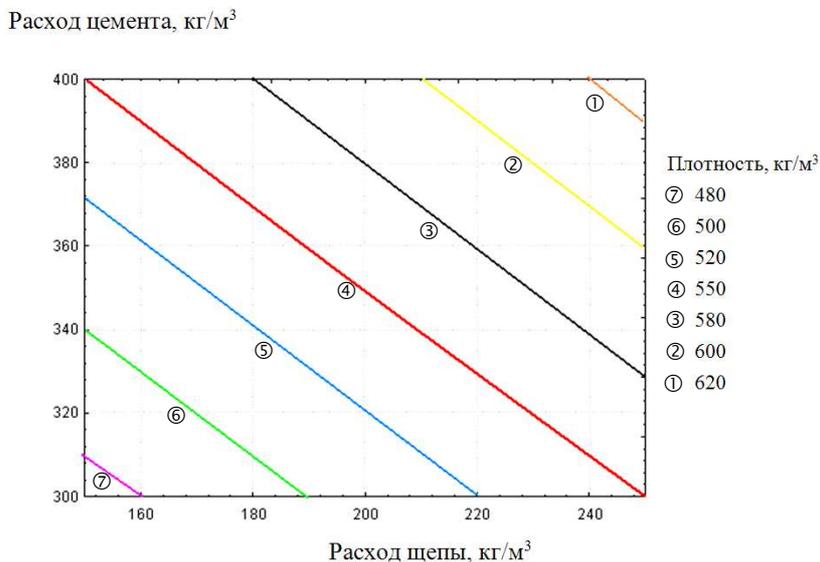


Рис. 3. Зависимость плотности арболита от расхода цемента и расхода щепы

В лабораторных условиях изготавливают исходный замес и дополнительные замесы [6]. Определяется плотность арболита, пересчитывается фактический расход материалов на 1 м<sup>3</sup> арболита.

По результатам испытаний арболитовой смеси и арболита испытанных составов устанавливают зависимости свойств арболитовой смеси от параметров состава и расхода материалов, а также строят график зависимости прочности арболита от основного параметра.

Указанные зависимости и график используют в дальнейшем для назначения и корректировки рабочих составов. По графику зависимости прочности арболита от расхода цемента (расхода древесного заполнителя) определяют значение этого параметра, соответствующего прочности арболита, пересчитыва-

ют состав арболита, исходя из найденного значения расхода цемента, и проверяют его соответствие всем другим нормируемым показателям качества. При получении по результатам испытаний показателей арболита, соответствующих заданным, подобранный состав принимается за номинальный.

В случаях если состав арболита отвечает требованиям по прочности, но не отвечает каким-либо другим требованиям, производится повторный подбор состава с применением технологических приемов, обеспечивающих получение заданных показателей качества арболита, как правило, без увеличения расхода цемента. Назначение и корректировку рабочих составов производят с учетом зависимостей между параметрами состава арболита и свойствами арболита и арболитовой смеси, установленными при подборе номинального состава.

По представленной выше методике был подобран рабочий состав арболита (табл. 1).

Таблица 1

Рабочие составы арболита

№ состава	Цемент (кг/м <sup>3</sup> )	Щепа (кг/м <sup>3</sup> )	Вода (кг/м <sup>3</sup> )	Вид добавки	Количество добавки, %
1	350	300	285	Хлористый кальций	2
2	350	300	285	Арбел	5

На *третьем этапе* необходимо было выполнить все необходимые испытания готовых изделий в соответствии с СТБ 1105 [7]. Результаты испытаний прочности арболита представлены в таблице 2.

Таблица 2

Определение прочности арболита

Шифр образца	Проектная марка бетона	Масса образца, г	Размеры образца, мм			Средняя плотность образца в момент испытания, кг/м <sup>3</sup>	Разрушающая нагрузка, кН	Масштабный коэффициент	Предел прочности на сжатие, МПа	Средняя прочность серии образцов, МПа
1	M25	3271	150	150	150	962	54	1	2,4	2,5
2		3298	150	150	150	970	56		2,5	
3		3322	150	150	150	977	56		2,6	

Средняя фактическая прочность на сжатие образцов-кубов арболита марки M25, изготовленных по технологии колебательного уплотнения, составляет 2,5 МПа.

Результаты испытаний плотности арболита представлены в таблице 3.

Таблица 3

Определение плотности арболита

Шифр образца	Проектная марка бетона	Масса образца, г	Размеры образца, мм			Средняя плотность высушенного образца, кг/м <sup>3</sup>	Примечание
1	D600	3271	150	150	150	548	
2		3298	150	150	150	553	
3		3322	150	150	150	557	

Средняя фактическая плотность образцов-кубов арболита марки D600, изготовленных по технологии колебательного уплотнения, составляет 553 кг/м<sup>3</sup>.

Результаты испытаний морозостойкости арболита представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4

Режим испытаний морозостойкости арболита

Размеры образцов, мм	Режим испытаний			
	замораживание		оттаивание	
	время, не менее, ч	температура, °С	время, ч	температура, °С
150×150×150	3,5	минус 18 ± 2	3,0 ± 0,5	18 ± 2





В результате испытаний образцов арболита, изготовленных по технологии колебательного уплотнения, установлено среднее значение коэффициента теплопроводности, равное 0,128 Вт/м·°С.

**Заключение.** Результаты выполненных исследований свидетельствуют о целесообразности промышленного внедрения технологии колебательного уплотнения арболита в сопоставлении с технологиями изготовления традиционного арболита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Арболит и изделия из него. Общие технические условия: ГОСТ 19222-84. – Введ. 01.01.85. – М.: Госкомитет СССР по делам строительства: НИИЖБ Госстроя СССР, 1985. – 21 с.
5. Смеси арболитовые. Технические условия: СТБ 2140-2010. – Введ. 18.11.2010. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 2011. – 6 с.
6. Бетоны. Правила подбора состава: СТБ 1182-99. – Введ. 04.10.1999. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 2000. – 8 с.
7. 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.
8. Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности при стационарном тепловом режиме: СТБ 1618-2006. – Введ. 01.07.2006. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 2006. – 12 с.

Поступила 08.06.2015

#### INDUSTRIAL TECHNOLOGY INTRODUCTION OSCILLATORY SEAL THE CEMENT WOOD

V. BOZYLEV, A. LISOUSKI, A. YAGUBKIN

*In Polotsk state University developed and theoretically justified vibrational technology seal the cement wood. Technology oscillating seal provides directional arrangement of chips in the cement wood, reduces defects in the structure and increases the strength up to 70 % compared with traditional methods of compaction. This is confirmed with the help of phenomenological models of the theory of composite materials, as well as a patent for the invention. Laboratory studies allow us to conclude about the advantages of using arbolit obtained by vibrational technology in comparison with traditional cement wood. However, for large-scale implementation of this technology it is necessary to develop manufacturing tools, modes of production, and also working compounds wood concrete mixture. Have developed working drawings of tooling, selected process conditions and compositions for the production of wood concrete blocks, carried out all necessary tests of the finished products.*