

УДК 666.973.2:666.97.031

**АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКОВ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО АРБОЛИТА
В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА****канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ; А.Н. ЯГУБКИН
(Полоцкий государственный университет)**

Демонстрируется разработанное в Полоцком государственном университете инновационное решение – способ направленной укладки заполнителя, позволяющий увеличить прочность изделий на 70%, снизить их теплопроводность на 20%, и добавка-модификатор арболитовой смеси, позволяющая получить изделия с более низкой эксплуатационной влажностью. Представлено его практическое внедрение в производство модифицированного арболита по технологии колебательного уплотнения, которое успешно освоено на предприятии ООО «ЭкономЭнергоРесурс». В соответствии с действующими требованиями по организации выпуска новых видов строительных материалов и конструкций, особенности производства блоков из модифицированного арболита, полученных по технологии колебательного уплотнения, должны быть проработаны на научном уровне, чтобы затем стать основой технологического регламента.

В настоящее время строящиеся в Республике Беларусь здания имеют существенные недостатки: 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.

В условиях рыночной экономики стеновые материалы должны отвечать новым современным требованиям по созданию благоприятного микроклимата в жилых помещениях, стремясь к признанному эталону – стенам, изготовленным из натурального дерева. Выполнить комплекс поставленных требований может новый вид арболита, а также инновационные решения, разработанные в Полоцком государственном университете, такие как способ направленной укладки заполнителя, обеспечивающий увеличение прочности изделий на 70% и снижение теплопроводности на 20%, и добавка-модификатор, позволяющая получить изделия с более низкой эксплуатационной влажностью.

Аналоги арболита широко используются в Австрии, Великобритании, Германии, Голландии, России, Словакии, США, Японии и других странах.

Основная часть. В соответствии с действующими требованиями по организации выпуска новых видов строительных материалов и конструкций особенности производства блоков из модифицированного арболита, полученных по технологии колебательного уплотнения, определяют необходимость научной проработки, чтобы затем стать основой технологического регламента.

Материалы, используемые для производства блоков, должны удовлетворять требованиям действующих нормативно-технических документов и относиться к числу разрешенных Министерством здравоохранения Республики Беларусь и ГУВПС МВД Республики Беларусь.

В качестве вяжущего необходимо применять портландцемент по ГОСТ 10178 [1]. В качестве органических заполнителей должны применяться измельченная древесина из отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, соответствующие требованиям ГОСТ 19222 [2]. Химические добавки применяются в соответствии с требованиями ГОСТ 19222 [2], КХД1 [3]. Вода должна соответствовать требованиям СТБ 1114 [4].

Древесный заполнитель со склада к месту дозирования следует транспортировать ленточными транспортерами, скиповыми устройствами, пневмотранспортом и другими средствами, исключая его загрязнение. Древесный заполнитель в момент подачи на дозирование должен иметь положительную температуру. В зимнее время допускается замачивание в подогретой до 70 °С воде. Длительность замачивания древесного заполнителя назначается на основании результатов лабораторных испытаний и должна составлять не менее 15 минут. Арболитовая смесь изготавливается и транспортируется с использованием оборудования, применяемого на заводах сборного железобетона.

Древесный заполнитель дозируется объемно-весовым способом с последующей корректировкой состава смеси арболита по контролю насыпной плотности заполнителя в весовом дозаторе. Вода к смеси-телю должна подаваться по трубопроводу с регулируемой подачей.

Добавка Арбел вводится на стадии приготовления цементного теста, что позволяет защитить цемент от агрессивного действия вредных веществ, выделяющихся из древесного заполнителя. Добавка вводится в виде 10 %-ного водного раствора вместе с водой затворения к цементу, затем на 2 этапе добавляется древесный заполнитель. Продолжительность перемешивания арболитовой смеси, считая с момента загрузки всех материалов в смеситель циклического действия и до начала её выгрузки, определяется опытным путем и должна составлять не менее 3 минут. Арболитовая смесь от смесителя к месту укладки

транспортируется бетонораздатчиками или другими транспортными средствами, исключаящими ее расслаивание и потерю составляющих. Высота падения арболитовой смеси при перегрузках не должна превышать 1 метра до верхней кромки приемного бункера.

Изделия из арболитовой смеси формируют в металлических формах, удовлетворяющих требованиям СТБ 1120-98 [5]. Перед формированием поддоны и бортоснастка должны быть тщательно очищены, формы собраны и смазаны. В зимнее время формы должны иметь положительную температуру, но не более 40 °С.

При закладке арболитовой смеси в формы необходимо соблюдать следующие требования:

- время от момента выгрузки из смесителя до укладки должно быть не более 20 минут;
- применять специальные бетоноукладчики и другие механизмы с рабочими органами, обеспечивающими равномерное распределение смеси по всей площади формы;
- арболитовую смесь укладывать без перерывов.

При уплотнении арболитовых смесей необходимо:

- обеспечивать расчетное уплотнение смеси по всему объему конструкции;
- не допускать расслоения арболитовой смеси в верхнем слое конструкции, а также оседания цементного теста в нижнем слое;
- добиваться равномерной укладки арболитовой смеси, соблюдая горизонтальность уложенных слоев;
- не допускать вытекания цементного теста из формы.

Колебательное уплотнение смеси должно осуществляться 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.

Пригруз назначается таким образом, чтобы обеспечить формирование верхнего слоя блока и не нарушить однородность плотности по высоте. Масса пригруза, равная 6 кг на 1 блок (0,08 м²), установлена опытным путём.

Отформованные конструкции из арболита должны твердеть в условиях, обеспечивающих достижение арболитом распалубочной или отпускной прочности в наиболее короткие сроки при соблюдении требований по экономии цемента и качеству готовых конструкций.

Твердение конструкций из арболита осуществляется при соблюдении определенных условий следующими способами:

- в естественных условиях при температуре воздуха не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха 60...80 %;
- тепловой обработкой в камерах при температуре не более 55 °С и относительной влажности воздуха 50...60 %;
- электропрогревом при температуре не более 55 °С.

После приобретения арболитом прочности при сжатии, равной 50 % проектной, но не менее 0,5 МПа, конструкции распалубиваются и хранятся на крытом складе готовой продукции до приобретения отпускной прочности или прочности арболита при сжатии, соответствующей его классу.

В зимних условиях конструкции из арболита после распалубки хранят в закрытом помещении с температурой не ниже 15 °С также до приобретения отпускной прочности или прочности арболита при сжатии, соответствующей его классу.

Для контроля качества основных технологических показателей определяется соответствие показателей качества исходных материалов, арболитовой смеси, готовых конструкций из него и параметров технологических режимов производства нормируемым показателям. Значения показателей должны быть указаны в стандартах или технических условиях на конструкции конкретных видов, или в требованиях технологической документации. Показатели устанавливаются по данным входного, операционного и приемочного контроля в соответствии с требованиями ГОСТ 13015.1 [6].

Номенклатура показателей качества конструкций и параметры технологических режимов, подвергаемые входному, операционному и приёмочному контролю, принимаются по ГОСТ 13015.1 [6].

Следует определять качество материалов, используемых для изготовления арболита: цемента – по ГОСТ 310.1, ГОСТ 310.3, ГОСТ 310.4 [7–9]; древесной дробленки – по ГОСТ 19222 [2]; химических добавок – по стандартам или техническим условиям на данный вид химической добавки.

Контроль приготовления арболитовой смеси и проверка её качества производится путём отбора проб из арболита каждого класса не реже двух раз в смену и испытаний их по СТБ 2140 [10] и ГОСТ 10180 [11]. Контроль прочности при сжатии и плотность арболита, а также контроль назначенного технологического режима выполняют ежемесячно для каждого класса арболита. Для этого изготавливают по режиму, принятому на производстве, три серии образцов, по три образца в каждой, размером 150×150×150 мм. Первую серию выдерживают в течение 28 суток. Две серии контрольных образцов должны твердеть по одинаковому с контролируемыми конструкциями режиму до момента определения отпускной прочно-

сти (7 суток), после чего образцы испытываются на сжатие с обмером и взвешиванием для определения плотности, высушиваются до постоянной массы для определения влажности по ГОСТ 12730.1 [12] и ГОСТ 12730.2 [13].

Через 28 суток на образцах первой и третьей серии определяют среднюю прочность при сжатии (единичное значение прочности) арболита, учитываемую при статистической обработке по пункту 1.7 ГОСТ 10180 [11], а плотность образцов – по ГОСТ 12730.1 [12].

Для уточнения распалубочной прочности арболита следует изготавливать и испытывать образцы в возрасте 1...3 суток. Средняя фактическая прочность (класс) и плотность арболита признается удовлетворяющей проектным требованиям, если прочность его не ниже требуемой, а плотность испытанных образцов не превышает проектное значение более чем на 5%. Отпускную прочность при сжатии раствора отделочных слоев проверяют на образцах размером 7×7×7 см в соответствии с ГОСТ 10180 [11]. Образцы для проверки класса бетона (раствора) отделочных слоев изготавливают один раз в сутки. Влажность арболита в конструкциях проверяют не менее одного раза в месяц по ГОСТ 19222 [2]. Плотность арболита в конструкциях контролируют путем взвешивания конструкций динамометром с обязательной проверкой фактической толщины отдельных слоев. Плотность арболита в конструкциях целесообразно проверять на конструкциях, в которых производится контроль отпускной влажности арболита.

Морозостойкость арболита следует определять по ГОСТ 10060.1 [14] перед началом производства изделий конкретного вида, а затем через каждые 3 месяца или при изменении технологии изготовления.

До начала производства конструкций, а также в сроки, указанные в стандартах и технических условиях на конкретные виды конструкций, следует проверять следующие показатели арболита: водопоглощение – по ГОСТ 12730.3 [15]; коэффициент теплопроводности – по СТБ 1618 [16].

Производство модифицированного арболита по технологии колебательного уплотнения успешно освоено в городе Молодечно на предприятии ООО «ЭкономЭнергоРесурс» (рис. 1).



а)

б)

а – оборудование для изготовления арболитовой смеси; б – оборудование для формования блоков

Рисунок 1 – Линия по производству блоков из модифицированного арболита по технологии колебательного уплотнения (ООО «ЭкономЭнергоРесурс», г. Молодечно)

Продукция ООО «ЭкономЭнергоРесурс» пользуется повышенным спросом по всей республике. Созданы специальные строительные бригады, специализирующиеся на арболите. Активно ведется строительство индивидуальных жилых домов (рис. 2).



Рисунок 2 – Строительство индивидуальных жилых домов в Минском районе из модифицированного арболита (ООО «ЭкономЭнергоРесурс», г. Молодечно)

Заключение. Результаты практического внедрения представленных инновационных решений указывают на эффективность проекта. Полученные результаты также возможно применять в практической деятельности проектных организаций, производителей строительных материалов. Основные теоретические и практические положения, разработанные в рамках технологии колебательного уплотнения модифицированного арболита, могут быть использованы и в учебном процессе строительных специальностей вузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия: ГОСТ 10178-85 / М-во промышленности строительных материалов СССР. – Введ. 01.01.87. – М.: Стройиздат, 1987. – 9 с.
2. 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.
3. Химические добавки для бетонов и строительных растворов. Каталог – КХД1-2007 / М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь; сост. Н.С. Протько. – Минск: Белстройцентр, 2007. – 57 с.
4. Вода для бетонов и растворов. Технические условия: СТБ 1114-98. – Введ. 01.01.99. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 1998. – 20 с.
5. Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия: СТБ 1120-98 / М-во промышленности строительных материалов СССР. – Введ. 01.06.99. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 1999. – 19 с.
6. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Приёмка: ГОСТ 13015.1-81. – Введ. 01.07.82. – М.: Стройиздат, 1987. – 21 с.
7. Цементы. Методы испытаний. Общие положения: ГОСТ 310.1-76 / М-во промышленности строительных материалов СССР. – Введ. 01.01.78. – М.: Стройиздат, 1977. – 3 с.
8. Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема: ГОСТ 310.3-76. – Введ. 01.01.78. – М.: Стройиздат: М-во промышленности строительных материалов СССР, 1977. – 9 с.
9. Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии: ГОСТ 310.4-76. – Введ. 01.07.83. – М.: Стройиздат: М-во промышленности строительных материалов СССР, 1983. – 17 с.
10. Смеси арболитовые. Технические условия: СТБ 2140-2010. – Введ. 18.11.2010. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 2011. – 6 с.
11. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180-2012. – Введ. 14.04.15. – Минск: Госстандарт, 2015. – 33 с.
12. Бетоны. Методы определения плотности: ГОСТ 12730.1-78. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов: СССР, 1980. – 5 с.
13. Бетоны. Методы определения влажности: ГОСТ 12730.2-78. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов: СССР, 1980. – 3 с.
14. Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости: ГОСТ 10060.1-95. – Введ. 01.04.97. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь: НИИЖБ Рос. Федерации, 1997. – 6 с.
15. Бетоны. Методы определения водопоглощения: ГОСТ 12730.3-78. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов: СССР, 1980. – 3 с.
16. 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 02.12.2015

**ANALYSIS OF MANUFACTURING A BLOCK OF MODIFIED ARBOLIT
IN CONDITIONS OF PILOT PRODUCTION**

V. BOZYLEV, A. YAGUBKIN

Innovative solutions developed in Polotsk State University, are paving the way directed aggregate, which can increase the strength of the product by 70% and reduce their thermal conductivity by 20%; modifier additive wood-concrete mixture, which allows to obtain products with a low operational humidity. The main factor that confirms any innovative solution is a practical implementation. Production of modified arbolit technology vibrational packing was successfully launched in Molodechno the company OOO "EkonomEnergoResurs". In accordance with the applicable requirements for the organization of new types of building materials and structures, especially the production of modified blocks arbolit obtained vibrational packing technology should be worked out on a scientific level, to then form the basis of production schedules.