

3. Дубовская, Л.Ю. Разработка композиционного материала целевого назначения на основе мягких отходов деревообработки и модифицированного жидкого стекла: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.21.05 / Л.Ю. Дубовская; Белорусский гос. технолог. ун-т. – Минск, 2008. – 19 с.
4. Щибря, А.Ю. Эффективный теплоизоляционный материал из поризованного арболита на рисовой лузге: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Ю. Щибря; Кубанский гос. технологический ун-т. – Ростов н/Д, 2000. – 21 с.
5. Смирнова, О.Е. Теплоизоляционные материалы на основе костры льна: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.05 / О.Е. Смирнова; Новосибирский гос. архит.-строит. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 18 с.
6. Петров, А.Н. Теплоизоляционные материалы на основе соломы и неорганических связующих: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Н. Петров. – Казань, 1998. – 178 с.

УДК 666.973.2:666.97.031

Ягубкин А.Н.; Бозылев В.В., канд. техн. наук, доц.; Зеленкевич Д.С.
(ПГУ, г. Новополоцк)

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ И ВЛАЖНОСТЬ АРБОЛИТА, ПОЛУЧЕННОГО ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

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, 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: зимой тепло, летом прохладно. 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, подвержённость гниению деревянных конструкций, а 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 трудногоряемых материалов, имеет высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства, хорошо отделяется цементным раствором, пилится и гвоздится. Материал надёжно 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.

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.

Таблица 1

Составы арболита, модифицированного добавками

| № состава | Цемент (кг/м ³) | Щепа (кг/м ³) | Вода (кг/м ³) | Вид добавки | Кол-во добавки, % |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 350 | 200 | 325 | – | – |
| 2 | 350 | 200 | 325 | Хлористый кальций | 2 |
| 3 | 350 | 200 | 325 | Арбел | 5 |
| 4 | 350 | 200 | 325 | Арбел + С-3 | 5 + 0,6 |

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.

Дополнительно по результатам испытаний были определены:

– коэффициент размягчения:

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

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

$R_{\text{сж.с}}$ – прочность на сжатие арболита в сухом состоянии.

– коэффициент сохранения прочности при высушивании до постоянной массы:

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

где $R_{\text{сж.в}}$ – 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 |

Из таблиц 2, 3 видно, что 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 | | | | |
| | | $W, \%$ | $R_{сж.е}$ | $W, \%$ | $R_{сж.е}$ | | | |
| 1 | 0,97 | 12,00 | 1,10 | 80,00 | 0,65 | 0,67 | 0,88 | 1,13 |
| 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 | 2,19 | 0,58 | 0,89 | 1,12 |
| 4 | 4,19 | 12,50 | 4,70 | 80,00 | 2,39 | 0,57 | 0,89 | 1,12 |

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 [8]. 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 [9]. 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 [10].

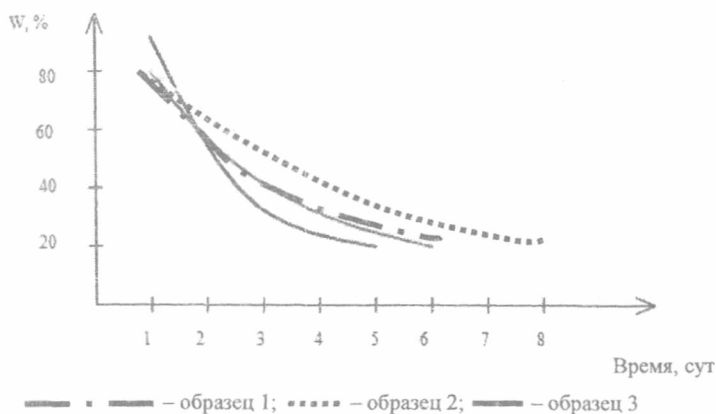
Для испытаний были изготовлены образцы-кубы с размером ребра 20 см из арболита с добавкой Арбел (образец 1), из арболита с добавкой хлористого кальция (образец 2), и образец, выпиленный из сосны (образец 3). Расход компонентов был принят по таблице 1. Образцы высушивались до постоянной массы и погружались 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, 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.



Исследование кинетики сушки арболита в естественных условиях

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 и на 25 % времени достижения отпускной влажности.

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-ству, 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. Полоцкого 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. 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.
9. Блоки стеновые из арболита для малоэтажного строительства. Технические условия: СТБ 1105-98. – Введ. 19.03.1998. – Минск: Минстрой-архитектуры Респ. Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 1998. – 26 с.
10. 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.

УДК 622.867.322; 614.894

Ехилевский С.Г., д-р техн. наук; Ольшанников С.А.; Потапенко Е.П.
(ПГУ, г. Новополоцк)

**ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ
НА КВАЗИСТАЦИОНАРНЫЙ ПРОФИЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ CO_2
В РЕГЕНЕРАТИВНОМ ПАТРОНЕ АППАРАТОВ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-
РЕМОНТНЫХ РАБОТ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ,
НЕПРИГОДНЫХ ДЛЯ ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Обычно при математическом моделировании сорбции углекислого газа в изолирующих дыхательных аппаратах пользуются стационарными граничными условиями, означающими постоянство расхода регенерируемого воздуха и концентрации молекул CO_2 на входе в фильтр [1; 2]. Вместе с тем для оптимизации работы аппарата предлагаются устройства с несколькими регенеративными патронами, отличающимися режимами их работы и способом включения в воздухопроводную часть [3 – 5]. Очевидно, рабочий процесс в таких аппаратах выходит за рамки традиционных моделей, так как концентрация CO_2 на входе во второй патрон [4] монотонно