

*А.А. Соловьева, Л.С. Шевцов, С.А. Соловьев,
Вологодский государственный университет*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРБОЛИТА ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

В статье рассматриваются вопросы изменения прочностных свойств арболита при его повышенной влажности. Приводятся экспериментальные данные испытаний кубических контрольных образцов арболита с размером стороны 100 мм. Результаты испытаний показывают как снижение прочности арболита при сжатии, так и увеличение коэффициента вариации прочности с ростом влажности. Оптимальный уровень влажности арболита составляет 13–17 %, что соответствует равновесной влажностной влажности арболита после 3–5 лет эксплуатации.

Арболит, легкий бетон, органические заполнители, влажность, древесно-цементный композит.

В соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 19222-2019 «Арболит и изделия из него», арболит – легкий бетон на цементном вяжущем, древесной дробленке и химических добавках. Арболит является одним из видов легких бетонов, которые производятся на органическом заполнителе (щепа). Расчетное сопротивление арболита по ГОСТ 19222-2019 при сжатии составляет от 0,3 до 2,1 МПа. На основе этих характеристик арболит используется в виде различных конструктивных элементов зданий.

К недостаткам арболита относится повышенная гигроскопичность [1]. Повышение влажности легких бетонов приводит, как правило, к снижению теплозащитных свойств и прочностных показателей.

В соответствии с ГОСТ 54854-2011 «Бетоны легкие на органических заполнителях растительного происхождения», влажность арболита при отгрузке их потребителю не должна превышать 25 % по массе. Нарушение технологии хранения арболита зачастую приводит к росту влажности конструкций из арболита.

Целью исследования является экспериментальное исследование прочности блоков арболита повышенной влажности. Контрольные образцы были вырезаны из полноценных арболитовых блоков с проектным классом по прочности В1,5 и размерами 300×250×500 мм, условия хранения которых были нарушены, что привело к повышению влажности.

Повышение влажности арболита ведет к росту коэффициента вариации его прочностных свойств. По данным таблицы коэффициент вариации в партии образцов составил 0,27.

В [2] по результатам испытаний контрольных образцов также установлено, что «при испытаниях арболита следует принимать во внимание большую статистическую изменчивость результатов при испытаниях. Это обстоятельство нужно учитывать при определении необходимого количества образцов. При проведении испытаний образцов арболита в лаборатории ЮЗГУ были получены следующие коэффициенты вариации в двух сериях: 24,87 % и 20,7 1%» (рис. 1).

Таблица

Данные испытаний контрольных образцов

№ образца	Масса после испытаний, г	Масса высушенного до постоянной массы образца, г	Влажность, %	Прочность, МПа
1	828	640	29,38	0,99
2	356	274	29,93	0,62
3	646	460	40,43	0,49
4	560	414	35,27	0,55
5	766	580	32,07	0,93
6	664	516	28,68	0,51
7	470	356	32,02	0,48
8	566	464	21,98	0,79
9	538	400	34,50	0,51
10	784	624	25,64	0,88
11	710	578	22,84	0,80

а)



б)



Рис. 1. Общий вид контрольных образцов: а) до приложения нагрузки; б) после достижения предельной нагрузки

Прочность образцов повышенной влажности

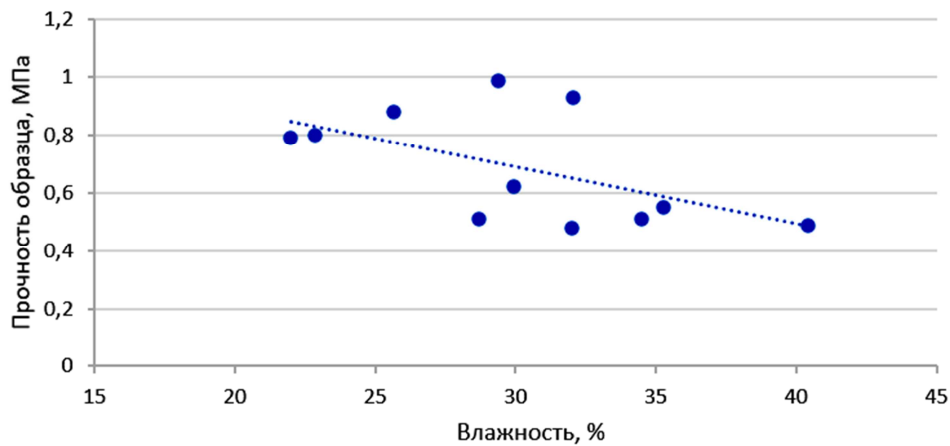


Рис. 2. Графическая зависимость прочности при сжатии от влажности контрольных образцов арболита

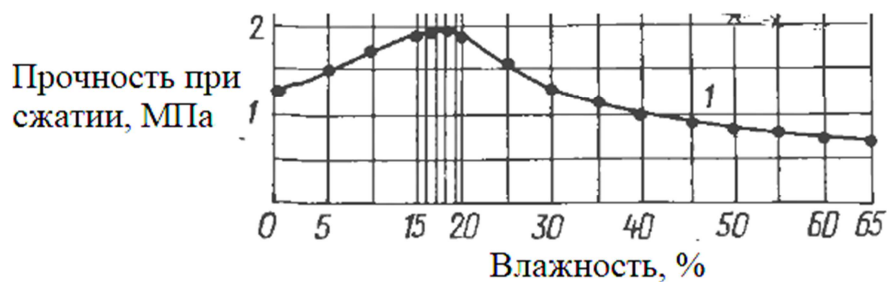


Рис. 3. Графическая зависимость прочности при сжатии от влажности контрольных образцов арболита по [4]

На рисунке 2 приведена графическая зависимость между прочностью контрольных образцов при сжатии и влажностью контрольных образцов после испытания, полученных методом высушивания в сушильном шкафу до постоянной массы.

В исследовании [3] отмечается, что арболит показывает наибольшую прочность при естественной влажности, равной 11–13 %. Данный показатель соответствует равновесной влажности, т.е. фактической средней влажности арболита по толщине стены конструкции и сторо-

нам света за отопительный период после 3–5 лет эксплуатации. Равновесную весовую влажность в конструкциях из арболита зданий с сухим режимом эксплуатации в сухой и нормальной климатических зонах влажности и зданий с нормальным режимом эксплуатации в сухой климатической зоне принимают равной 10 %. В остальных конструкциях из арболита равновесную влажность принимают равной 15 %.

В [4] приводится вывод о том, что подтверждением причины снижения прочности арболита вследствие

деструкционных процессов при снижении его влажности менее 15–17 % явились результаты исследований, которые показали, что в арболите, высушенном до абсолютно сухого состояния, а затем увлажненном до экстремального значения, первоначальная прочность не восстанавливается (рис. 3). Снижение прочности арболита при высушивании вызвано деструкционными процессами, протекающими по границе раздела фаз «цементный камень – древесный наполнитель».

Приведенная прочность арболита при влажности 16 % определяется по [4] в виде:

$$R_{сж(16)} = R_{сж(w)} [1 \pm \alpha(w-16)], \quad (1)$$

где $R_{сж(w)}$ – предел прочности арболита при сжатии при влажности w ; α – поправочный коэффициент на влажность, полученный эмпирическим путем (для арболита без добавок $\alpha = 0,03$); поправочный коэффициент принимается со знаком «+» при влажности $w > 16$ и со знаком «-» при влажности $w < 16$.

При перерасчете по (1) на влажность 16 % данных в таблице, можно получить среднюю прочность при сжатии 0,96 МПа (в то время как при средней влажности 30 % прочность составила 0,68 МПа), а коэффициент вариации снизился до 24 % с 27 %.

В [5] рассмотрены численные методы моделирования работы арболита как строительного материала, которые могут быть скорректированы с учетом влияния влажности и получать достоверные результаты анализа напряженно-деформированного состояния строительных конструкций из арболита на различных стадиях жизненного цикла. Участки повышенной влажности можно выявить в том числе путем теплотехнического обследования [6]. Исследование аспектов снижения прочности приобретают особую важность при проектировании конструкций на основе высокопрочного арболита [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что прочность арболита снижается при снижении или повышении влажности от ее равновесного значения

для арболита, которое составляет 13–17 %. Нарушение правил хранения блоков из арболита приводит к повышению их влажности, превышающих предельную отпускную влажность. Неразрушающий контроль влажности в конструкциях позволит создать численные или аналитические модели прогноза прочности кладки.

Литература

1. Орешкин, Д. В. Теоретическое обоснование использования древесины мягколиственных пород в строительстве / Д. В. Орешкин // Строительные материалы. – 2015. – № 7. – С. 30–32.
2. Масалов, А. В. Анализ методики испытаний арболита на прочность при сжатии / А. В. Масалов, Ю. А. Мицкус // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2–3. – С. 185–187.
3. Ягубкин, А. Н. Влияние влажности на водостойкость и долговечность арболитовых изделий / А. Н. Ягубкин // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2012. – С. 60–63.
4. Наназашвили, И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции / И. Х. Наназашвили. – Ленинград : Стройиздат, 1990. – 415 с.
5. Li, M. Mechanical Characterization of Concrete Containing Wood Shavings as Aggregates / M. Li, M. Kheifia, M. El Ganaoui // International Journal of Sustainable Built Environment. – 2017. – Vol. 6, № 2. – P. 587–596.
6. Карпов, Д. Ф. Алгоритм комплексной диагностики технического состояния строительных конструкций по анализу термограмм / Д. Ф. Карпов // Строительные материалы и изделия. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 23–28.
7. Исследование составов высокопрочного арболита и конструктивных решений на их основе / С. А. Соловьев, А. Д. Летавин, Ю. А. Губина [и др.] // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 4 (14). – С. 39–44.

A.A. Solovyova, L.S. Shevtsov, S.A. Solovyov
Vologda State University

RESEARCH OF WOOD CEMENT CONCRETE STRENGTH INDICATORS AT HIGH HUMIDITY

The article describes the issues of the strength properties behavior of arbolit at its high water content. Experimental data of tests of cubic control samples of arbolit with a side size of 100 mm are presented. The test results show both a decrease in the compressive strength of the arbolit and an increase in the coefficient of strength's variation with increasing of water content. The optimal humidity level of arbolit is 14-17 percent which corresponds to the equilibrium humidity of arbolit after 3–5 years of structural operation.

Arbolit, lightweight concrete, organic aggregates, water content, wood-cement composites.