

УДК 674.8

DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-54-60

СОЗДАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. Запруднов

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

zaprudnov@mgul.ac.ru

Рассмотрены основные факторы, определяющие качество древесно-цементных материалов — свойства исходных компонентов (качество органического заполнителя, вид минерализатора, вид и активность цемента), состав исходных компонентов, технологические факторы (условия приготовления древесно-цементной смеси, метод формования, способ уплотнения и твердения), конструктивные особенности и вид отделки. Среди древесно-цементных материалов, применяемых при производстве древесно-цементных композиций, лучшими качественными показателями обладают быстротвердеющие и быстрохватывающиеся портландцементы марки не ниже 400, позволяющие сокращать время взаимодействия водорастворимых веществ древесины с цементом в ранние сроки твердения древесно-цементного материала. Однако вопросы использования и выбора минеральных вяжущих для приготовления древесно-цементного материала еще недостаточно изучены. Существенное влияние на качество древесно-цементного материала оказывают водо-цементное и древесно-цементное отношения в смеси. Уменьшение водо-цементного отношения или увеличение прочности цемента позволяет повысить прочность древесно-цементного материала. Свойства древесно-цементного материала во многом зависят от метода формования и особенно от степени уплотнения древесно-цементной смеси при изготовлении изделий. С ростом удельного давления прессования прочность древесно-цементного материала резко возрастает. Представляется наиболее целесообразным работающие на сжатие и изгиб несущие и ограждающие конструкции из древесно-цементных материалов проектировать комплексными, например трехслойными. В таких конструкциях хорошо сочетались бы теплофизические, прочностные и деформационные свойства.

Ключевые слова: древесно-цементные композиты, качество древесины, структура композитов, прочность

Ссылка для цитирования: Запруднов В.И. Создание качественных древесно-цементных материалов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 6. С. 54–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-54-60

Основной областью рационального применения древесно-цементных материалов, в которой наиболее эффективно используются их прочностные и деформационные свойства, является прежде всего малоэтажное строительство, где изделия из этих материалов используются во всех конструкциях за исключением фундаментов.

Важнейший фактор, определяющий высокую технико-экономическую эффективность их применения, — наличие в стране богатой сырьевой базы самовозобновляющихся материалов: древесины, отходов сельскохозяйственного производства (костра конопли, льна, стебли хлопчатника,

рисовая солома, сечка камыша, тростника и др.), позволяющее организовать массовое производство строительных изделий из данных видов сырья (таблица и рис. 1) [1].

Большое многообразие факторов, влияющих на качество древесно-цементных материалов, обуславливает широкий спектр их физико-механических свойств. Наиболее полное и реальное отражение термина «качество» представлено в формулировке международного стандарта ISO 8402:1994, согласно которой качество древесно-цементного материала — это совокупность характеристик, относящихся к его способности

Т а б л и ц а

Характеристики древесно-минеральных материалов
Characteristics of wood-mineral materials

| Материал | Средняя плотность, кг/м ³ | Прочность при сжатии, МПа | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · град) |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---|
| Опилкобетон | 950–1250 | 1,0–2,5 | 0,24–0,43 |
| Ксилолит | 1000–1100 | 20,0–30,0 | 0,16–0,40 |
| Фибролит | 300–500 | – | 0,07–0,10 |
| Арболит | 400–850 | 1,2–3,5 | 0,07–0,17 |
| Цементно-стружечные плиты | 1100–1400 | 15 | 0,25 |
| Гипсоволокнистые плиты | 900–1200 | 22–28 | – |
| Гипсоопилочные блоки | 650–850 | 2,0–3,5 | 0,233–0,279 |
| Термиз | 550–650 | 0,4–1,0 | 0,174 |
| Королит | 500–700 | до 1,7 | 0,14–0,16 |
| Дуризол (дюрисол) | 500–600 | 1,5–3,0 | 0,12 |
| Велокс | 550–600 | 5,0 | – |

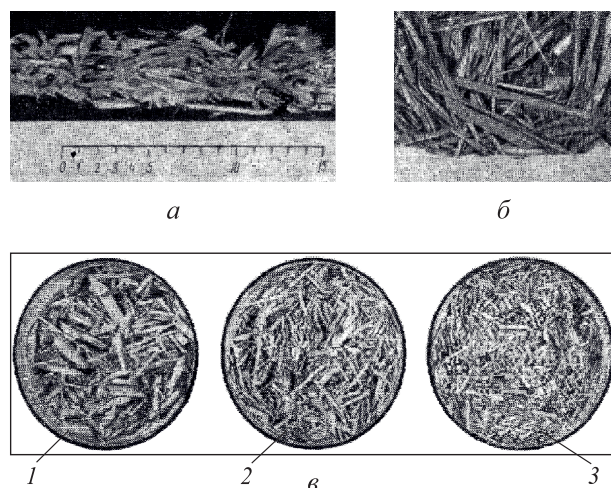


Рис. 1. Органические заполнители для древесно-цементного материала: *a* — древесная дробленка; *б* — сечка камыша; *в* — костра конопли (1 — недробленая; 2 — подвергшаяся дроблению без сеток; 3 — подвергшаяся дроблению с сеткой 5×5 мм)

Fig. 1. Organic aggregates for wood-cement material: *a* — wood crushed stone; *б* — chaff of reeds; *в* — sliver of hemp (1 — uncrushed, 2 — crushed without grids, 3 — crushed with a grid 5×5 mm)

удовлетворять установленным и предполагаемым потребностям в соответствии с назначением.

Существующие стандарты на древесно-цементные материалы (ГОСТ 26816–86, 54854–2011) предусматривают весьма ограниченное количество характеристик их физико-механических свойств, которые связаны в основном с контролем качества технологического процесса изготовления материалов и отражают лишь достигнутые на современном техническом уровне производства средние показатели древесно-цементных материалов, а не предельные возможности материалов целевого назначения.

К основным факторам, определяющим качество древесно-цементных материалов, можно отнести: свойства исходных компонентов (качество органического заполнителя, вид минерализатора, вид и активность цемента); состав исходных компонентов; технологические факторы (условия приготовления древесно-цементной смеси, метод формования, способ уплотнения и твердения); конструктивные особенности и вид отделки (рис. 2 и 3).

Свойства исходных компонентов. Органическое вещество (древесина) и неорганическое гидравлическое вяжущее (цемент) антагонистичны по своей природе. Древесина состоит в основном из органических веществ, на долю которых приходится не менее 99 % общей массы. Элементный химический состав древесины всех пород практически один и тот же [2]. Количество в растворе древесно-цементной смеси гемицеллюлозы и экстрактивных веществ, которые при смешивании

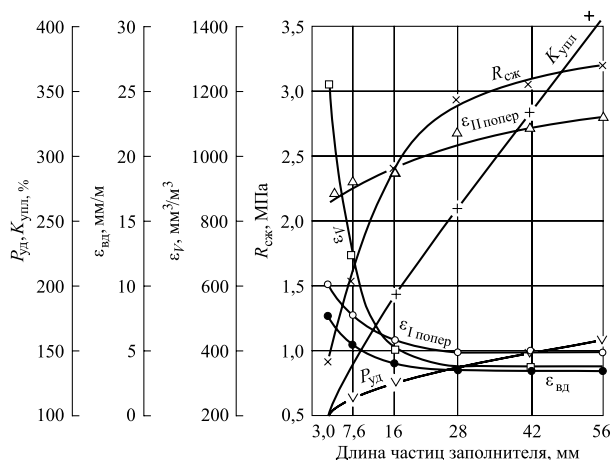


Рис. 2. Зависимость физических свойств арболита и арболитовой смеси от длины частиц заполнителя: ϵ_V — объемная усадка; $\epsilon_{вд}$ — усадка вдоль призмы; $\epsilon_{\perp попер}$ — усадка перпендикулярно направлению прессования; $\epsilon_{\parallel попер}$ — усадка параллельно направлению прессования; $R_{сж}$ — прочность при сжатии; $K_{упл}$ — коэффициент уплотнения; $P_{уд}$ — удельное давление прессования [1, 6]

Fig. 2. Dependence of the physical properties of the arbolite and arbolite mixture on the length of the aggregate particles: ϵ_V — volumetric shrinkage; $\epsilon_{вд}$ — shrinkage along the prism; $\epsilon_{\perp попер}$ — shrinkage perpendicular to the direction of compression; $\epsilon_{\parallel попер}$ — shrinkage parallel to the direction of pressing; $R_{сж}$ — compressive strength; $K_{упл}$ — coefficient of compaction; $P_{уд}$ — specific moulding pressure [1, 6]

древесного заполнителя с цементом вступают с ним в химическое взаимодействие, и предопределяет качество древесно-цементного материала.

Вопросы физико-химического взаимодействия в системе древесина — цемент в настоящее время достаточно полно исследованы [1, 3–6]. При оценке пригодности той или иной породы древесины для изготовления древесно-цементных материалов механические и физические свойства породы древесины часто стоят на втором плане. В первую очередь учитывают вредное действие водорастворимых веществ древесины на цемент.

Для изготовления наиболее качественных древесно-цементных изделий рекомендуется использовать заполнители, получаемые из отходов древесины с наименьшим количеством водорастворимых веществ, такие как ель, пихта, кедр, сосна. Более богаты водорастворимыми веществами осина, береза, тополь, бук и другие лиственные породы.

Неодинаковое содержание водорастворимых веществ приводит к большому различию в сроках схватывания древесно-цементной смеси и влияет на прочность адгезионных связей. В результате древесно-цементные материалы, получаемые из различных пород древесины, имеют различные физико-механические свойства.

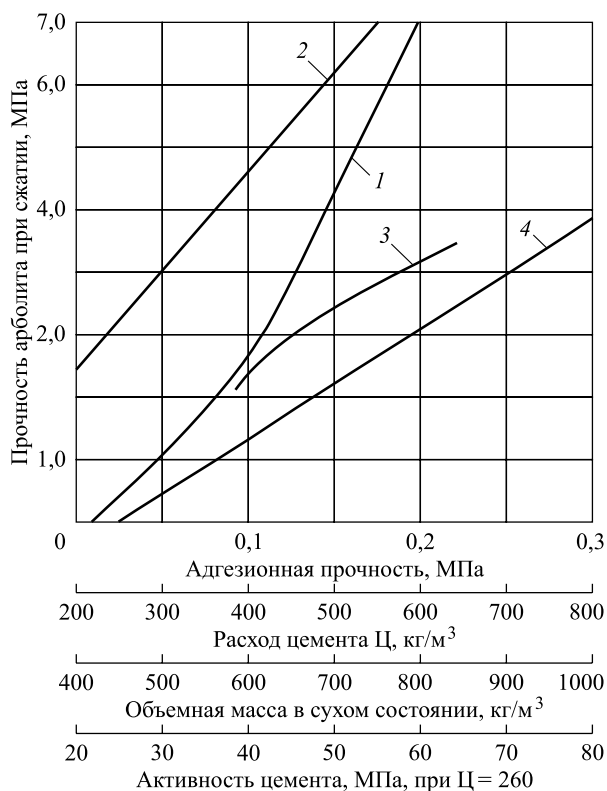


Рис. 3. Зависимость прочности арболита от свойств цемента: 1 — объемная масса; 2 — расход цемента; 3 — активность; 4 — адгезионная прочность [1, 6]
Fig. 3. Dependence of the strength of the arbolite on cement qualities: 1 — bulk mass; 2 — cement consumption; 3 — activity; 4 — adhesion strength [1, 6]

Показатель пригодности измельченной древесины для изготовления древесно-цементного материала определяют испытанием по ГОСТ 54854–2011. Коэффициент пригодности древесины может быть определен по формуле

$$k_{пр} = \frac{Ц A_{ц}}{10 R_{сж} R_{ц}} \quad (1)$$

Здесь $Ц$ — расход цемента, $кг/м^3$; $A_{ц}$ — активность цемента, $МПа$; $R_{сж}$ — прочность древесно-цементного материала при сжатии, $МПа$; $R_{ц}$ — прочность эталонной марки цемента, равная $40 МПа$.

Значительное влияние на свойства древесно-цементного материала оказывает фракционный состав органического заполнителя. Среднее значение коэффициента формы частиц (отношение наибольшего размера к наименьшему) должно быть не более 8. Количество частиц с коэффициентом формы более 8 не должно превышать 2 % для остатка на сите с отверстиями диаметром 20 мм и 10 % — для остатков на ситах с отверстиями диаметром 10 и 5 мм. Размеры древесных частиц измельченной древесины должны быть не более, мм: длина 40, ширина 10, толщина 5. Содержание коры в измельченной древесине не

более 10 %, хвои и листьев не более 5 % по массе сухой смеси заполнителей. Содержание водорастворимых редуцирующих веществ не более 2 %.

Одним из заполнителей для производства древесно-цементных материалов служит костра конопли, которая является отходом первичной переработки стеблей конопли и представляет собой мелкие части стебля неправильной формы длиной от 0,1 до 7 см с поперечным сечением до $25 мм^2$.

Для изготовления фибролита используют специальную стружку (древесную шерсть). Древесную шерсть в виде узких лент получают на древесно-чесальных станках. Требуемые размеры ленты: длина не менее 350 мм, ширина 5...10 мм, толщина 0,2...1,0 мм.

Среди отходов лесопиления и деревообработки, используемых в качестве заполнителя в производстве древесно-цементного материала, всегда возможно наличие смеси различных пород древесины. Не всегда можно организовать тщательный отбор отходов и контроль их состава по виду исходного сырья. Для проверки влияния на прочность древесно-цементного материала различных смесей заполнителей из хвойных и лиственных пород проведены исследования. Результаты исследований, представленные на рис. 4, свидетельствуют о том, что при введении в заполнитель из хвойных пород 20 и 40 % березовой дробленки прочность древесно-цементного материала уменьшается соответственно на 17 и 21 %.

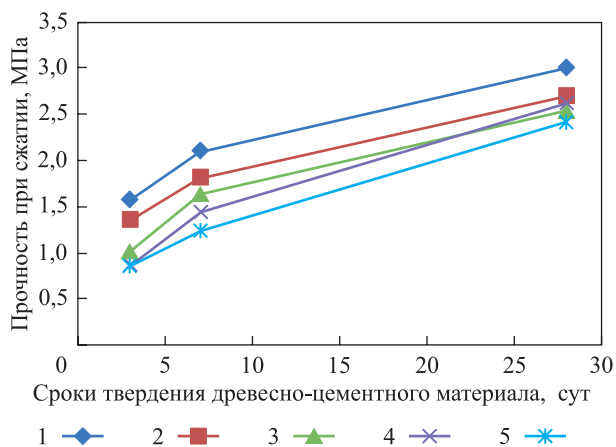


Рис. 4. Зависимость прочности древесно-цементного материала при разных сроках твердения от состава древесной дробленки: 1 — 100 % хвойных пород; 2 — 80 % хвойных пород и 20 % осины; 3 — 60 % хвойных пород и 40 % осины; 4 — 80 % хвойных пород и 20 % березы; 5 — 60 % хвойных пород и 40 % березы
Fig. 4. Dependence of the strength of wood-cement material at different periods of hardening on the composition of hogg chips: 1 — 100 % of coniferous species; 2 — 80 % of coniferous species and 20 % of aspen; 3 — 60 % of coniferous species and 40 % of aspen; 4 — 80 % of coniferous species and 20 % of birch; 5 — 60 % of coniferous species and 40 % of birch

Автор работы [7] предлагает качество бетона характеризовать отношением его прочности R_6 к прочности наиболее слабого элемента R_1 , доказывая, что

$$A = R_6 / R_1. \quad (2)$$

Анализ показывает: поскольку действительная структура древесно-цементного композита имеет сложное строение (рис. 5), коэффициент структуры A может изменяться в пределах

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max} = f(R_6 / R_1; k), \quad (3)$$

где k — коэффициент, учитывающий концентрацию напряжений и прочие факторы.

При A_{\min} или A_{\max} прочность бетона зависит от свойств заполнителя незначительно и определяется в основном прочностью раствора.

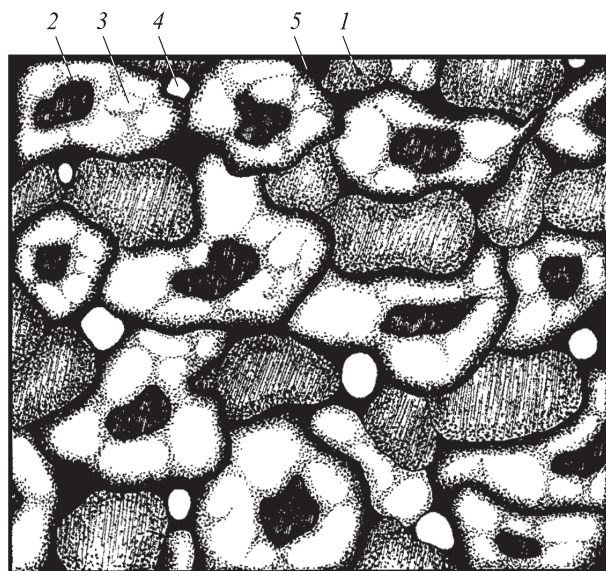


Рис. 5. Микроструктура системы «древесный заполнитель — цементное вяжущее — вода»: 1 — древесный заполнитель; 2 — частицы цемента; 3 — оболочка геля, образованная из растворенных частиц цемента; 4 — воздушные поры; 5 — свободная вода

Fig. 5. Microstructure of the system «wood filler — cement binder — water»: 1 — wood filler; 2 — cement particles; 3 — shell of the gel, formed from dissolved cement particles; 4 — air pores; 5 — free water

Качество древесно-цементных материалов зависит от прочности не только структурных элементов, но и связи между ними. Исследования адгезионных явлений в древесно-цементных композициях позволили выявить слабую адгезию древесины с цементом и установить, что это обстоятельство является одной из главных причин низкой прочности и высокой деформации древесно-цементных материалов. Кроме того, необходимо учитывать и когезионные свойства склеиваемых тел и клеящих веществ, так как явления адгезии и когезии взаимосвязаны.

Глубокое проникновение в природу явлений прилипания требует учета достижений современной науки — физики и химии поверхностей, твердого тела, полимеров и поверхностных явлений. Несмотря на большое количество работ по данной тематике, адгезия продолжает оставаться проблемой, для решения которой надо еще много сделать.

При производстве древесно-цементных материалов широко применяются химические добавки (жидкое стекло, хлорид кальция, нитрат кальция, сернокислый глинозем и др.). В древесно-цементную смесь их вводят для повышения марочной прочности, ускорения процесса твердения, улучшения технологических и деформационных свойств древесно-цементной смеси. Химические добавки локализуют и замедляют действие водорастворимых веществ или покрывают частицы заполнителя водонепроницаемой пленкой, препятствующей соприкосновению вредных веществ заполнителя с цементным тестом. Выбор химических добавок зависит от вида, качества заполнителя, содержания сахаров в водорастворимых веществах древесного заполнителя.

Исследования, проведенные в Мытищинском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана, показали, что обработка поверхностей древесного заполнителя гелем, составленным из жидкого стекла и хлорида кальция, повышает адгезионную прочность соединения для заполнителя из осины в 8,4 раза, березы — в 4,3 раза, сосны — в 2,3 раза. Особенно эффективен гель при изготовлении древесно-цементных материалов из свежесрубленной древесины.

Многие химические добавки, в том числе сернокислый глинозем и хлорид кальция, агрессивны по отношению к стальной арматуре, поэтому вводить их в количестве свыше 2 % от массы цемента не рекомендуется. В настоящее время в качестве минерализаторов древесного заполнителя при производстве древесно-цементных материалов чаще всего применяют растворы хлористого кальция и жидкого стекла.

Среди древесно-цементных материалов, применяемых при производстве древесно-цементных композиций, лучшими качественными показателями обладают быстротвердеющие и быстрострхвывающиеся портландцементы марки не ниже 400, позволяющие сокращать время взаимодействия водорастворимых веществ древесины с цементом в ранние сроки твердения древесно-цементного материала. Следует отметить, что вопросы использования и выбора минеральных вяжущих для приготовления древесно-цементного материала еще недостаточно изучены.

Состав исходных компонентов. Состав древесно-цементной смеси оказывает очень большое влияние на многие свойства древесно-цементного

материала [1, 3–6, 8, 9]. Установлено, что с увеличением класса (марки) древесно-цементного материала модуль упругости, призмная прочность, прочность при растяжении возрастают, а ползучесть, усадка, коэффициент Пуассона снижаются.

У материалов с конгломератным строением (к которым относятся и древесно-цементные материалы) наилучшие показатели свойств достигаются при оптимальной структуре. Оптимальная структура материала характеризуется равномерным распределением твердой фазы в дисперсной среде, предельно возможной плотностью упаковки макрочастиц в конгломерате и его вяжущей части, наличием непрерывной прослойки вяжущего вещества с образованием прочного структурного каркаса из затвердевшего вяжущего.

Подбор состава древесно-цементного материала проводят обычно в заводской лаборатории. При этом основным требованием является получение заданной средней плотности и предела прочности при сжатии при минимально возможном расходе цемента. Иногда выдвигаются новые задачи, связанные с приданием древесно-цементному материалу дополнительных свойств (повышение морозостойкости и т. д.). Расход компонентов для производства 1 м³ древесно-цементного материала зависит от вида заполнителя и его класса.

Существует несколько способов определения состава древесно-цементного материала. Строительные нормы рекомендуют расчетно-экспериментальный способ. При этом необходимо изготовление контрольных образцов (кубов) с последующим их испытанием.

Способ подбора состава древесно-цементного материала с помощью номограмм, разработанный в Мытищинском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана [4], дает возможность определить требуемый состав в сжатые сроки. В основу метода подбора состава древесно-цементного материала положены треугольные диаграммы состав — свойство, для построения которых используется симплексная система координат. Эти диаграммы легко изобразить графически; они позволяют наглядно представить и оценить свойства трехкомпонентной системы, каковой является древесно-цементный материал, и в области оптимума, и во всей исследуемой зоне. Симплексная система координат обладает свойством постоянства суммы независимых переменных и для древесно-цементного материала выглядит так:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \Sigma_k = \text{const}, \quad (4)$$

где x_1, x_2, x_3 — масса соответственно вяжущего, заполнителя и воды в 1 м³ древесно-цементного материала;

Σ_k — суммарная масса всех компонентов в 1 м³ древесно-цементного материала.

Существенное влияние на качество древесно-цементного материала оказывает водоцементное В/Ц и древесно-цементное Д/Ц отношения в смеси. Уменьшение водоцементного отношения или увеличение прочности цемента позволяет повысить прочность древесно-цементного материала. Эта зависимость может быть выражена формулой [7]

$$R_6 = \frac{R_{ц}}{A(B/Ц)^{1/2}}. \quad (5)$$

Здесь R_6 — прочность бетона после 28 сут нормального твердения; $R_{ц}$ — активность цемента; A — коэффициент, учитывающий влияние других факторов; В/Ц — водоцементное отношение.

Для определения состава бетона более удобна зависимость его прочности не от водоцементного, а от цементно-водного отношения. При увеличении цементно-водных отношения с 1,3 до 2,5 эта зависимость является прямолинейной и может быть выражена формулой (5).

Технологические факторы оказывают существенное влияние на повышение качества и изменение свойств древесно-цементного материала [4, 6]. Например, очень важен способ уплотнения древесно-цементной смеси при формовании изделий [4, 6]. Свойства древесно-цементного материала во многом зависят от метода формования и особенно от степени уплотнения древесно-цементной смеси при изготовлении изделий (рис. 6, 7). С ростом удельного давления прессования прочность древесно-цементного материала резко возрастает [1, 6].

Исследования влияния давления прессования на получение составов древесно-цементного материала повышенного качества показали, что давление прессования зависит от количества цемента в смеси. С увеличением расхода цемента в пределах 200...450 кг/м³ давление прессования должно возрасти с 0,3...0,4 МПа до 1,1...1,6 МПа.

Сведения о режимах твердения древесно-цементного материала относятся в основном к тепловлажностной обработке изделий. Так, в работе [5] твердение изделий рекомендуется проводить при относительной влажности воздуха 60...80 %.

Конструктивные особенности и вид отделки древесно-цементных материалов существенно влияют на их качество. Древесно-цементный материал обладает высокой теплоизоляционной способностью, но относительно низкой прочностью и выраженной склонностью к деформациям. Такие свойства древесно-цементного материала, как усадка и набухание, ползучесть и предельная сжимаемость характеризуют этот материал с отрицательной стороны. Натурные обследования зданий различного назначения, проведенные ав-

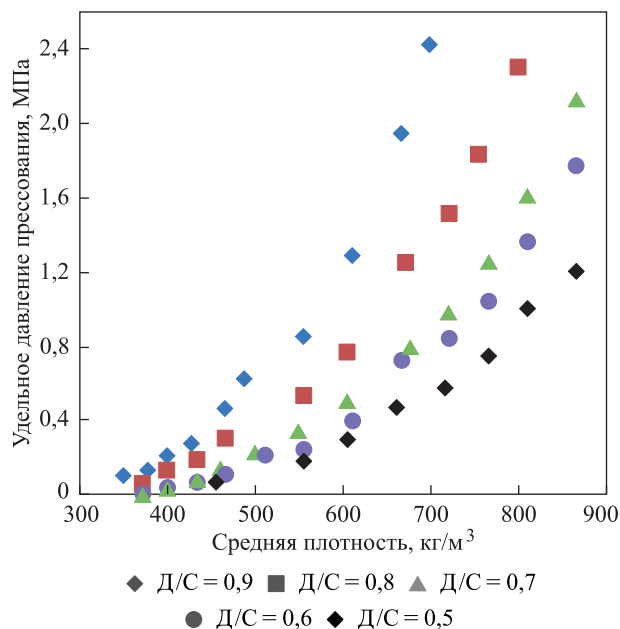


Рис. 6. Влияние удельного давления при прессовании древесно-цементной смеси на среднюю плотность материала при различных соотношениях Д/С [5]

Fig. 6. Influence of the specific pressure on the average density of the material during pressing wood cement mixture at different D/C ratios [5]

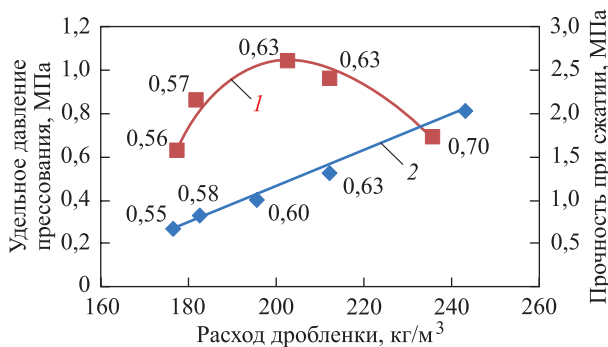


Рис. 7. Влияние удельного давления, расхода дробленки и значения Д/С (значение Д/С дано цифрами) на прочность арболита при расходе цемента 330 kg/m^3 [6]: 1 — прочность на сжатие; 2 — удельное давление прессования

Fig. 7. The influence of the specific pressure, the consumption of the hogged chips and the value of D/C (the value of D/C is given in figures) on the strength of the arbolite at a cement consumption of 330 kg/m^3 [6]: 1 — compressive strength; 2 — specific pressing pressure

тором в различных климатических зонах страны, показали, что под действием длительной постоянной нагрузки деформации в конструкциях из древесно-цементных материалов возрастают.

Деформации приводят к образованию трещин как в вертикальных, так и в горизонтальных стыках, а также в углах зданий и плоскостях стен. Фактурные слои из цементно-песчаного раствора, нанесенные после формования изделий, как правило, отслаиваются. В результате конструкции из древесно-цементного материала увлажняются,

поражаются дереворазрушающими грибами в летнее время и разрушаются зимой.

Во многих зданиях наблюдаются прогибы стеновых панелей. Сильные деформации и низкая несущая способность конструкций из древесно-цементного материала, в частности изгибаемость, обусловлены еще и тем, что сцепление древесно-цементного материала с арматурой очень низкое ($0,1 \dots 0,2 \text{ МПа}$). Кроме того, анкеровка арматуры в древесно-цементном материале обычными способами не выполняет своей роли в связи с малым сопротивлением древесно-цементного материала местному сжатию. Большое несоответствие в модулях упругости металла и древесно-цементного материала исключает возможность экономично использовать стальную арматуру в изгибаемых элементах. Следует отметить, что арматура в древесно-цементном материале подвергается коррозии [10].

Вывод

Работающие на сжатие и изгиб несущие и ограждающие конструкции из древесно-цементных материалов наиболее целесообразно проектировать комплексными, например трехслойными. В таких конструкциях будут хорошо сочетаться теплофизические, прочностные и деформационные свойства.

Список литературы

- [1] Запруднов В.И. Трехслойные конструкции с древесно-цементными теплоизоляционными слоями. М.: МГУЛ, 2006. 322 с.
- [2] Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. М.: Лесная пром-сть, 1986. 266 с.
- [3] Запруднов В.И., Подчуфаров В.С. Деформативность ковра из фиброцементной массы при изготовлении трехслойных стеновых панелей для малоэтажного домостроения // Науч. тр. МЛТИ, 1988. Вып. 203. С. 167–171.
- [4] Подчуфаров В.С., Чемлева Т.А., Щербаков А.С. Об оптимальном составе арболита повышенного качества // Науч. тр. МЛТИ, 1976. Вып. 93. С. 68–88.
- [5] Рыбьев И.А. Две важнейшие закономерности в свойствах материалов с конгломератным типом структуры // Строительные материалы, 1965. № 1. С. 17–20.
- [6] Щербаков А.С., Хорошун Л.П., Подчуфаров В.С. Арболит. Повышение качества и долговечности. М.: Лесная пром-сть, 1979. 160 с.
- [7] Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Высш. шк., 1987. 415 с.
- [8] Запруднов В.И. Исследование процесса влияния технологических факторов на свойства древесно-цементного утеплителя // Науч. тр. МГУЛ, 1996. Вып. 285. С. 12–17.
- [9] Sanaev V.G., Zaprudnov V.I., Gorbaheva G.A., Oblivin A.N. Factors affecting the quality of wood-cement composites // Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engng. 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 63–71.
- [10] Егорова Е.М. Защита стальной арматуры в арболите // Расчет, конструирование и технология изготовления бетонных и железобетонных изделий. М.: НИИЖБ, 1985. С. 29–31.

Сведения об авторе

Запруднов Вячеслав Ильич — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), zaprudnov@mgul.ac.ru

Статья поступила в редакцию 26.06.2017 г.

CREATION OF QUALITY WOOD-CEMENT MATERIALS

V.I. Zaprudnov

BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia
zaprudnov@mgul.ac.ru

The aims of this research are the creation of wood-cement composites with predetermined properties and prediction of physical-mechanical characteristics of the composites. The main factors that determine the quality of wood-cement composites are the properties of the original components (quality of organic filler, the kind of mineraliser, the type and activity of cement), composition of initial components, technological factors (conditions for preparing the wood-cement mixture, moulding method, method of densification and hardening), design features and type of finish. To manufacture the highest quality wood-cement composites it is recommended to use fillers, obtained from waste wood with the least amount of water-soluble substances such as spruce, fir, pine. Water-cement ratio and wood-cement ratio in the mixture have a significant impact on the quality of wood-cement composite. By reducing the water-cement ratio or increasing the strength of cement one can improve the strength of wood-cement composite. Fractional composition of organic filler has significant influence on the properties of wood-cement composite. The average value of the shape factor of particles (ratio of the largest dimension to smallest) should not be more than 8. The surface treatment of wood filler gel composed of liquid silica and calcium chloride, increases the adhesive bond strength for the filler of aspen by 8.4 times, of birch by 4.3 times, of pine by 2.3 times. The gel is particularly effective in the production of wood-cement composites from green wood.

Keywords: wood-cement composites, wood filler, composite structure, strength

Suggested citation: Zaprudnov V.I. *Sozдание kachestvennykh drevesno-tsementnykh materialov* [Creation of quality wood-cement materials] *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 6, pp. 54–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-54-60

References

- [1] Zaprudnov V.I. *Trekhsloynnye konstruksii s drevesno-tsementnymi teploizolyatsionnymi sloyami* [Three-layer constructions with wood-cement heat-insulating layers]. Moscow: MGUL, 2006, 322 p.
- [2] Ugolev B.N. *Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood science with the basics of forest commodity science]. Moscow: Lesnaya prom-st, 1986, 266 p.
- [3] Zaprudnov V.I., Podchufarov V.S. *Deformativnost' kovra iz fibrotsementnoy massy pri izgotovlenii trekhsloynnykh stenovykh paneley dlya maloetazhnogo domostroeniya* [The deformativity of carpet from fibrocement mass in the production of three-layer wall panels for low-rise housing construction] *Scientific Works of MLTI*, 1988, v. 203, pp. 167–171.
- [4] Podchufarov V.S., Chemleva T.A., Shcherbakov A.S. *Ob optimal'nom sostave arbolita povyshennogo kachestva* [On the optimal composition of high-quality arbolite] *Scientific Works of MLTI*, 1976, v. 93, pp. 68–88.
- [5] Ryb'ev I.A. *Dve vazhneyshie zakonomernosti v svoystvakh materialov s konglomeratnym tipom struktury* [Two major regularities in the properties of materials with a conglomerate type of structure] *Building Materials*, 1965, no. 1, pp. 17–20.
- [6] Shcherbakov A.S., Khoroshun L.P., Podchufarov V.S. *Arbolit. Povyshenie kachestva i dolgovechnosti* [Arbolite. Improving quality and long-eternity]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest Industry], 1979, 160 p.
- [7] Bazhenov Yu.M. *Tekhnologiya betona* [Technology of concrete]. Moscow: Higher School, 1987, 415 p.
- [8] Zaprudnov V.I. *Issledovanie protsessa vliyaniya tekhnologicheskikh faktorov na svoystva drevesno-tsementnogo uteplitelya* [Investigation of the process of the influence of technological factors on the properties of wood-cement insulator] *Scientific Works of MSFU*, 1996, v. 285, pp. 12–17.
- [9] Sanaev V.G., Zaprudnov V.I., Gorbaheva G.A., Oblivin A.N. *Factors affecting the quality of wood-cement composites* [Factors affecting the quality of wood-cement composites]. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering*, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 63–71.
- [10] Egorova E.M. *Zashchita stal'noy armatury v arbolite*. V kn.: *Raschet, konstruirovaniye i tekhnologiya izgotovleniya betonnykh i zhelezobetonnykh izdeliy* [Protection of steel reinforcement in an arbolite. In the book: Calculation, design and technology of manufacturing of concrete and reinforced concrete products]. Moscow: NIIB, 1985, pp. 29–31.

Author's information

Zaprudnov Vyacheslav Ilyich — D-r Sci. (Tech.), Professor of BMSTU (Mytishchi branch), zaprudnov@mgul.ac.ru

Received 26.06.2017