

ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ЗАПОЛНИТЕЛЬ

В.И. Запруднов

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
zaprudnov@mgul.ac.ru

Работа посвящена изучению зависимости прочности древесно-цементного композита от вида химических добавок, используемых для нейтрализации отрицательного влияния на процессы гидратации и твердения цемента водорастворимых веществ (сахара, крахмала, дубильных веществ, камеди, фенола, органических кислот), содержащихся в составе древесного заполнителя. Были использованы химические добавки, образующие с сахарами труднорастворимые соединения, ускоряющие твердение цемента, образующие минеральные пленки на поверхности древесных частиц. Экспериментально установлено увеличение прочности древесно-цементного композита при введении комплексной добавки, состоящей из 1 % CaCl_2 и 1 % SrCl_2 . Определено, что соли мышьяковой и хромовой кислот также оказывают положительное влияние на повышение прочностных характеристик древесно-цементного композита. Применение соли кремнефтористоводородной кислоты для производства древесно-цементного композита может существенно повысить биологическую стойкость древесно-цементного композита. Установлены ускоряющие твердение древесно-цементного композита комбинированные химические добавки из хлористого алюминия, сернокислого натрия, азотно-кислого аммония и металломината натрия. Определены виды и расходы наиболее эффективных химических добавок, сочетающих хлористый кальций, жидкое стекло, сернокислый алюминий, известь и этаноламины для различных пород древесины. Проведенные эксперименты подтвердили ранее полученные данные, что на прочность древесно-цементного композита влияет не только сочетание различных химических добавок, но и порядок их введения в древесно-цементный композит.

Ключевые слова: древесно-цементный композит, прочность и деформации, гидратация и твердение цемента, древесный заполнитель

Ссылка для цитирования: Запруднов В.И. Прочность древесно-цементного композита при воздействии химических добавок на заполнитель // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 2. С. 103–109.
DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-103-109

Прочность древесно-цементного композита в первую очередь зависит от основных технологических факторов — вида и марки применяемого минерального вяжущего, вида и способа уплотнения древесно-цементной смеси, метода формования, степени гидратации цементного камня, условий твердения [1–8].

Кроме того, на прочность древесно-цементного композита существенное влияние оказывает древесный или иной органический заполнитель, содержащий в своем составе водорастворимые вещества, отрицательно воздействующие на процессы гидратации и твердения цемента. К таким веществам, прежде всего, относятся сахара, крахмал, дубильные вещества, камеди, фенолы, органические кислоты и пр. [9–14]. При смешивании древесного заполнителя с цементным вяжущим, имеющим щелочную среду (рН 11...12), концентрация многих водорастворимых веществ, попавших в раствор, определяет прочность и деформации древесно-цементного композита.

В настоящее время достаточно хорошо исследовано влияние способов подготовки древесного заполнителя на повышение прочности

и деформации древесно-цементного композита [3, 5, 11, 15, 16]. При изготовлении композиционных материалов на основе древесного заполнителя широко применяют следующие эффективные способы физического и химического воздействия на заполнитель: предварительную выдержку древесины; искусственную биологическую обработку древесины; введение химических добавок и пленкообразующих веществ; двойную обработку древесного заполнителя минеральным вяжущим; термическую и гидротермическую обработку древесного заполнителя; добавление в древесно-цементную смесь легких пористых песков минерального происхождения [17–23].

Для нейтрализации вредного воздействия водорастворимых веществ древесины на процессы гидратации и твердения цемента в экспериментах в древесно-цементный композит вводили химические добавки, рекомендуемые некоторыми исследователями [24–27], в частности следующие добавки:

- образующие с сахарами труднорастворимые соединения;
- ускоряющие твердение цемента в бетоне на минеральных заполнителях;
- образующие минеральные пленки на поверхности древесных частиц.

Цель работы

Цель работы — изучение влияния на прочность древесно-цементного композита водорастворимых веществ древесного заполнителя, негативно влияющих на процессы гидратации и твердения цемента, а также химических добавок, повышающих прочностные характеристики древесно-цементного композита, образующих с сахарами труднорастворимые соединения, ускоряющих твердение цемента, образующих минеральные пленки на поверхности древесных частиц.

Материалы и методы

По влиянию на прочность древесно-цементного композита химические добавки подразделяются на три группы. В *группу I* входят добавки, снижающие отравляющее воздействие водорастворимых веществ древесины в результате образования с последними труднорастворимых соединений, в *группу II* — добавки-ускорители твердения цемента, в *группу III* — добавки, являющиеся пленкообразующими веществами на поверхности древесных частиц.

Известно, что высоковалентные катионы могут адсорбировать волокна древесины, улучшая ее адгезионные свойства по отношению к цементу. В то же время обменно-адсорбционная способность целлюлозных материалов прямо зависит от значения pH раствора. Интервал значений pH, в котором сохраняется определенный характер этого прямолинейного соотношения, может изменяться в зависимости от кислотности применяемых водных растворов для обработки древесины, природы адсорбированных катионов и их концентрации. Способность целлюлозных материалов обмениваться катионами сильно возрастает с увеличением карбоксильных групп в растворе. Следовательно, это свойство обработанной древесины можно использовать при ее взаимодействии с цементом в древесно-цементном композите, что существенно отразится на его прочности, особенно в ранние периоды твердения. Кроме того, гидролиз и гидратация цемента могут происходить в среде, имеющей pH 11...12. Снижение значения pH влечет за собой уменьшение скорости гидратации цемента, т. е. замедление его схватывания и твердения.

Для выяснения влияния химических добавок на химическую активность водного раствора в древесно-цементном композите при соприкосновении с дробленой древесиной, были проведены эксперименты. В частности, древесную дробленку из различных пород древесины заливали водой или раствором щелочи, затем делали из нее вытяжку и проверяли ее pH через 30 мин, 24 ч и 3 сут. Одновременно к этой вытяжке добавляли

химическую добавку в количестве, обеспечивающем концентрацию раствора в древесно-цементной смеси, и контролировали pH этого раствора в те же сроки.

Из полученных результатов следует, что водная вытяжка древесной дробленки из четырех видов древесных пород (ели, сосны, осины и березы) имеет показатель $\text{pH} < 7$, варьирующийся в пределах 5,1...5,9 в зависимости от древесной породы. Вытяжка древесной дробленки из четырех видов древесных пород, полученная из раствора щелочи с pH 11,36, имеет $\text{pH} > 7$ с варьированием в пределах 10,4...11,21 в зависимости от древесной породы и времени определения pH. С течением времени также не наблюдалось значительное изменение pH как в водных, так и в щелочных вытяжках во всех видах древесной дробленки.

Химические добавки, введенные в указанные выше вытяжки, действуют не одинаково на pH и зависят от вида добавки и породы древесины. Предпочтение отдавалось добавкам, не снижающим значение pH. Кроме определения влияния химических добавок на химическую активность вытяжек из древесины также изучали их влияние на процессы гидратации и твердения цемента в древесно-цементном композите. Оно оценивалось по прочности при сжатии образцов-кубов, изготовленных с применением различных добавок (таблица), испытанных через 3, 7, 14 и 28 сут.

Эталонами служили контрольные образцы-кубы из древесно-цементной смеси с добавкой хлористого кальция в количестве 2 % массы цемента в пересчете на сухое вещество и без нее.

Химические добавки, влияющие на процессы гидратации и твердения цемента в древесно-цементном композите

Chemical additives affecting the processes of hydration and hardening of cement in a wood-cement composite

Вид химической добавки		
I группа	II группа	III группа
CaCl ₂	CaCl ₂	CaCl ₂
SrCl ₂	FeSO ₄ + CaCl ₂ + + Ca(OH) ₂	ПВА (эмульсия)
SrCl ₂ + CaCl ₂	Ca(OH) ₂ + FeSO ₄	Асбест
I соль Болидена	AlCl ₃	Эстрих-гипс
II соль Болидена	FeCl ₃	Латекс СКС-50
NH ₄ F	Na ₂ S ₂ O ₃	Наирид Л-4
(NH ₄) ₂ SiF ₆	Na ₂ SO ₃	Латекс ДММА
(NH ₄) ₂ SiF ₆ + + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	NaAlO ₂	Гель из CaCl ₂ + + жидкое стекло
MgSiF ₆	NH ₄ NO ₃	Гель из Al ₂ (SO ₄) ₃ + + жидкое стекло

Средняя плотность и расход составляющих компонентов были приняты для легкого бетона из древесно-цементного композита класса В2 (М 25).

В качестве химических добавок группы I были использованы хлористый стронций, соли Болидена и флюаты — кремнефтористоводородные соединения, поскольку труднорастворимые сахараты стронция образуются значительно легче и интенсивнее по сравнению с сахаратами кальция, а соли Болидена вследствие их широкого использования на практике в качестве антисептиков древесины. Все добавки взаимодействовали с водорастворимыми сахарами, находящимися в древесине, и связывали последние в труднорастворимые соединения. Были составлены композиции соли Болидена двух составов: I соль Болидена — Na_3AsO_4 (44 %), H_2CrO_4 (36 %), C_4O (20 %); II соль Болидена — Na_3AsO_4 (40 %), CrO_3 (17 %), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (43 %). Соли применялись в количестве 0,5...2 % массы цемента в пересчете на сухое вещество.

В исследованиях использовали такие соединения, как кремнефтористый аммоний, кремнефтористый аммоний в смеси с сернокислым цинком и кремнефтористый магний.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований влияния химических добавок группы I на прочность древесно-цементного композита представлены на рис. 1.

Анализируя результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

– введение в древесно-цементную смесь 0,5%-го SrCl_2 дает тот же эффект, что и введение 2%-го CaCl_2 ;

– увеличение прочности древесно-цементного композита как в 3-, так и 28-суточном возрасте происходит при введении комплексной добавки, состоящей из 1 % CaCl_2 и 1 % SrCl_2 ; при этом по сравнению с контрольными образцами прочность в 3-суточном возрасте увеличилась в 2 раза;

– соли мышьяковой и хромовой кислот также оказали положительное влияние на повышение прочностных характеристик древесно-цементного композита как в ранние, так и в поздние сроки твердения; при этом наибольший эффект показала добавка соли Болидена первого состава в количестве 2 %;

– соли кремнефтористоводородной кислоты также можно рекомендовать к успешному применению при производстве древесно-цементного композита, что существенно повысит его биологическую стойкость.

В качестве добавок группы II (ускорителей твердения цемента) были исследованы металюминат натрия (NaAlO_2), AlCl_3 , Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и комплексные добавки: $\text{FeSO}_4 + \text{CaCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2$; $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$; NH_4NO_3 (рис. 2).

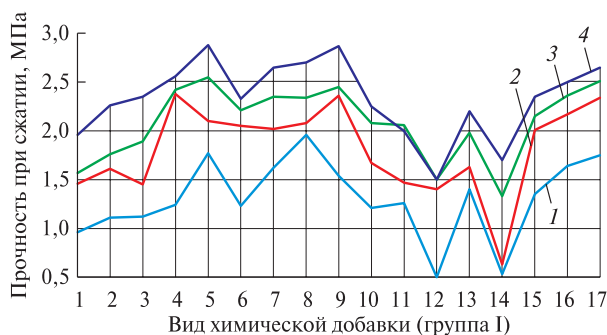


Рис. 1. Зависимость прочности древесно-цементного композита в различном возрасте (здесь и далее: 1 — 3, 2 — 7, 3 — 14, 4 — 28 сут) от вида химической добавки группы I (снижающей отравляющее воздействие водорастворимых веществ древесины): 1 — без добавок; 2 — CaCl_2 ; 3 — SrCl_2 (0,5); 4 — SrCl_2 (1); 5 — SrCl_2 (1) + CaCl_2 (1); 6 — I соль Болидена (0,5); 7 — I соль Болидена (1); 8 — I соль Болидена (2); 9 — II соль Болидена (0,5); 10 — II соль Болидена (1); 11 — II соль Болидена (2); 12 — NH_4F (1,5); 13 — $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ (1,5); 14 — $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 15 — MgSiF_6 (0,5); 16 — MgSiF_6 (1); 17 — MgSiF_6 (2)

Fig. 1. The dependence of the strength of wood-cement composite at the age of 3, 7, 14 and 28 days from the type of chemical additive of the first group (reducing the toxic effect of water-soluble substances of wood): 1 — without additives; 2 — CaCl_2 ; 3 — SrCl_2 (0,5); 4 — SrCl_2 (1); 5 — SrCl_2 (1) + CaCl_2 (1); 6 — I Boliden salt (0,5); 7 — I Boliden salt (1); 8 — I Boliden salt (2); 9 — II Boliden salt (0,5); 10 — II Boliden salt (1); 11 — II Boliden salt (2); 12 — NH_4F (1,5); 13 — $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ (1,5); 14 — $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 15 — MgSiF_6 (0,5); 16 — MgSiF_6 (1); 17 — MgSiF_6 (2)

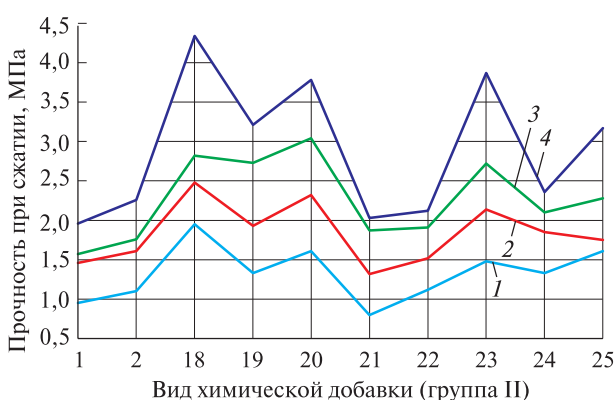


Рис. 2. Зависимость прочности древесно-цементного композита в том же возрасте (см. рис. 1) от вида химической добавки группы II (ускорители твердения цемента): 1 — без добавок; 2 — CaCl_2 ; 18 — $\text{FeSO}_4 + \text{CaCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2$; 19 — $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$; 20 — AlCl_3 ; 21 — FeCl_3 ; 22 — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; 23 — Na_2SO_3 ; 24 — NaAlO_2 ; 25 — NH_4NO_3

Fig. 2. The dependence of the strength of wood-cement composite at the age of 3, 7, 14 and 28 days. depending on the type of chemical additive of the second group (cement hardening accelerators): 1 — without additives; 2 — CaCl_2 ; 18 — $\text{FeSO}_4 + \text{CaCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2$; 19 — $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$; 20 — AlCl_3 ; 21 — FeCl_3 ; 22 — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; 23 — Na_2SO_3 ; 24 — NaAlO_2 ; 25 — NH_4NO_3

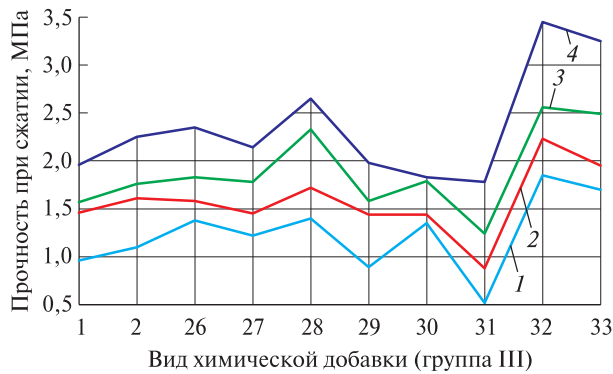


Рис. 3. Зависимость прочности древесно-цементного композита в том же возрасте (см. рис. 1, 2) от вида химической добавки группы III (пленкообразующие вещества на поверхности древесных частиц): 1 — без добавок; 2 — CaCl_2 ; 26 — ПВА (эмульсия); 27 — асбест; 28 — эстрих-гипс; 29 — латекс СКС-50; 30 — наирит Л-4; 31 — латекс ДММА; гель из CaCl_2 + жидкое стекло; 33 — гель из $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + жидкое стекло

Fig. 3. The dependence of the strength of wood-cement composite at the age of 3, 7, 14 and 28 days, depending on the type of chemical additive of the third group (which are film-forming substances on the surface of wood particles): 1 — without additives; 2 — CaCl_2 ; 26 — PVA (emulsion); 27 — asbestos; 28 — estrich gypsum; 29 — latex SKS-50; 30 — Nairit L-4; 31 — DMMA latex; CaCl_2 gel + liquid glass; 33 — gel from $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + liquid glass

Исходя из полученных результатов (см. рис. 2), можно отметить, что соли, которые при проверке их действия на щелочную вытяжку древесины не изменили pH этой вытяжки, дали лучшие результаты по повышению прочности по сравнению с контрольными образцами; к солям, повышающим прочность древесно-цементного композита как в раннем, так и в 28-суточном возрасте и ускоряющим твердение древесно-цементного композита, относятся комбинированные добавки, а также добавка хлористого алюминия, серноокислого натрия, азотноокислого аммония и металюмината натрия.

В качестве добавок группы III (пленкообразующие вещества), были взяты эмульсия ПВА, асбест, эстрих-гипс, латекс СКС-50, наирит Л-4, латекс ДММА, гель, состоящий из жидкого стекла и хлористого кальция, гель из жидкого стекла и серноокислого алюминия (рис. 3).

Выводы

Большинство пленкообразующих добавок дали положительные результаты по сравнению с контрольными образцами. Для более эффективного действия на ускорение твердения цемента в древесно-цементном композите следует вводить большее количество добавки, чем рекомендуется для обычных бетонов. При этом важно учитывать, что в древесно-цементном композите они взаимодействуют с цементом и водорастворимыми веществами, выделяющимися в раствор из древесины.

Прочность древесно-цементного композита больше зависит от химических добавок, чем от вида заполнителя из четырех видов древесных пород (ели, сосны, осины и березы).

С помощью добавок можно достичь удовлетворительных прочностных показателей даже на свежесрубленной древесине, рисовой соломе и древесине лиственницы (свежесрубленной). Наилучшие показатели прочности получают, как правило, в результате применения комплексных химических добавок, состоящих из нескольких химических веществ. Наиболее эффективны добавки, сочетающие хлористый кальций, жидкое стекло, серноокислый алюминий, известь и этаноламины. При этом каждый вид заполнителя и порода древесины требуют определенного вида и конкретного расхода химической добавки. Например, древесно-цементный композит на рисовой соломе можно получить лишь при сочетании хлористого кальция с жидким стеклом при введении их в древесно-цементную смесь в виде геля. Добавка серноокислого алюминия и извести на этот вид заполнителя влияния не оказывает.

Характерно, что оптимальный расход и соотношение расходов составляющих комплексных добавок зависят и от степени предварительной выдержки древесины.

Интересные результаты получены при антисептировании заполнителя древесно-цементного композита пентахлорфенолятом натрия. При применении этого антисептика без ускорителей твердения прочность древесно-цементного композита снижается почти до нуля. Если после обработки заполнителя раствором пентахлорфенолята натрия его последующую обработку проводить хлористым кальцием, то антисептик уже не оказывает влияния на прочность древесно-цементного композита. Однако если обработку проводить сначала раствором серноокислого алюминия, а затем хлористого кальция, то прочность возрастает более чем на 30 % по сравнению с применением этих добавок без пентахлорфенолята натрия. Следовательно, на прочность древесно-цементного композита влияет не только сочетание различных химических добавок, но и порядок их введения в древесно-цементный композит, что подтверждают проведенные эксперименты.

Список литературы

- [1] Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Высшая школа, 1987. 415 с.
- [2] Запруднов В.И. Исследование процесса влияния технологических факторов на свойства древесно-цементного утеплителя // Научные труды МГУЛ, 1996. Вып. 285. С. 12–17.
- [3] Fan M., Ndikontar M.K., Zhou X., Ngamveng J.N. Cement-bonded composites made from tropical woods // Compatibility of wood and cement. Construction and Building Materials, 2012, v. 36, pp. 135–140.

- [4] Щербаков А.С., Хорошун Л.П., Подчуфаров В.С. Арболит. Повышение качества и долговечности. М.: Лесная пром-сть, 1979. 160 с.
- [5] Abdelrhman H.A., Shahwahid M., Paridah M.T., Jawaid M., Noureldeen H.A. Carbon Stored in Kenaf Fiber Utilization of Biocomposite Applications into Automotive Components // *International J. of Latest Engineering Research and Applications (IJLERA)*, 2017, v. 2(07), pp. 46–53.
- [6] Boadu K.B., Antwi-Boasiako C., Ofosuhene L. Solvent extraction of inhibitory substances from three hardwoods of different densities and their compatibility with cement in composite production // *J. of the Indian Academy of Wood Science*, 2018, v. 15, pp. 140–148.
- [7] Cheumani Y.A.M., Ndikontar M., De Jéso B, Sèbe G. Probing of wood–cement interactions during hydration of wood–cement composites by proton low-field NMR relaxomet // *J. Mater. Sci.*, 2011, v. 46, pp. 1167–1175.
- [8] Frybort S., Mauritz R., Teischinger A., Muller U., 2008. Cement bonded composites – a mechanical review // *BioResources*, v. 3(2), pp. 602–626.
- [9] Kamal I.B. Kenaf for biocomposite: an overview // *J. of Science and Technology*, 2014, v. 6, no. (2), pp. 41–66.
- [10] Jorge F.C., Pereira C., Ferreira J.M.F. Wood-cement composites: a review // *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2004, v. 62(5), pp. 370–377.
- [11] Parchen C.F.A., Iwakiri, S., Zeller, F. Vibro-dynamic compression processing of low-density wood-cement composites // *Eur. J. Wood Prod.*, 2016, v. 74, pp. 75–81. URL: <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0982-1>
- [12] Ronquim R.M., Ferro F.S., Icimoto F.H., Campos C.I., Bertolini M.S., Christoforo A.L., Rocco Lahr F.A. Physical and Mechanical Properties of Wood-Cement Composite with Lignocellulosic Grading Waste Variation // *International J. of Composite Materials*, 2014, v. 4(2), pp. 69–72.
- [13] Sanaev V.G., Zaprudnov V.I., Gorbaheva G.A., Oblivin A.N. Factors affecting the quality of wood-cement composites // *Bulletin of the Transilvania. Series II: Forestry*, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 63–71.
- [14] Schmitz G. Eletrische mechanische und termische untersuchunden uber das system holz-zement. Dusseldorf, 1968, p. 106.
- [15] Sandermann W., Kohler P. Uber eine kurze Eignungsprüfung von Holzern für Zement gobundene Werkstoffe // *Holzforeshung*, 1964, bd. 18, pp. 53–59.
- [16] Sales A., Souza F.R., Almeida F.C.R. Mechanical properties of concrete produced with a composite of water treatment sludge and sawdust // *Construction and Building Materials*, 2011, v. 25, iss. 6, pp. 2793–2798.
- [17] Запруднов В.И., Стриженко В.В. Основы строительного дела. М.: МГУЛ, 2008. 460 с.
- [18] Запруднов В.И. Создание качественных древесно-цементных материалов // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2017. Т. 21. № 6. С. 54–60.
- [19] Подчуфаров В.С., Чемлева Т.А., Щербаков А.С. Об оптимальном составе арболита повышенного качества // *Научные труды МГУЛ*, 1976. Вып. 93. С. 68–88.
- [20] Рыбьев И.А. Две важнейшие закономерности в свойствах материалов с конгломератным типом структуры // *Строительные материалы*, 1965. № 1. С. 17–20.
- [21] Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. М.: Лесная пром-сть, 2007. 266 с.
- [22] Sá V.A., Bufalino L., Albino V.C.S., Corrêa A.A., Mendes L.M., Almeida N.A. Mixture of three reforestation species on the cement-wood panels production // *Revista Árvore*, 2012, v. 36, no. 3, pp. 549–557.
- [23] Torkaman J., Ashori A., Momtazi A.S. Using wood fiber waste, rice husk ash, and limestone powder waste as cement replacement materials for lightweight concrete blocks // *Construction and Building Materials*, 2014, v. 50, pp. 432–436.
- [24] Lips S.J., van Dam J.E. Kenaf Fibre Crop for Bioeconomic Industrial Development Kenaf // *A Multi-Purpose Crop for Several Industrial Applications*. Springer, 2013, pp. 105–143.
- [25] Semple K. E., Evans P.D. Wood and Fiber Science // *Wood and Fiber Science*, 2007, v. 39(1), p. 120.
- [26] Yeh R.H.T. Variational bounds of unidirectional fiberreinforced composites // *J. Appl. Phys.*, 1973, v. 44, no. 2, 662 p.
- [27] Zhou Y., Kamdem D.P. Effect of cement/wood ratio on the properties of cement-bonded particleboard using CCA-treated wood // *Forest Products J.*, 2002, v. 52 (2), pp. 73–81.

Сведения об авторе

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

Поступила в редакцию 17.05.2021.

Одобрено после рецензирования 15.11.2021.

Принята к публикации 07.02.2022.

STRENGTH OF WOOD-CEMENT COMPOSITE WHEN EXPOSED TO CHEMICAL ADDITIVES ON AGGREGATE

V.I. Zaprudnov

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

zaprudnov@mgul.ac.ru

The work is devoted to the study of the dependence of the strength of a wood-cement composite on the type of chemical additives used to neutralize the water-soluble substances contained in the wood filler (sugar, starch, tannins, gum, phenol, organic acids) that negatively affect the processes of hydration and hardening of cement. Chemical additives were used in the work – forming hardly soluble compounds with sugars, accelerating the hardening of cement, forming mineral films on the surface of wood particles. An increase in the strength of a wood-cement composite was experimentally established with the introduction of a complex additive consisting of 1 % CaCl_2 and 1 % ScS_2 . It is determined that salts of arsenic and chromic acids also have a positive effect on increasing the strength characteristics of wood-cement composite. The use of hydrofluoric acid salt for the production of wood-cement composite can significantly increase the biological resistance of wood-cement composite. Combined chemical additives accelerating the hardening of wood-cement composite — aluminum chloride, sodium sulfate, ammonium nitrate and sodium metalluminat — have been established. The types and costs of the most effective chemical additives combining calcium chloride, liquid glass, aluminum sulfate, lime and ethanolamines for various types of wood are determined. The experiments carried out confirmed the previously obtained data that the strength of the wood-cement composite is influenced not only by the combination of various chemical additives, but also by the order of their introduction into the wood-cement composite.

Keywords: wood-cement composite, strength and deformation, hydration and hardening of cement, wood aggregate

Suggested citation: Zaprudnov V.I. *Prochnost' drevesno-tsementnogo kompozita pri vozdeystvii khimicheskikh dobavok na zapolnitel'* [Strength of wood-cement composite when exposed to chemical additives on aggregate]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 2, pp. 103–109. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-103-109

References

- [1] Bazhenov Yu.M. *Tekhnologiya betona* [Concrete technology]. Moscow: Vysshaya shkola [Higher school], 1987, 415 p.
- [2] Zaprudnov V.I. *Issledovanie protsessa vliyaniya tekhnologicheskikh faktorov na svoystva drevesno-tsementnogo uteplitelya* [Investigation of the process of influence of technological factors on the properties of wood-cement insulation]. *Nauchnye trudy MGUL* [Scientific works of MGUL], 1996, iss. 285, pp. 12–17.
- [3] Fan M., Ndikontar M.K., Zhou X., Ngamveng J.N. Cement-bonded composites made from tropical woods. Compatibility of wood and cement. *Construction and Building Materials*, 2012, v. 36, pp. 135–140.
- [4] Shcherbakov A.S., Khoroshun L.P., Podchufarov V.S. *Arbolit. Povyshenie kachestva i dolgovechnosti* [Arbolit. Improved quality and durability]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1979, 160 p.
- [5] Abdelrhman H.A., Shahwahid M., Paridah M.T., Jawaid M., Noureldeen H.A. Carbon Stored in Kenaf Fiber Utilization of Biocomposite Applications into Automotive Components. *International J. of Latest Engineering Research and Applications (IJLERA)*, 2017, v. 2(07), pp. 46–53.
- [6] Boadu K.B., Antwi-Boasiako C., Ofosuhene L. Solvent extraction of inhibitory substances from three hardwoods of different densities and their compatibility with cement in composite production. *J. of the Indian Academy of Wood Science*, 2018, v. 15, pp. 140–148.
- [7] Cheumani Y.A.M., Ndikontar M., De Jéso B, Sèbe G. Probing of wood–cement interactions during hydration of wood–cement composites by proton low-field NMR relaxomet. *J. Mater. Sci.*, 2011, v. 46, pp. 1167–1175.
- [8] Frybort S., Mauritz R., Teischinger A., Muller U., 2008. Cement bonded composites – a mechanical review. *BioResources*, v. 3(2), pp. 602–626.
- [9] Kamal I.B. Kenaf for biocomposite: an overview. *J. of Science and Technology*, 2014, v. 6, no. (2), pp. 41–66.
- [10] Jorge F.C., Pereira C., Ferreira J.M.F. Wood-cement composites: a review. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2004, v. 62(5), pp. 370–377.
- [11] Parchen C.F.A., Iwakiri, S., Zeller, F. Vibro-dynamic compression processing of low-density wood-cement composites. *Eur. J. Wood Prod.*, 2016, v. 74, pp. 75–81. URL: <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0982-1>
- [12] Ronquim R.M., Ferro F.S., Icimoto F.H., Campos C.I., Bertolini M.S., Christoforo A.L., Rocco Lahr F.A. Physical and Mechanical Properties of Wood-Cement Composite with Lignocellulosic Grading Waste Variation. *International J. of Composite Materials*, 2014, v. 4(2), pp. 69–72.
- [13] Sanaev V.G., Zaprudnov V.I., Gorbacheva G.A., Oblivin A.N. Factors affecting the quality of wood-cement composites. *Bulletin of the Transilvania. Series II: Forestry*, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 63–71.
- [14] Schmitz G. *Elektrische mechanische und termische untersuchungen uber das system holz-zement*. Dusseldorf, 1968, p. 106.
- [15] Sandermann W., Kohler P. *Uber eine kurze Eignungsprüfung von Holzern für Zement gebundene Werkstoffe*. *Holzforeshung*, 1964, bd. 18, pp. 53–59.
- [16] Sales A., Souza F.R., Almeida F.C.R. Mechanical properties of concrete produced with a composite of water treatment sludge and sawdust. *Construction and Building Materials*, 2011, v. 25, iss. 6, pp. 2793–2798.
- [17] Zaprudnov V.I., Strizhenko V.V. *Osnovy stroitel'nogo dela* [Construction Basics]. Moscow: MSFU, 2008, 460 p.

- [18] Zaprudnov V.I. *Sozdanie kachestvennykh drevesno-tsementnykh materialov* [Creation of high-quality wood-cement materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, v. 21, no. 6, pp. 54–60.
- [19] Podchufarov V.S., Chemleva T.A., Shcherbakov A.S. *Ob optimal'nom sostave arbolita povyshennogo kachestva* [On the optimal composition of high-quality wood concrete]. *Nauchnye trudy MGUL* [Scientific works of MGUL], 1976, iss. 93, pp. 68–88.
- [20] Ryb'ev I.A. *Dve vazhneyshie zakonomernosti v svoystvakh materialov s konglomeratnym tipom struktury* [Two most important regularities in the properties of materials with a conglomerate type of structure]. *Stroitel'nye materialy* [Stroitelnye materialy], 1965, no. 1, pp. 17–20.
- [21] Ugolev B.N. *Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood science with the basics of forest commodity science]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 2007, 266 p.
- [22] Sá V.A., Bufalino L., Albino V.C.S., Corrêa A.A., Mendes L.M., Almeida N.A. Mixture of three reforestation species on the cement-wood panels production. *Revista Árvore*, 2012, v. 36, no. 3, pp. 549–557.
- [23] Torkaman J., Ashori A., Momtazi A.S. Using wood fiber waste, rice husk ash, and limestone powder waste as cement replacement materials for lightweight concrete blocks. *Construction and Building Materials*, 2014, v. 50, pp. 432–436.
- [24] Lips S.J., van Dam J.E. *Kenaf Fibre Crop for Bioeconomic Industrial Development Kenaf. A Multi-Purpose Crop for Several Industrial Applications*. Springer, 2013, pp. 105–143.
- [25] Semple K. E., Evans P.D. *Wood and Fiber Science*. *Wood and Fiber Science* Vol. 39(1) (2007), p. 120.
- [26] Yeh R.H.T. Variational bounds of unidirectional fiber-reinforced composites. *J. Appl. Phys.*, 1973, v. 44, no. 2, 662 p.
- [27] Zhou Y., Kamdem D.P. Effect of cement/wood ratio on the properties of cement-bonded particleboard using CCA-treated wood. *Forest Products J.*, 2002, v. 52 (2), pp. 73–81.

Author's information

Zaprudnov Vyacheslav Il'ich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), zaprudnov@mgul.ac.ru

Received 17.05.2021.

Approved after review 15.11.2021.

Accepted for publication 07.02.2022.