

Рассматривая крепления наружной стеновой панели и перекрытия на отметке 0.000, мы видим применение металлических вмонтированных в бетон креплений. Учитывая, что эксплуатация этого соединения находится в 3-м классе, металлическая конструкция должна быть выполнена из нержавеющей стали (рис. 1).

Очень важно учитывать, что надежность всей конструкции, практически связанной металлическими конструкциями и саморезами (рис. 3–7), необходимо обеспечить, как и защиту древесины от биологического разрушения, для чего необходимо производить антисептирование деревянных деталей стеновых панелей уже в заводских условиях.

Выводы

При разработке новых проектов домов каркасного типа следует производить прочностные и тепловые расчеты, в т.ч. прочностные расчеты несущих балок, стропильных систем и узловых соединений в соответствии с требованиями стандартов ЕС и Таможенного союза.

Для повышения надежности и долговечности деревянные конструкции должны быть защищены от биоразрушения и возгорания.

Библиографический список

1. Республика Беларусь. Законы. Об энергосбережении: введ в действие с 15 июля 1998 г., № 190-з.
2. Леонович О.К. Конструктивные и химические методы биозащиты деревянных домов каркасного типа / О.К. Леонович // Архитектура и строительство. – № 1; Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2013. – С. 40–43.
3. Леонович О.К. Проблемы применения клееной многослойной древесины (КМД) при строительстве домов каркасного типа / О.К. Леонович, С.П. Судникович // Леса России и хозяйство в них. – № 4(47); Урал. гос. лесотех. ун-т. – Екатеринбург, 2013. – С. 70–74.

УДК 691-431

Е.И. Стенина, Д.В. Архипов, О.В. Черноскутова
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), sten_elena@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ

A CONSTRUCTION OF SAWDUST COMPOSITES

В статье приведены результаты исследований по изучению возможности получения искусственных матричных анизотропных композитов из мягких отходов деревопереработки на основе низкокзатратных технологий.

In the article the results of research into the possibility of obtaining artificial matrix of anisotropic composites from soft wood waste based on low-cost technologies.

Оптимизация использования образующихся древесных отходов является доминантой мирового развития деревоперерабатывающих производств. С этой целью разработан ряд технологий, в том числе получения различного рода композитов с измельченной древесиной. Однако и они предполагают дополнительную сортировку и специальную подготовку древесных частиц, что вновь приводит к образованию новых отходов. Поэтому большой интерес представляет изучение возможности получения

композита с наполнителем из необлагороженной стружки, образующейся, например, после окорки круглых лесоматериалов.

Задачей исследований являлось создание относительно легкого композиционно-го строительного материала с древесным наполнителем, отличающимся простой и однородной конструкцией и рецептурой, стабильной формой и размерами при высоких показателях прочности и теплосопротивления, сохраняющимися на протяжении длительного срока, а также предполагающего низкокзатратную технологию производства без удорожания строительно-монтажных работ.

Широко известны такие композиционные строительные блоки, как: опилкобетон, бризолит, арболит. В них сам материал и его конструкция создаются одновременно. Основными техническими достоинствами таких материалов являются экологичность, высокие прочность, шумоизоляция, огнестойкость при малой плотности и низкой цене по сравнению с другими строительными материалами.

Опилкобетонный блок – это строительный материал, получаемый из смеси 18,2 % вяжущего вещества (цемента не ниже марки М-400 по ГОСТу 10178-85), наполнителей – песка (54 %), древесных опилок (18,2 %), химических добавок (0,5 %) и воды (9,1 % от массы). Возможно применение опилок практически всех пород древесины, предпочтительно хвойных, прошедших 2-3-месячную выдержку.

Недостатком этого композита является использование сухих опилок, что, помимо повышения плотности блоков, существенно снижает их прочность и сужает возможную сырьевую базу, а также усложняет технологический процесс изготовления данного материала (табл. 1). Повышению плотности при одновременном снижении прочности и теплопроводности материала способствует значительное содержание песка, это также приводит к удорожанию монтажных работ и повышению требований к фундаментам.

Таблица 1
Основные характеристики композиционных строительных блоков

Композит	Показатели			
	Прочность, МПа	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м·К	Водопоглощение, %
Опилкобетон	Для М 35 более 2,2	1100	0,29	–
Арболит	Для М 35 более 2,2	600–750	0,12	До 85
Бризолит 1Р	3,3	705	0,138	–

Арболит — композиционный строительный материал, который изготавливают из смеси органических целлюлозосодержащих наполнителей растительного происхождения (дробленых отходов деревообработки, костры конопли, льна, сечек, стеблей хлопчатника, камыша и т.д.), минерального вяжущего (обычно портландцемента), химических добавок и воды (32,6 : 42,9 : 1,2 : 23,3 % от массы соответственно). Размеры древесных частиц влажностью не более 22 % не должны превышать по длине 40, по ширине 10, а по толщине 5 мм (рис. 1). В соответствии с ГОСТом 19222-84 содержание примесей коры в измельченной древесине не должно быть более 10 %, а хвои и листьев – не более 5 % по массе сухой смеси.



Рис. 1. Арболит

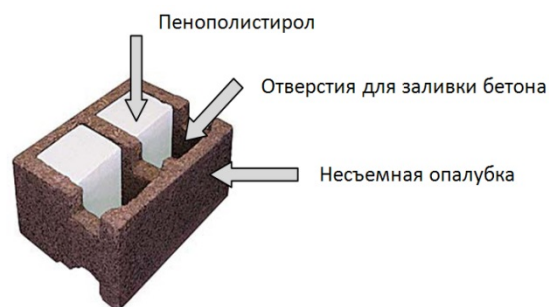


Рис. 2. Бризолит

К недостаткам арболита следует отнести отсутствие химических добавок, что влечет необходимость увеличения содержания портландцемента до 42,9 %, способствуя удорожанию блоков и значительному их короблению и усадке.

Бризолит представляет собой несъемную опалубку, конструкция которой предусматривает заливку раствором бетона внутренней полости блока с целью создания монолитного каркаса здания (рис. 2). Состоит из следующих ингредиентов: 75 % древесной шерсти хвойных пород длиной 2–4 см, 15 % цемента, 5 % минеральных гидрофобизирующих добавок и 5 % воды.

Недостатками бризолита являются необходимость владения специальными технологиями монтажа и высокая стоимость строительства.

Важнейшие конструкционные показатели цементно-стружечного композита будут определяться химическими реакциями, протекающими в матрице из портландцемента, физическими характеристиками древесного заполнителя и режимами формирования блока. Портландцемент является самой дорогой составляющей композита, поэтому с целью удешевления блока возможно добавлять незначительное количество песка.

После окорки и оцилиндровки круглых лесоматериалов получают сырую стружку, как правило, хвойных пород с нелимитированным содержанием коры и значительными размерами частиц (до 30 % длиной более 5 см) (рис. 3, 4).



Рис. 3. Отходы от оцилиндровки лесоматериалов

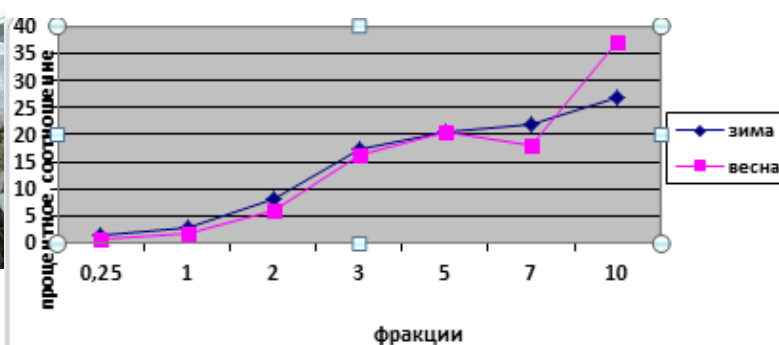


Рис. 4. Фракционный состав отходов от оцилиндровки

Для лучшей смачиваемости заполнителя необходимо применение силиката кремния. Данная добавка также является гидрофобизатором, который препятствует набуханию древесины при последующем увлажнении блока и способствует лучшему схватыванию портландцемента и упрочнению блока. Содержание добавки должно быть менее 5 %, т.к. большее ее количество провоцирует деструкцию цемента при последующей эксплуатации. Цемент может содержать до 3 % данного вещества, поэтому

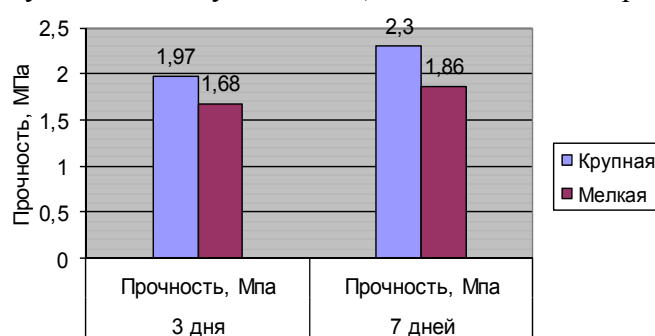


Рис. 5. Динамика прочности на сжатие для блоков из разноразмерной стружки

суммарное содержание его в блоке должно быть незначительно.

Повышение доли наполнителя до 40–50 % будет способствовать облегчению блока, обеспечению высокой прочности, пористости, а значит, хорошему теплосопротивлению. Крупная стружка (до 30 %), работающая как упругий армирующий элемент, и значительная доля коры еще повысит прочность и пористость композита (рис. 5).

Высокая влажность стружки обеспечит ее хорошую смачиваемость, а значит, большую однородность композита. Благодаря этому возможно значительно снизить долю воды при формировании цементно-стружечной смеси.

Выдержка стружки перед прессованием в течение не менее 2-х месяцев способствует гидратации сахаров древесины и сохранению высокой прочности блока на протяжении длительного периода.

Определяющим критерием при отнесении строительных цементно-стружечных блоков к категории теплоизоляционных или конструкционных является их плотность. Применение в качестве заполнителя большой доли достаточно крупной стружки провоцирует риск снижения плотности материала, поэтому целесообразно введение в состав композита в качестве уплотнителя песка. Как показали эксперименты, добавка песка не целесообразна (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица результатов эксперимента

Рецепт	Показатели блока		
	Влажность после 3-х дней, %	Прочность на сжатие, МПа	Плотность, кг/м ³
1 (без песка)	34,3	3,06	820,32
2 (с добавлением песка)	39,8	3,39	820,33

Применяемые способы формирования композиционных блоков играют существенную роль в обеспечении заданных физико-технических показателей.

Наиболее технологичным является способ вибропрессования. В экспериментах цементно-стружечные блоки формировались с применением статической, циклической и импульсной нагрузок (рис. 6, 7). После технологической выдержки блоки распиливались на образцы размерами 100×100×100 мм, для которых определялись плотность, прочность на сжатие по ГОСТу 22783-77 и влажность весовым методом.



Рис. 6. Форт-блок

Эксперименты показали, что:

1) импульсные нагрузки обеспечивают большую плотность блоков (755,6 кг/м³), чем статическая и циклическая нагрузки (687,1 и 638 кг/м³), превышающие регламентированные значения для конструкционных блоков (600 кг/м³) [1]; по истечении 28-дневной выдержки плотность не соответствует норме у блоков, созданных циклическими нагрузками (рис. 8);

2) вариация плотности по сечению блока незначительна и составляет не более 5 % (рис. 9, табл. 3);

3) плотность блоков в верхней части несколько выше при применении импульсных и статических нагрузок, чем в нижней части, что вызвано использованием песка из отсевов дробления в качестве уплотнителя, который не успевает просесть вниз при этих режимах (рис. 9, табл. 3);

4) в верхней части всех блоков плотность несколько выше во внешних секциях, чем во внутренних (вариация –

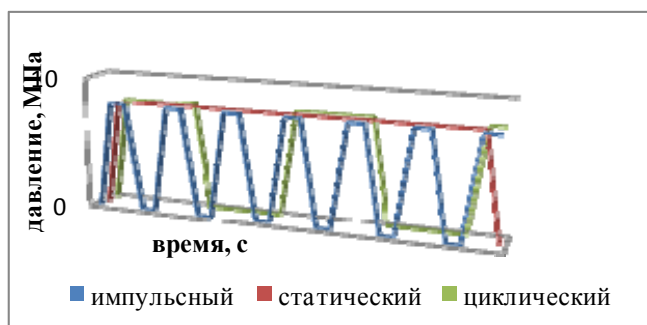


Рис. 7. Графики режимов прессования

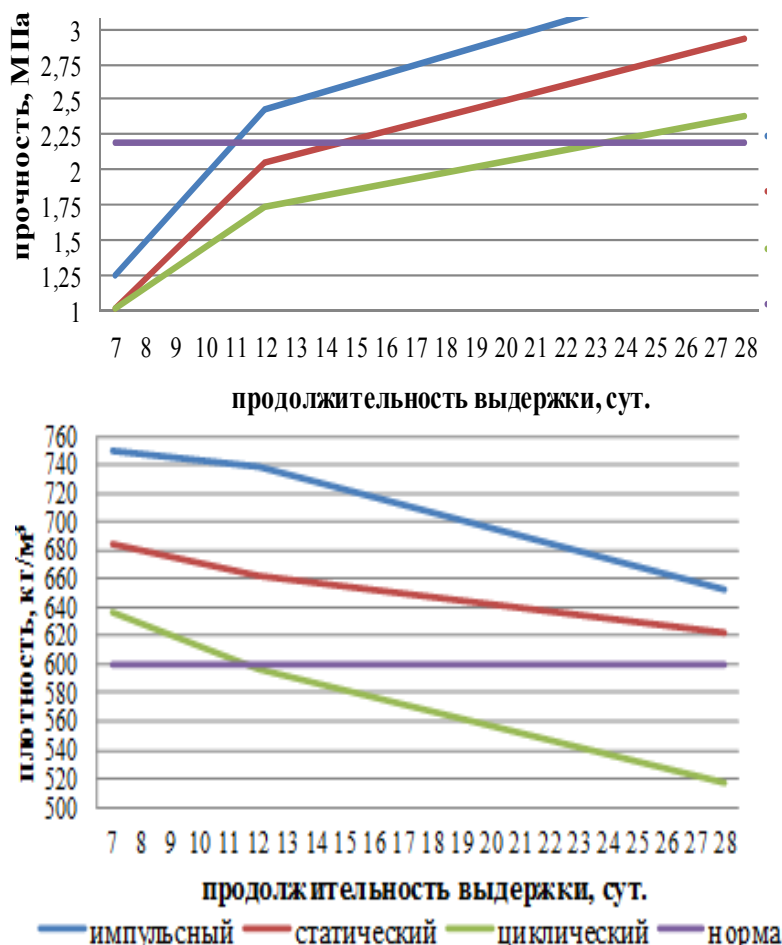


Рис. 8. Динамика основных показателей блоков, сформированных разными видами нагрузок

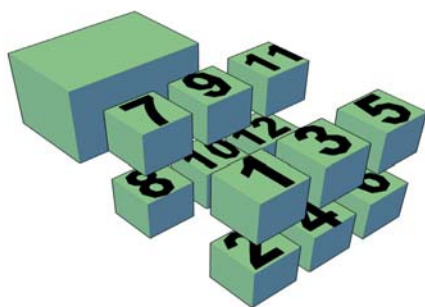


Рис. 9. Схема отбора образцов из блоков

4,6 %), что является крайне привлекательным при восприятии блоками конструкционных нагрузок, а в нижней части блоков обратная тенденция из-за просевшего песка;

5) блоки, созданные по импульсному режиму пресования, имеют более высокие значения прочности на сжатие, чем образцы, созданные другими режимами, и набирают ее регламентированные значения через 10 суток, т.е. в 1,5 раза быстрее (рис. 8);

6) во всех режимах через 7 дней после формирования блоки достигают влажности $20 \pm 2\%$, что ниже регламентируемых 25% [2]. Таким образом, применение импульсных нагрузок при формировании цементно-стружечных строительных блоков предпочтительно.

Полученному композиту был присвоен товарный знак «Форт-блок» и проведены соответствующие испытания (табл. 4), на основании которых можно сделать следующие выводы:

1) по истечению 28 дней со дня формирования блоков их влажность составляет

12,1 %, что более чем в 2 раза ниже верхней допустимой границы ($\leq 25\%$), регламентированной ГОСТом 19222-84, что свидетельствует о хорошем просыхании блоков и окончании в основном химических процессов, обуславливающих набор прочности;

2) плотность блоков составляет 733 кг/м^3 и соответствует требованиям к конструкционным блокам марок М35 класса В2,5 и М50 класса В3,5 по ГОСТу 19222-84;

Таблица 3

Распределение физико-механических показателей блоков,
созданных при различных видах нагрузок

Точки блока	Импульсный режим		Статический режим		Циклический режим		
	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	
Вверх блока	1	773,5	1,277	696	1,252	644,7	1,032
	3	762,8	1,248	689,3	1,239	631,2	1,007
	5	774	1,296	700,2	1,288	648,6	1,039
	7	752,2	1,247	676,8	1,227	630,4	1,011
	9	734,3	1,217	677,4	1,183	624,6	0,962
	11	747,2	1,290	683,8	1,220	641,6	1,013
Среднее значение	757,3	1,262	687,3	1,235	636,8	1,011	
Низ блока	2	755,8	1,245	696,5	1,256	648,2	1,045
	4	768,25	1,262	693,2	1,232	633,8	1,009
	6	764,8	1,322	686,6	1,288	648,3	1,044
	8	736,8	1,269	676,4	1,253	643,8	1,014
	10	749,4	1,221	682,2	1,165	625,3	0,961
	12	748,5	1,288	686,5	1,203	635,8	1,010
Среднее значение	753,9	1,268	686,9	1,233	639,2	1,014	
Общее среднее	755,6	1,265	687,1	1,234	638,0	1,012	

Таблица 4

Результаты испытаний Форт-блоков

Наименование показателя	Фактическое значение	Нормативные значения по ГОСТу 19222-84	Заключение о соответствии
Влажность блока, %	12,1	≤ 25	Соответствует
Плотность, кг/м ³	733	600–750 700–850	Соответствует марке М35 класса В2,5; марке М50 класса В3,5
Теплопроводность при температуре 20 ± 5°С	0,112	≤ 0,12	Соответствует марке М35 класса В2,5; марке М50 класса В3,5
Прочность на сжатие, МПа	8,15	≥ 2,2 ≥ 3,2	Соответствует марке М35 класса В2,5; марке М50 класса В3,5
Коэффициент вариации прочности	12,3	< 20	Соответствует

3) водопоглощение блоков составляет 45,2 % (данный показатель нормативной документацией не регламентируется);

4) прочность на сжатие составляет 8,15 МПа, что в 2,5 раза выше регламентированных значений для наиболее прочных конструктивных блоков марки М50 класса В3,5 по ГОСТу 19222-84;

5) коэффициент вариации прочности составляет 12,3 % и соответствует ГОСТу 18105-2010 (< 20 %) и ГОСТ 19222-84 для изделий и конструкций высшей категории качества (< 15 %), что свидетельствует об однородности блоков;

6) теплопроводность ниже, чем у известных цементно-стружечных строительных композитов.

Таким образом, получен конструкционный строительный материал из сырых мягких отходов, отличающийся простой и однородной конструкцией и рецептурой, предполагающей низкочатратную технологию производства без удорожания строительно-монтажных работ, и сочетающий в себе умеренную плотность, хорошее термосопротивление и беспрецедентную прочность.

Библиографический список

1. ГОСТ 19222-84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия. – Введ. 1984–01–01. – 19 с.

2. ГОСТ 22783-77. Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие. – Введ. 1978–07–01. – 25 с.

УДК 691-431

Е.И. Стенина, И.В. Нижников

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), sten_elena@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ СЛОИСТОЙ КОНСТРУКЦИИ

THE PROSPECT OF CREATING THE BUILDING BLOCKS OF LAYERED STRUCTURES

В статье приведены результаты исследований по изучению основных физико-технических показателей и их динамики для слоистых строительных цементно-стружечных блоков.

In the article the results of research into the basic physical and technical indicators and their dynamics for sandwich construction cement blocks.

Как показывает мировой опыт, повышенную прочность композита можно обеспечить за счет использования крупноразмерного заполнителя и его плоскостной ориентации в слое как, например, в плитах OSB [1]. Кроме того, это один из вариантов применения крупноразмерной стружки, образующейся, в том числе, при оцилиндровке лесоматериалов.

Особенности конструкции материала могут либо затруднить, либо интенсифицировать протекание физико-химических процессов. Поэтому целями исследований являлись получение строительного блока с заполнителем из древесной стружки и матрицы из портландцемента, в котором наружные слои сформированы из крупной стружки, а внутренние – из мелкой (фракции менее 3/2), а также изучение динамики основных показателей слоистого композита (рис. 1). Для реализации поставленной задачи были импульсным режимом сформированы блоки слоистой конструкции и испытаны в соответствии с ГОСТом 22783-77 [2].