

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**И.Н. Челышева, Н.П. Плотников, Н.А. Афанасьева**

Братский государственный университет, 665709, Иркутская область, г. Братск, ул. Макаренко, д. 40

irinachelysheva@yandex.ru

Разработана технология получения древесного композиционного материала на основе опилок, соответствующего требованиям ГОСТ 19222–84. Показана возможность использования влажных опилок хвойных пород древесины для производства древесного композиционного материала, изготовлены экспериментальные образцы опилкобетона с использованием влажных опилок хвойных пород древесины, установлено предельное содержание влажных опилок хвойных пород древесины в составе композиции для опилкобетона — 32 %; установлена предельная массовая доля золошлаковой смеси в составе композиции — 15 % от объема извести-пушонки. Представлены результаты исследования качественных показателей опилкошлакобетона. Показано, что изготовление строительных блоков из опилкошлакобетона предложенного состава (массовая доля древесных опилок 32 % от общего объема композиции, массовая доля золошлаковой смеси 15 % от объема извести-пушонки) позволит выпускать теплоизоляционный строительный материал, полностью соответствующий требованиям ГОСТ 19222–84 к физико-механическим параметрам опилкобетона марки М10. Применение предложенной композиции может обеспечить снижение себестоимости производства 1 м<sup>3</sup> данного материала не менее чем на 26 % по сравнению с традиционной технологией его получения. Построена математическая модель, описывающая технологический процесс производства опилкошлакобетона.

**Ключевые слова:** древесный композиционный материал, опилки, шлак, опилкобетон, утилизация

**Ссылка для цитирования:** Челышева И.Н., Плотников Н.П., Афанасьева Н.А. Совершенствование технологии получения древесных композиционных материалов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 4. С. 75–82. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-75-82

Современное состояние строительного рынка отражает положительную тенденцию в направлении создания новых теплоизоляционных материалов, что обусловлено политикой энергосбережения в условиях критичного удорожания энергетических ресурсов. Обеспечение необходимых показателей теплового сопротивления предопределяет широкое использование теплоизоляционных материалов [1, 2]. Перспективным сырьем для их производства являются отходы деревообрабатывающих производств и теплоэнергетических предприятий. Использование данных видов сырья позволит не только удовлетворить возрастающий спрос на экологически безопасные теплоизоляционные материалы, но и частично решить проблему утилизации древесных отходов и продуктов сжигания угля [3–5].

Целью работы является создание технологии получения древесного композиционного материала на основе опилок, соответствующего требованиям ГОСТ 19222–84 [6].

### Материалы и методика

Опилкобетон является разновидностью арболита, поэтому при определении основных требований к исходным материалам для изготовления опилкобетона руководствовались СН 549–82 «Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита» [7].

Древесное сырье (опилки) должно удовлетворять требованиям ГОСТ 19222–84.

Жидкое стекло должно иметь модуль от 2,4 до 3. Модуль жидкого стекла определяется по ГОСТ 13078–81. Вода для затворения арболитовых (опилкобетонных) смесей и бетона (раствора) отделочных слоев должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732–2011.

Расчетные составы опилкобетона проверялись в лабораторных условиях путем изготовления и испытания контрольных образцов-кубов по ГОСТ 10180–2012.

### Результаты и их обсуждение

В России ежегодно в среднем образуется не менее 4,2 млн м<sup>3</sup> учтенных древесных опилок. Более 70 % из них остаются невостребованными, что повышает пожароопасность и ухудшает экологическую обстановку в местах расположения предприятий [8–9].

Одним из перспективных направлений переработки древесных опилок является производство строительных теплоизоляционных материалов и изделий на их основе. Показатели теплосоппротивления опилкобетона превосходят большинство традиционных строительных материалов. При этом опилкобетон — уникальный теплоизоляционный материал, который не только сочетает в себе лучшие свойства камня и дерева, но и не требует затрат на специальную подготовку сырья, как арболита. Эти факторы снижают его стоимость, удешевляя строительство, а также позволяют решить проблему утилизации отхо-

дов деревообрабатывающей промышленности [10–11]. Благодаря достаточно высокому содержанию органики опилкобетон, обладает хорошими показателями в отношении газопроницаемости, звукопоглощения и экологичности.

С целью определения удельной доли влажных опилок в составе опилкобетона реализован однофакторный эксперимент. В качестве переменного фактора принята доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции, варьируемая от 17 до 37 % с шагом 5 %. В качестве выходных параметров приняты средняя плотность, влажность, прочность при сжатии, сорбционное увлажнение. Изготовлено по восемь образцов размером 100×100×100 мм различного состава (табл. 1), опыты продублированы. Параллельно изготовлены контрольные образцы из опилкобетона марки М10, в котором удельный вес древесных опилок составляет 17 %.

Т а б л и ц а 1  
Состав опытных образцов опилкобетона  
Composition of prototypes of sawdust concrete

Компонент	Конт- рольный состав, 17 %	Состав 1, 22 %	Состав 2, 27 %	Состав 3, 32 %	Со- став 4, 37 %
Цемент (ПЦ М400 Д20)	280,0	227,2	174,3	121,3	68,4
Известь-пушонка	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Песок	265,8	265,8	265,8	265,8	265,8
Опилки хвойных пород (в пересчете на абсолютно сухие)	180,0	233,0	285,9	338,9	391,8
Вода	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Жидкое стекло	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Постоянные факторы эксперимента были фиксированы в следующих значениях: температура воздуха 22 ± 1 °С; влажность воздуха 45 ± 5 %; породный состав опилок — хвойные; фракционный состав опилок — 5/0,5 мм; размер получаемых образцов 100×100×100 мм; расход извести-пушонки 25,0 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход песка — 265,8 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход воды — 300,0 л на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход жидкого стекла 8,0 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси.

Результаты определения физико-механических свойств образцов опилкобетона обобщены в табл. 2 (состав образцов 1–5 см. табл. 1, контрольный состав и составы 1–4).

Зависимость физико-механических свойств полученных образцов опилкобетона от удельного веса опилок в составе композиции приведена на рис. 1–2.

На основании анализа представленных результатов экспериментальных исследований определен интервал варьирования содержания древесных опилок в составе композиции: от 17 до 32 %.

Т а б л и ц а 2  
Физико-механические свойства образцов  
опилкобетона

Physical and mechanical properties of sawdust concrete samples

Номер образца (% древесных опилок)	Прочность, МПа		Влажность, %		Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Сорбционное увлажнение, %	
	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт
Образец 1 (17%, контрольный)	1,5–2,5	2,46	≤ 25	24,60	450–500	457,0	4–8	6,31
Образец 2 (22 %)	1,5–2,5	2,13	≤ 25	24,73	450–500	455,3	4–8	6,46
Образец 3 (27 %)	1,5–2,5	1,84	≤ 25	24,82	450–500	453,4	4–8	6,57
Образец 4 (32 %)	1,5–2,5	1,52	≤ 25	24,93	450–500	451,5	4–8	6,72
Образец 5 (37 %)	1,5–2,5	1,19	≤ 25	25,07	450–500	449,6	4–8	6,88

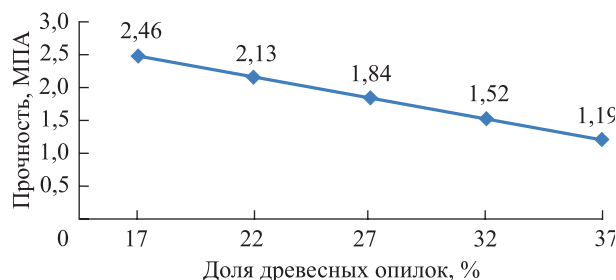


Рис. 1. Зависимость прочности образцов опилкобетона от содержания древесных опилок в их составе

Fig. 1. Graph of dependence of the strength of samples of sawdust concrete on the content of wood sawdust in their composition

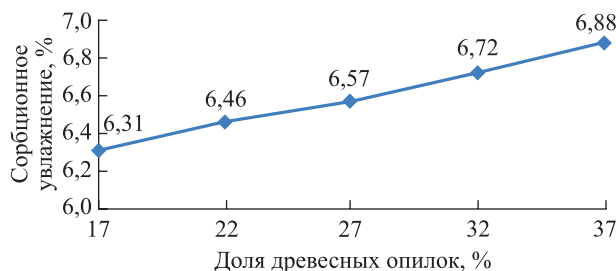


Рис. 2. Зависимость сорбционного увлажнения образцов опилкобетона от содержания древесных опилок в их составе

Fig. 2. Graph of dependence of sorption moistening of samples of sawdust concrete on the content of wood sawdust in their composition

В следующей серии опытов были проведены исследования возможности применения золошлаковой смеси для производства строительных теплоизоляционных материалов. В экспериментальных исследованиях использована отвальная золошлаковая смесь Иркутской ТЭЦ-6 г. Братска, полученная от сжигания бурого угля КАТЭК Ирша-Бородинского угольного разреза.

В ходе исследований реализован однофакторный эксперимент. В качестве переменного фактора принято количество указанной золошлаковой смеси — 10...25 % от объема извести-пушонки в опилкобетоне предложенного состава (содержанием древесных опилок 32 %) с интервалом варьирования 5 %. В качестве выходных параметров приняты средняя плотность, влажность, прочность при сжатии, сорбционное увлажнение. Изготовлено по восемь образцов размером 100 × 100 × 100 мм различного состава (табл. 3), опыты продублированы. Параллельно изготовлены контрольные образцы (образец 1) из опилкобетона марки М10 (содержание древесных опилок 32 %).

Т а б л и ц а 3  
Состав опытных образцов  
опилкошлакобетона, г  
Composition of prototypes of sawdust slag concrete

Компонент	Контрольный состав (без добавки)	Состав 1, 10 %	Состав 2, 15 %	Состав 3, 20 %	Состав 4, 25 %
Цемент (ПЦ М400 Д20)	121,3	118,8	117,5	116,3	115,0
Известь-пушонка	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Песок	265,8	265,8	265,8	265,8	265,8
Опилки хвойных пород (сухие)	180,0	338,9	338,9	338,9	338,9
Вода	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Жидкое стекло	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Золошлаковая смесь	0	2,5	3,8	5,0	6,3
– масс. доля от объема извести-пушонки, %	0	10	15	20	25
– масс. доля от объема формочной смеси, %	0	0,236	0,359	0,472	0,595

Проведены исследования влияния золошлаковой смеси в составе композиции на физико-механические показатели опилкобетонов.

Результаты определения физико-механических свойств образцов обобщены в табл. 4. Здесь же приведены требования ГОСТ 19222–84 (в таблице обозначены как «норма»).

Зависимость физико-механических свойств полученных образцов от доли золошлаковой смеси в их составе приведена на рис. 3–4.

На основании анализа представленных результатов экспериментальных исследований установлена предельная массовая доля золошлаковой смеси в составе композиции — 15 % от объема извести-пушонки.

На следующем этапе были проведены экспериментальные исследования качественных пока-

Т а б л и ц а 4  
Физико-механические свойства образцов  
опилкошлакобетона

Physicomechanical properties of samples of sawdust slag concrete

Номер образца (% добавки)	Прочность, МПа		Влажность, %		Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Сорбционное увлажнение, %	
	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт
Образец 1 (контрольный, без добавки)	1,5–2,5	2,46	≤ 25	24,6	450–500	457	4–8	6,31
Образец 2 (10 %)	1,5–2,5	2,18	≤ 25	22,7	450–500	472,94	4–8	5,34
Образец 3 (15 %)	1,5–2,5	1,86	≤ 25	20,4	450–500	498,74	4–8	4,02
Образец 4 (20 %)	1,5–2,5	1,53	≤ 25	19,3	450–500	544,5	4–8	2,86
Образец 5 (25 %)	1,5–2,5	1,08	≤ 25	18,2	450–500	593,13	4–8	1,62

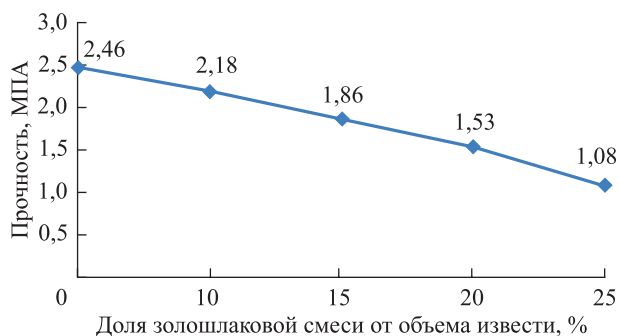


Рис. 3. Зависимость прочности образцов от содержания золошлаковой смеси в их составе

Fig. 3. Graph of the dependence of the strength of the samples on ash content in their composition

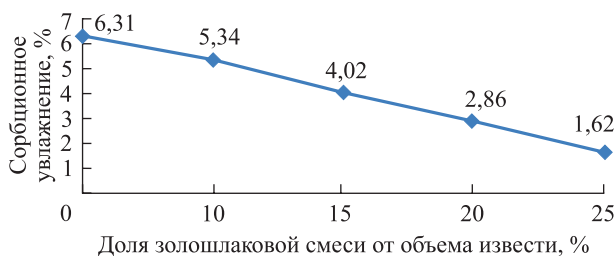


Рис. 4. Зависимость сорбционного увлажнения образцов от содержания золошлаковой смеси в их составе

Fig. 4. Graph of the dependence of the sorption moisture of the samples on the content of ash and slag mixture in their composition

зателей опилкошлакобетона с целью разработки математической модели для описания технологического процесса производства опилкошлакобетона.

В качестве выходных величин были приняты качественные показатели готовой продукции (теплоизоляционного опилкобетона марки М10):  $Y_1$  — средняя плотность  $\rho_{cp}$ , кг/м<sup>3</sup>;  $Y_2$  — влажность  $W$ , %;  $Y_3$  — прочность при сжатии  $\sigma_{сж}$ , МПа;  $Y_4$  — сорбционное увлажнение  $A_c$ , %.

Варьируемые факторы эксперимента:  $X_1$  — доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции  $d_{оп}$ , %;  $X_2$  — доля золошлаковой смеси от объема извести-пушонки в составе композиции,  $d_{зш}$ , %.

Постоянные факторы эксперимента имеют следующие значения: температура воздуха  $23 \pm 1$  °С; влажность воздуха  $45 \pm 5$  %; породный состав опилок — хвойные; влажность опилок  $6,0 \pm 0,1$  %; фракционный состав опилок 5/0,5 мм; размер получаемых образцов 100×100×100 мм; расход извести-пушонки 25,0 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход песка 265,8 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход воды 300,0 л на 1 м<sup>3</sup> смеси; расход жидкого стекла 8,0 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси.

В табл. 5 представлены варьируемые факторы в натуральном и кодовом обозначении, их уровни и интервалы варьирования при проведении двухфакторного эксперимента.

С целью получения адекватного математического описания технологического производства опилкошлакобетона предложенного состава, проведен многофакторный эксперимент.

Полученные значения выходных параметров совмещены в табл. 6 с матрицей планирования эксперимента по В-композиционному плану второго порядка в нормализованных и натуральных обозначениях варьируемых факторов.

Математическое описание зависимости нормируемых ГОСТ 19222–84 физико-механических свойств опилкошлакобетона от варьируемых технологических параметров представлено в виде уравнений регрессии:

— плотность, кг/м<sup>3</sup>:  
 $\rho = 464,7841 - 0,402d_{оп} + 4,9859d_{зш} - 0,0007d_{оп}^2 + 0,0139d_{зш}^2 - 0,0178d_{оп}d_{зш}$ ;

— влажность, %:  
 $W = 24,634 - 0,002d_{оп} - 0,284d_{зш}$ ;

— прочность на сжатие, МПа:  
 $\sigma_{сж} = 3,2122 - 0,0363d_{оп} - 0,0003d_{зш}^2 + 0,0004d_{оп}d_{зш}$ ;

— сорбционное увлажнение, %:  
 $A_c = 5,998 + 0,0173d_{оп} - 0,2041d_{зш}$ .

По полученным уравнениям регрессии были построены графические зависимости (рис. 5–8).

Согласно ГОСТ 19222–84, у теплоизоляционного опилкобетона марки М10 должны быть следующие характеристики плотность 450...500 кг/м<sup>3</sup>, влажность не более 25 %, прочность 1,5...2,5 МПа, сорбционное увлажнение 4...8 %. Графики, представленные на рис. 5–7 свидетельствуют о соответствии качества образцов требованиям ГОСТ.

Таблица 5

**Основные факторы и уровни их варьирования**

**The main factors and levels of their variation**

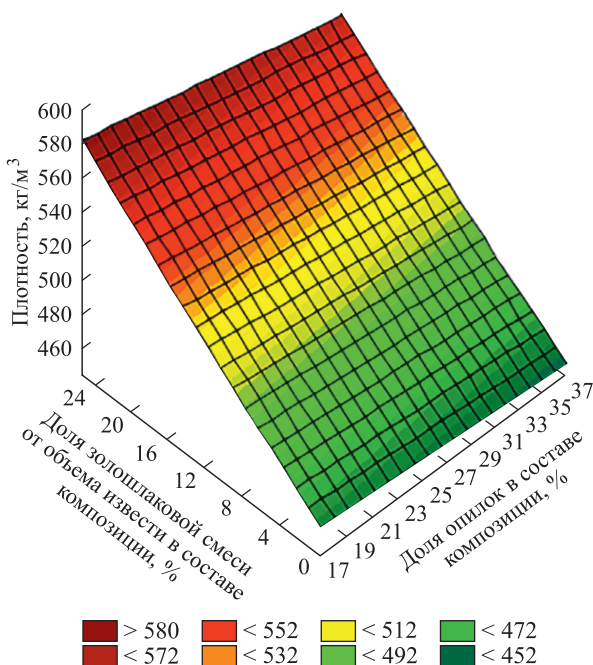
Фактор	Обозначение	Нижний уровень	Основной уровень	Верхний уровень	Интервал варьирования
Доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции, %	$X_1$	17	27	37	10
Доля золошлаковой смеси от объема извести, %	$X_2$	0	12,5	25	12,5

Таблица 6

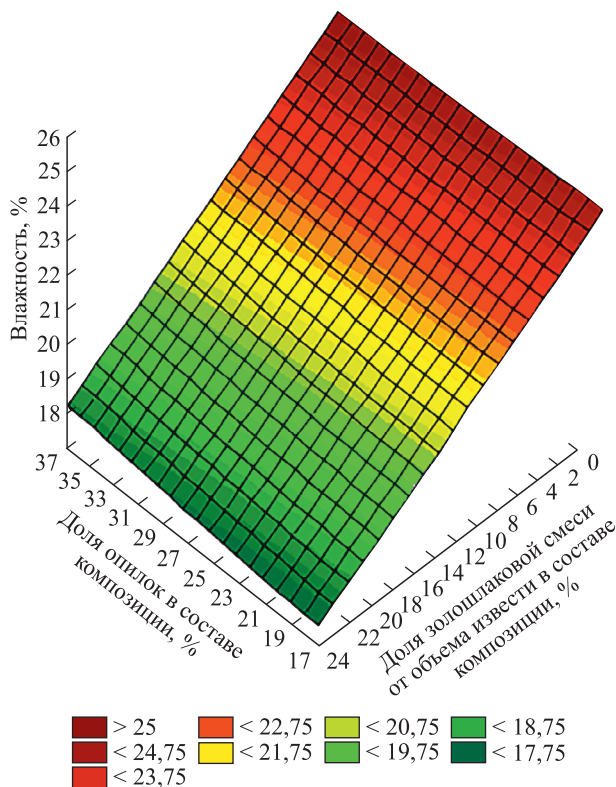
**Матрица планирования и результаты двухфакторного эксперимента**

**The planning matrix and the results of the two-factor experiment**

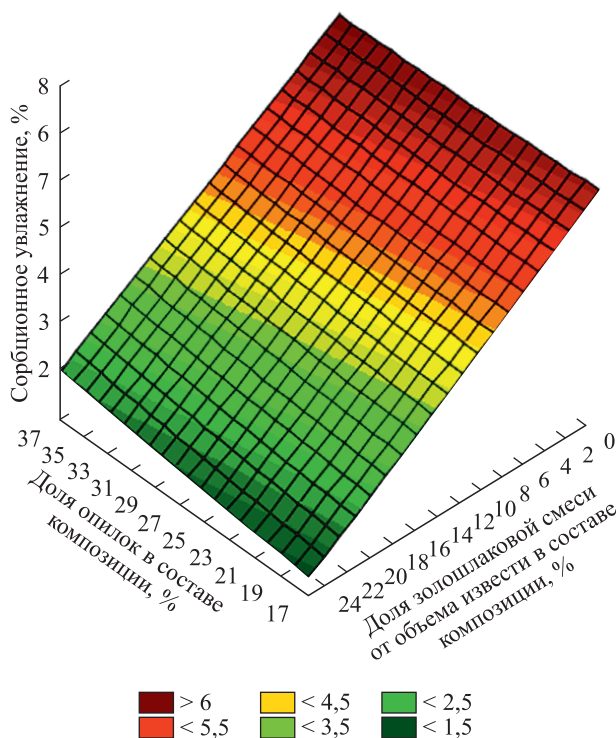
Номер опыта	$x_1$	$X_1, d_{оп}, \%$	$x_2$	$X_2, d_{зш}, \%$	$Y_1, \rho, \text{кг/м}^3$	$Y_2, W, \%$	$Y_3, \sigma_{сж}, \text{МПа}$	$Y_4, A_c, \%$
1	-1	17	-1	0	457,0	24,6	2,5	6,3
2	+1	37	-1	0	449,6	25,1	1,2	6,9
3	-1	17	+1	25	582,8	17,7	2,3	1,4
4	+1	37	+1	25	566,5	18,2	1,3	2,1
5	-1	17	0	12,5	519,9	21,1	2,4	3,8
6	+1	37	0	12,5	503,7	21,6	1,4	4,5
7	0	27	-1	0	453,4	24,8	1,8	6,6
8	0	27	+1	25	574,7	17,9	1,9	1,7



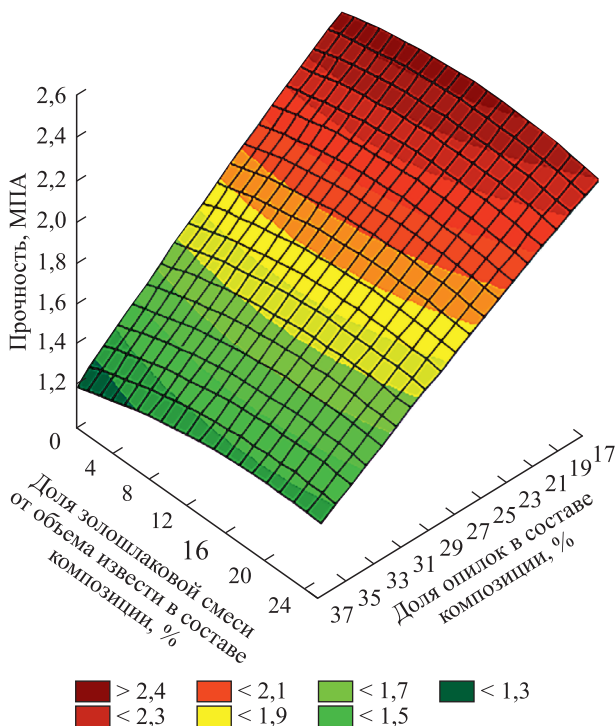
**Рис. 5.** Зависимость плотности опилкошлакобетона от доли опилок и золошлаковой смеси в составе композиции  
**Fig. 5.** Graph of the dependence of the density of sawdust slag-concrete on the share of sawdust and ash and slag mixture in the composition



**Рис. 6.** Зависимость влажности опилкошлакобетона от доли опилок и золошлаковой смеси в составе композиции  
**Fig. 6.** Graph of moisture content of sawdust slag concrete from the share of sawdust and ash and slag mixture in the composition



**Рис. 8.** Зависимость сорбционного увлажнения опилкошлакобетона от доли опилок и золошлаковой смеси в составе композиции  
**Fig. 8.** Graph of the dependence of sorption humidification of sawdust slag concrete on the share of sawdust and ash and slag mixture in composition



**Рис. 7.** Зависимость прочности опилкошлакобетона от доли опилок и золошлаковой смеси в составе композиции  
**Fig. 7.** Graph of the dependence of strength of sawdust slag concrete on the share of sawdust and ash-and-slag mixture in composition

Анализируя результаты экспериментальных исследований, можно рекомендовать к применению в составе композиций для изготовления теплоизоляционного опилкошлакобетона содержание: золошлаковой смеси не более 15 % от объема извести-пушонки, содержание влажных древесных опилок хвойных пород с удельным весом в составе композиции не более 32 % (табл. 7).

**Таблица 7**  
**Рекомендуемый состав опилкошлакобетона на 1 м<sup>3</sup> смеси**  
**Recommended composition of sawdust slag concrete for 1 m<sup>3</sup> of mixture**

Компонент	Расход
Цемент (ПЦ М400 Д20), кг	117,5
Известь-пушонка, кг	25,0
Песок, кг	265,8
Опилки хвойных пород (в пересчете на абсолютно сухое), кг	338,9
Вода, л	300,0
Жидкое стекло, кг	8,0
Золошлаковая смесь, кг	3,8

## Выводы

1. В результате исследования установлена возможность использования влажных опилок хвойных пород древесины для производства строительных теплоизоляционных материалов, изготовлены экспериментальные образцы опилкобетона с использованием влажных опилок хвойных пород древесины, проведены необходимые лабораторные испытания, установлено предельное содержание влажных опилок хвойных пород древесины в составе композиции для опилкобетона — 32 %.

2. Установлена возможность использования влажных опилок хвойных пород древесины и золошлаковой смеси для производства теплоизоляционных строительных материалов, изготовлены образцы строительных материалов, проведены необходимые лабораторные испытания, установлена предельная массовая доля золошлаковой смеси в составе композиции — 15 % от объема извести-пушонки.

3. Проведено экспериментальное исследование качественных показателей опилко-шлакобетона. Показано, что изготовление строительных блоков из опилкошлакобетона предложенного состава (массовая доля древесных опилок 32 % от общего объема композиции, массовая доля золошлаковой смеси 15 % от объема извести-пушонки) позволит выпускать теплоизоляционный строительный материал, полностью соответствующий требованиям ГОСТ 19222–84 к физико-механическим параметрам опилкобетона марки М10. применение предложенной композиции позволит обеспечить снижение себестоимости производства 1 м<sup>3</sup> теплоизоляционного опилкобетона данной марки не менее чем на 26 % по сравнению с традиционной технологией его получения. Исходя из полученных данных можно судить о соответствии качества испытанных образцов требованиям ГОСТ:

а) согласно ГОСТ 19222–84, плотность теплоизоляционного опилкобетона должна находиться в пределах 450...500 кг/м<sup>3</sup>. Минимальное значение плотности опилкошлакобетона предложенного состава, равное 449,6 кг/м<sup>3</sup>, наблюдается в случае, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции находится на уровне 37 %, а золошлаковая смесь отсутствует. Максимальное значение плотности опилкошлакобетона, равное 582,8 кг/м<sup>3</sup>, достигается, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции составляет 17 %, а доля золошлаковой смеси — 25 %;

б) согласно ГОСТ 19222–84, влажность теплоизоляционного опилкобетона должна быть не более 25 %. Минимальное значение влажности опилкошлакобетона предложенного состава,

равное 17,7 %, наблюдается в случае, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции находится на уровне 17 %, а доля золошлаковой смеси составляет 25 %. Максимальное значение влажности опилкошлакобетона, равное 25,1 %, достигается, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции составляет 37 %, а золошлаковая смесь отсутствует;

в) согласно ГОСТ 19222–84, прочность теплоизоляционного опилкобетона должна находиться в пределах 1,5...2,5 МПа. Минимальное значение прочности опилкошлакобетона предложенного состава, равное 1,2 МПа, наблюдается в случае, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции находится на уровне 37 %, а золошлаковая смесь отсутствует. Максимальное значение прочности опилкошлакобетона, равное 2,5 МПа, достигается, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции составляет 17 %, а золошлаковая смесь отсутствует;

г) согласно ГОСТ 19222–84, сорбционное увлажнение теплоизоляционного опилкобетона должно быть в пределах 4...8 %. Минимальное значение сорбционного увлажнения опилкошлакобетона предложенного состава, равное 1,4 %, наблюдается в случае, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции находится на уровне 17 %, а доля золошлаковой смеси составляет 25 %. Максимальное значение сорбционного увлажнения опилкошлакобетона, равное 6,9 %, достигается, когда доля влажных опилок хвойных пород в составе композиции составляет 37 %, а золошлаковая смесь отсутствует.

4. Разработана математическая модель, описывающая технологический процесс производства опилкошлакобетона. По уравнениям регрессии построены графические зависимости нормируемых значений физико-механических показателей опилкошлакобетона марки М10 (плотность, влажность, прочность, сорбционное увлажнение) от доли влажных опилок хвойных пород и золошлаковой смеси в составе композиции.

## Список литературы

- [1] Афанасьева Н.В., Пыльнева А.А. Теплоизоляционные строительные материалы на основе вторичного сырья // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: Матер. VI (XII) Всерос. науч.-техн. конф. Братск: БрГУ, 2014. С. 18–21.
- [2] Чельшева И.Н., Афанасьева Н.В., Овчинникова О.В. Вторичное древесное сырье как объект утилизации // Естественные и инженерные науки — развитию регионов Сибири: Матер. XIII (XXXV) Всерос. науч.-техн. конф. Братск: БрГУ, 2014. С. 35–36.
- [3] Чельшева И.Н., Афанасьева Н.В. Вторичное сырье в составе композиционных древесных материалов // Естественные и инженерные науки — развитию регионов Сибири: Матер. XIII (XXXV) Всерос. науч.-техн. конф. Братск: БрГУ, 2014. С. 41.

- [4] Афанасьева Н.В. Снижение себестоимости производства строительных материалов на основе использования побочных продуктов лесопиления // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития: материалы Всерос. науч.-практ. онлайн-конф. с междунар. участием и элементами науч. школы для молодежи, 9–10 апр. 2014 г. Иркутск: БГУЭП, 2014. С. 48–53.
- [5] Афанасьева Н.В. Возможность использования сырых опилок // Молодая мысль — развитию лесного комплекса: Матер. 14-й науч.-техн. конф. студентов и магистрантов. Братск: БрГУ, 2013. С. 26–30.
- [6] ГОСТ 19222–84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19222-84>.
- [7] СН 549–82 «Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита» URL: [http://sniphelp.ru/constructing/002.005.003/SN\\_549-82\\_2032/#i456482](http://sniphelp.ru/constructing/002.005.003/SN_549-82_2032/#i456482)
- [8] Чельшева И.Н. Технология композиционных материалов: метод. указания по выполнению лабораторных работ. Братск: БрГУ, 2010. 36 с.
- [9] Плотников Н.П., Денисов С.В. Оптимизация технологических режимов склеивания фанеры модифицированными клеевыми композициями // Вестник КрасГАУ, 2010. № 5. С. 143–148.
- [10] Плотников Н.П., Симикова А.А. Снижение токсичности карбамидоформальдегидных смол // Вестник КрасГАУ. № 6. С. 155–158.
- [11] Плотников Н.П., Плотникова Г.П. Совершенствование технологии производства древесноплитных материалов. Новосибирск: НП «СибАК», 2013. 112 с.

## Сведения об авторах

**Чельшева Ирина Николаевна** — канд. техн. наук, доцент кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», [irinachelysheva@yandex.ru](mailto:irinachelysheva@yandex.ru)

**Плотников Николай Павлович** — канд. техн. наук, доцент кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», [n-plotnikov@mail.ru](mailto:n-plotnikov@mail.ru)

**Афанасьева Наталия Александровна** — магистрант ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», [GalkovaNV@yandex.ru](mailto:GalkovaNV@yandex.ru)

Статья поступила в редакцию 17.07.2017 г.

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF WOOD COMPOSITE MATERIALS

I.N. Chelysheva, N.P. Plotnikov, N.A. Afanasyeva

Bratsk state University, 665709, Irkutsk region, Bratsk, Makarenko St. 40  
irinachelysheva@yandex.ru

There was developed a technology for producing wood composite material based on sawdust, corresponding to requirements of GOST 19222–84. A way of using damp sawdust of softwood species for production of wood composite material made in experimental models of sawdust concrete using wet sawdust of coniferous breeds of wood, determined the maximum content of wet sawdust of coniferous breeds of wood in the composition for sawdust concrete — 32 %; determined the maximum mass fraction of ash and slag mixture in the composition is 15 % by volume of hydrated lime. The article presents the results of qualitative indicators of sawdust slag concrete. The author established that the production of building blocks from sawdust slag concrete with the proposed composition (mass fraction of sawdust 32 % of the total volume of the composition, mass fraction of ash and slag mixture 15 % by volume of hydrated lime) will produce heat-insulating building material, fully corresponding to the requirements established by GOST 19222-84 physico-mechanical parameters to the sawdust concrete brand M10. The proposed composition allows to reduce the production cost of 1 m<sup>3</sup> of this material to not less than 26 %.

**Keywords:** wood composite material, sawdust, slag, sawdust concrete, disposal

**Suggested citation:** Chelysheva I.N., Plotnikov N.P., Afanasyeva N.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii polucheniya drevesnykh kompozitsionnykh materialov* [Improvement of technology of wood composite materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 5, pp. 75–82. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-75-82

### References

- [1] Afanas'eva N.V., Pyl'neva A.A. *Teploizolyatsionnye stroitel'nye materialy na osnove vtorichnogo syr'ya* [Heat-insulating building materials on the basis of secondary raw materials]. Young thought: science, technology, innovations: materials of the VI (XII) All-Russian Scientific and Technical Conference. Bratsk: BrSU Publ., 2014, pp. 18–21.
- [2] Chelysheva I.N., Afanas'eva N.V., Ovchinnikova O.V. *Vtorichnoe drevesnoe syr'e kak ob'ekt utilizatsii* [Secondary wood raw material as an object of utilization]. Natural and engineering sciences – the development of the regions of Siberia: materials XIII (XXXV) All-Russian scientific and technical conference. Bratsk: BrSU Publ., 2014, pp. 35–36.
- [3] Chelysheva I.N., Afanas'eva N.V. *Vtorichnoe syr'e v sostave kompozitsionnykh drevesnykh materialov* [The second raw material in composition wood materials. Natural and engineering sciences – the development of the regions of Siberia] Materials XIII (XXXV) All-Russian scientific and technical conference. Bratsk: BrSU Publ., 2014, p. 41.
- [4] Afanas'eva N.V. *Snizhenie sebestoimosti proizvodstva stroitel'nykh materialov na osnove ispol'zovaniya pobochnykh produktov lesopileniya* [Decrease in the cost of production of building materials based on the use of byproducts of sawmilling] Problems of economics and management of construction in an environmentally oriented development: materials of the All-Russian scientific and practical online conference with the international. participation and elements of a scientific school for youth, April 9–10, 2014 [The Problems of the Construction Economics and Management in Environmentally Sustainable Development: The Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference School for Young People, Apr. 9–10, 2014]. Irkutsk: BGUEP Publ., 2014, p. 48–53.
- [5] Afanas'eva N.V., Aleksa T.V., Gromova N.V., Ivanov D.S. *Vozmozhnost' ispol'zovaniya sryrykh opilok. Molodaya mysl' – razvitiyu lesnogo kompleksa* [The possibility of using raw sawdust] A young thought – the development of the forest complex: materials of the 14th scientific and technical conference of students and undergraduates. Bratsk: BrSU Publ., 2013, pp. 26–30.
- [6] *GOST 19222-84. «Arbolit i izdeliya iz nego. Obshchie tekhnicheskie usloviya»* [GOST 19222-84 "Arbolite and products from it. General technical conditions"] Electronic fund of legal and normative-technical documentation. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost19222-84>
- [7] *SN 549-82. Instruktsiya po proektirovaniyu, izgotovleniyu i primeneniyu konstruktivnykh izdeliy iz arbolita* [SN 549-82 Instructions for the design, manufacture and application of structures and products from arbolite: introduction. 1983-01-01] Electronic Fund of GOSTs and SNIPs. Available at: [http://sniphelp.ru/constructing/002.005.003/SN\\_549-82\\_2032/#i456482](http://sniphelp.ru/constructing/002.005.003/SN_549-82_2032/#i456482)
- [8] Chelysheva I.N. *Tekhnologiya kompozitsionnykh materialov: metodicheskoe* [Technology of composite materials: methodical. instructions for performing laboratory work]. Bratsk: BrSU Publ., 2010, 36 p.
- [9] Plotnikov N.P., Denisov S.V. *Optimizatsiya tekhnologicheskikh rezhimov skleivaniya fanery modifitsirovannymi kleevymi kompozitsiyami* [Optimization of technological modes of gluing of plywood with modified adhesive compositions] Bulletin of the State University of Economics, 2010, no. 5, p. 143–148.
- [10] Plotnikov N.P., Simikova A.A. *Snizhenie toksichnosti karbamidoformal'degidnykh smol* [Reduction of the toxicity of carbamide-formaldehyde resins] *Vestnik KrasAAU*, v. 6, pp. 155–158.
- [11] Plotnikov N.P., Plotnikova G.P. *Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva drevesnoplitnykh materialov* [Improvement of the technology of production of wood-based materials]. Novosibirsk: NP «SibAK» Publ., 2013, 112 p.

### Author's information

**Chelysheva Irina Nikolaevna** — Cand Sci. (Tech.), Associate Professor, Departement of reproduction and processing of forest resources of the Bratsk State University, irinachelysheva@yandex.ru

**Plotnikov Nikolai Pavlovich** — Cand Sci. (Tech.), Associate Professor, Departement of reproduction and processing of forest resources of the Bratsk State University, n-plotnikov@mail.ru

**Afanasyeva Natalia Aleksandrovna** — graduate student of Bratsk state University, galkovanv@yandex.ru

Received 17.07.2017