

УДК 674.2:624.011.15

Б.Д. Руденко

Сибирский государственный технологический университет

Руденко Борис Дмитриевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии композиционных материалов и древесиноведения Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 60 научных трудов в области изучения процессов создания и эксплуатации древесных композитов.
E-mail: rudenko@krasmail.ru



СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СТРУЖКИ

Установлено, что использование тонкой прямоугольной стружки приводит к увеличению цементно-древесного и водоцементного соотношений примерно до 5 и 0,5, а использование игольчатой стружки (после станка типа ДС-6) – примерно до 3 и 0,3 соответственно.

Ключевые слова: состав, свойства, прочность, водопоглощение, влажность, плотность, цемент, вода, стружка.

Для производства цементно-стружечных плит (ЦСП) используют стружку, средняя длина которой должна быть по меньшей мере в 3 раза больше средней ширины. Оптимальные размеры стружки, мм: толщина – 0,3, длина – 25,0...31,0, ширина – 1,6...4,8 [3].

Таблица 1

Псевдокоординаты исследуемого состава

Вершины симплекса	Древесные частицы	Цемент	Вода
	%		
1	80	10	10
2	10	80	10
3	10	10	80

Имеются исследования [2], в которых приведены данные о влиянии размеров частиц на свойства плит, однако это относится к древесным частицам, полученным на стружечных станках типа ДС-6.

Цель настоящих исследований – изучить физико-механические свойства древесно-цементной композиции из прямоугольной (вафельной) стружки в зависимости от соотношения древесина/цемент/вода.

Для эксперимента использовали воздушно-сухую сосновую стружку, имеющую следующие средние размеры, мм: толщина – 0,1, длина – 25,0...31,0, ширина – 25,0...35,0. По массе стружка этих размеров составляла до 95 %, остальное – более мелкие частицы.

Целесообразно исследовать состав из трех компонентов: вафельная стружка, цемент и вода. Для нейтрализации вредного воздействия водорастворимых веществ использовали традиционный минерализатор, добавку которого рассчитывали в процентах от массы цемента (портландцемент М400).

При изучении свойств смеси, зависящих только от соотношения компонентов, факторное пространство представляет собой правильный трехмерный симплекс. Изучаемые свойства являются непрерывной функцией аргументов и могут быть с достаточной точностью представлены полиномом. Так как нас интересовала не вся область возможных значений состава, использовали ту ее часть, которая ограничена псевдокординатами, приведенными в табл. 1. В данной области состава компонентов можно получить древесно-цементную композицию с минимальной (позволяющей сохранять целостность образцов) прочностью (не менее 0,5 МПа). При увеличении доли какого-либо компонента в композиции образцы перестают сохранять целостность в процессе испытаний.

В табл. 2 приведена матрица планирования исходных компонентов в нормализованном, процентном и весовом соотношениях.

Из рассматриваемой смеси компонентов формовали балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см, которые твердели в течении 14 сут. при комнатных условиях, после чего определяли их прочность на изгиб, плотность, водопоглощение за 24 ч вымачивания в воде и влажность.

Эксперимент был обработан по методике [1]. Результаты эксперимента представлены на рисунке.

Рассмотрим, как изменяется прочность в зависимости от соотношения компонентов. Из анализа приведенной на рисунке *a* диаграммы видно, что содержание воды в формовочной смеси существенно влияет на прочность получаемого материала. Соотношение масс воды и цемента для

Таблица 2

Матрица планирования для исходных компонентов

Нормализованные значения факторов			Содержание компонентов					
			%			г		
Древесные частицы	Цемент	Вода	Древесные частицы	Цемент	Вода	Древесные частицы	Цемент	Вода
0,33	0	0,67	30,00	10,00	60,00	68	23	138
0,67	0	0,33	60,00	10,00	30,00	138	23	68
1,00	0	0	80,00	10,00	10,00	184	23	23
0,67	0,33	0	60,00	30,00	10,00	138	68	23
0	0,67	0,33	10,00	60,00	30,00	23	138	68
0	1,00	0	10,00	80,00	10,00	23	184	23
0,33	0,33	0,33	33,33	33,33	33,33	76	76	76
0,33	0,67	0	30,00	60,00	10,00	68	138	23
0	0	1,00	10,00	10,00	80,00	23	23	184

производства бетонных изделий характеризуется водоцементным соотношением и колеблется в пределах 0,3...0,6. В зависимости от его величины бетонная смесь может быть жесткой, пластичной и литой. Однако в древесно-цементной композиции указанного различия в консистенции не наблюдается из-за малой плотности древесного заполнителя. Тем не менее, при подборе состава смеси для изготовления этой композиции необходимо

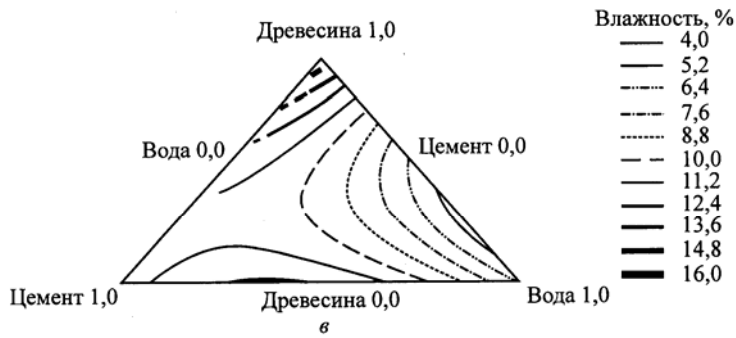
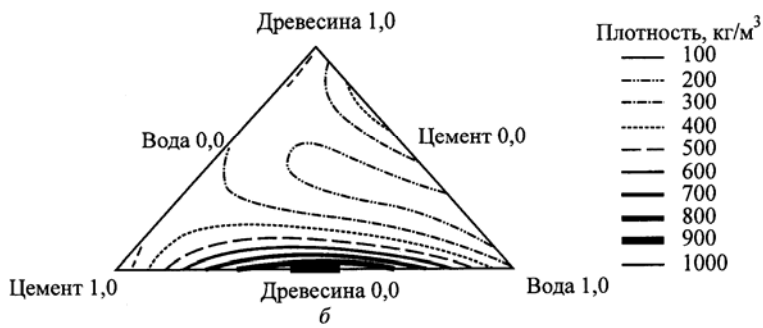
стремиться к оптимальному количеству воды в древесном заполнителе: лишняя вода снижает прочность изделий.

Необходимое содержание воды в формовочной смеси зависит как от фракционного состава заполнителя, так и от продолжительности его выдерживания на воздухе. С течением времени древесина приобретает некоторую гидрофобность из-за сшивки части гемицеллюлоз, что снижает ее водопоглощение. Водопоглощение оказывает заметное влияние на прочность древесно-цементной композиции, так как чем оно ниже, тем меньше требуется минерализатора для создания концентрированных растворов на поверхности заполнителя.

Важным показателем является также содержание экстрактивных веществ в жидкой фазе вяжущего. Темпы их выделения зависят от крупности частиц заполнителя и концентрации минерализатора на его поверхности.

Древесные частицы выступают в роли пассивного заполнителя, с возрастанием их количества в смеси прочность образцов при испытании на изгиб падает (рисунок *a*). Соотношение масс воды и цемента имеет ярко выраженный оптимум (0,4...0,6 единиц в нормализованных значениях), при котором наблюдается максимальная прочность получаемого материала. В нашем случае водоцементное соотношение соответствует 0,5.

Установлено, что наибольшей прочности соответствует довольно узкий диапазон соотношений компонентов древесно-цементной композиции, при котором она имеет оптимальную структуру. Это соответствует положениям теории И.А. Рыбьева для материалов с конгломератным типом структуры.



Контурная поверхность отклика для прочности (*a*), плотности (*б*), влажности (*в*) и водопоглощения (*г*)

Как видно из рисунка *б*, плотность связана с прочностью древесно-цементной композиции. Некоторое несоответствие изолиний плотности объясняется нехваткой воды для формирования необходимой структуры материала (средняя область диаграммы). Локальный оптимум на грани «Цемент 0,0» имеет смещение в сторону древесины относительно оптимума на грани «Древесина 0,0», что объясняется разной поверхностью частиц древесного заполнителя.

Распределение влажности получаемой древесно-цементной композиции имеет вспомогательный характер для информации о прочности получаемого композита. Повышение влажности в сторону увеличения содержания древесины и уменьшения содержания цемента характеризуется меньшим связыванием влаги твердеющим цементом (рисунок *в*).

Стягивание изолиний на грань «Цемент 0,0» объясняется уменьшением содержания цемента, а снижение связывания влаги – твердеющим цементом и малой плотностью (см. рисунок *б*), что соответствует увеличенной пористости материала и, следовательно, более интенсивному высушиванию смеси.

Как видно из рисунка *г*, водопоглощение связано с плотностью образцов: менее плотная структура характеризуется большей незащищенностью древесно-цементных материалов.

Таким образом, при использовании тонкой прямоугольной стружки цементно-древесное соотношение увеличивается примерно до 5, при использовании игольчатой стружки (после станка типа ДС-6) оно составляет около 3 [4], а водоцементное соотношение – примерно до 0,5 и 0,3 соответственно [4]. Это объясняется большей удельной поверхностью плоской прямоугольной стружки по сравнению с игольчатой (14,3 против 7,1 см²/г).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах [Текст] / В. Дюк. – СПб.: Питер, 1997. – 240 с.
2. Лапшин, Ю.Г. Рациональные размеры древесных частиц в производстве древесностружечных плит (обзорн. информ.) [Текст] / Ю.Г. Лапшин, О.Е. Поташев, А.М. Шапиро. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979. – 21 с.
3. Наназашвили, И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции [Текст] / И.Х. Наназашвили. – Л.: Стройиздат, 1990. – 415 с.
4. Хрулев, В.М. Цементно-стружечные плиты в строительстве [Текст] / В.М. Хрулев, М.Г. Мальцев, Р.Ш. Хасанов. – Уфа: УГНТУ, 2001. – 96 с.

Поступила 07.09.07

B.D. Rudenko
Siberian State University of Technology

Characteristics of Wood-cement Composite when Using Square Chips

It is established that the use of light square chips results in the increase of cement-wood and water-cement correlations up to 5 and 0,5, whereas when using needle chips (after chipping machine of DS-6 type) – up to 3 and 0,3 accordingly.

Keywords: composition, characteristics, strength, water absorption, humidity, density, cement, water, chip.
