

УДК 625:666:97

## СОСТАВЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Стородубцева Т.Н.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
Воронеж, e-mail: tamara-tns@yandex.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований механических свойств композиционного материала, включающего в композиции стирол-содержащие полимеры, полученные из отходов производства синтетического каучука, направленные на повышение морозо- и водостойкости. Использование сополимера на основе отходов производства синтетического каучука позволяет решить вопрос экологического характера, направленный на переработку и использование отходов и побочных продуктов нефтехимических производств, а также деревопереработки.

**Ключевые слова:** композиционные материалы, механические характеристики, отходы нефтехимических производств и деревопереработки

## COMPOSITION AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE COMPOSITE DEVICE MATERIAL TRANSPORT CONSTRUCTION

Storodubtseva T.N.

Federal State Budget Educational Institution of High Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, e-mail: tamara-tns@yandex.ru

The experimental results of the mechanical properties of a composite material comprising a composition of a styrene-containing polymers prepared from wastes of synthetic rubber to improve resistance to water and frost. Use of a copolymer based on waste production of synthetic rubber can solve the issue of environmental measures aimed at recycling and use of waste and by-products petrochemical industries, as well as timber.

**Keywords:** composite materials, mechanical properties, petrochemical plants and waste timber

В промышленно развитых странах производство композиционных материалов (КМ) неуклонно растет, поскольку эти материалы позволяют добиться существенного улучшения качества и снижения веса изделий и конструкций, в том числе и работающих в экстремальных условиях, при одновременном увеличении их надежности и ресурса.

По сути КМ представляют собой термодинамические неравновесные системы, состоящие из двух или более компонентов, отличающихся по химическому составу, физико-механическим свойствам и разделенных в материале четко выраженной границей. Каждый из компонентов вводится в состав, чтобы придать ему требуемые свойства, которыми не обладает каждый из компонентов в отдельности. Комбинируя объемное соотношение компонентов, можно получать материалы с требуемыми характеристиками [1].

Основным фактором, определяющим выбор метода получения КМ является технологическая совместимость компонентов, т.к. возможно разупрочнение волокон в результате химического взаимодействия с матрицей в процессе изготовления, а также их механическое повреждение.

Создание полимерного композита на основе термореактивной смолы ФАМ, ко-

торый может использоваться в элементах конструкций, работающих в условиях агрессивных сред динамических нагрузок и знакопеременных температур и которые обладают повышенными эксплуатационными свойствами, например, шпал для лесовозных железных дорог, стало своевременным [2, 3].

Известна полимерная композиция, включающая, мас. ч.: фурфуролацетоновый мономер – 70-100; бензолсульфоокислота – 15-20; порошкообразный полиэтилен – 40-100; порошкообразный графит – 150-250; сланцевое масло или сламор – 30-50 (1).

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату является композиция, включающая, мас.% : фурфуролацетоновая смола ФАМ – 15-2; бензолсульфоокислота – 3-5; андезитовая мука – 47-57; стеклосечка или распущенный стекложгут – 0,3-0,5; сажа техническая – 2,5-5,7; древесная щепа – 26-20 (2). Данный композиционный состав обладает целым рядом положительных свойств. Однако в его составе используется также значительное количество дорогой и дефицитной смолы ФАМ, кроме того, недостаточно высоки его морозо- и водостойкость [4, 5].

При этом ставилась техническая задача, направленная на удешевление композици-

онного материала за счет использования в композиции стирол-содержащих полимеров, полученных из отходов производства синтетического каучука, и повышение морозо- и водостойкости. Это достигалось тем, что состав для композиционного материала, включающий фурфуролацетонную мольу ФАМ, бензолсульфокислоту, андезитовую муку, сажу техническую, древесную щепу и стеклосечку или распущенный стекложгут, дополнительно содержит низкомолекулярный стирол-содержащий сополимер на основе кубовых остатков ректификации возвратного растворителя производства бутидиенового каучука с содержанием стирола 50-80 мас. % и многоатомный спирт при соотношении компонентов, приведенных в табл. 1 [1, 4].

В композиции используют низкомолекулярный стирол-содержащий сополимер на основе кубовых остатков ректификации возвратного растворителя (толуола) производства бутидиенового каучука, который выпускают в промышленных масштабах и используют в производстве лакокрасочных материалов. Состав сополимера: содержание стирола в сополимере 50-80 %, бромное число – 52-88, гВг/100 г, плотность – 1061-1071, кг/м<sup>3</sup>, температура каплепадения – 50-80 °С, молекулярная масса – 3500-6500, Мп.

Частичная замена ФАМ на данный низкомолекулярный сополимер позволяет композиции сохранить прочностные показатели с одновременным повышением морозо- и водостойкости.

Таблица 1

Составы композиционного материала

Компоненты	Содержание компонентов, % мас.			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
ФАМ (6-05-1618-73)	14,0	17,0	20,0	17,0
Бензолсульфокислота (ТУ 6-14-25-79)	3,0	4,0	5,0	4,0
Низкомолекулярный стирол-содержащий сополимер	1,0	3,0	5,0	3,0
Многоатомный спирт: глицерин	0,3	0,8	1,5	–
этиленгликоль	–	–	–	0,6
Андезитовая мука (ТУ 6-12-101-81)	56,7	53,0	46,0	3,2
Сажа (ГОСТ 7885-86) П-514 или др.	8,7	3,8	2,0	3,8
Щепа из древесины различных пород	16,0	18,0	20,0	18,0
Стеклосечка из жгута ЖСН-1-ПВТУ 34-60 или распущенный стекложгут и т.п.	0,3	0,4	0,5	0,4
Итого	100	100	100	100

Использование сополимера на основе отходов производства синтетического каучука позволяет решить вопрос экологического характера, направленный на переработку и использование отходов и побочных продуктов нефтехимических производств.

В составе для композиционного материала используют щепу различных пород древесины или отходов лесосечных работ, освобожденную от коры и подвергнутую сушке. Рекомендуемые сочетания длин отдельных элементов щепы, %: 20-25 см – 2; 15-20 см – 8; 10-15 см – 54; 5-10 см – 35; менее 5 см – 1.

Матрица, представляющая собой отвержденную полимерную композицию на основе ФАМ, низкомолекулярного стирол-содержащего сополимера на основе отходов производства синтетического каучука, эффективно защищает древесную щепу от действия воды, влаги, загнивания, обеспечивает хорошую монолитность композиционного материала и герметичность [4].

Свойства данного композиционного материала приведены в табл. 2.

Таблица 2

Механические свойства композиционного материала

Показатели	Составы композиционного материала			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	Результаты испытаний КМ по составам			
Предел прочности, МПа при:				
сжатии, смятии	76,0	80,0	78,0	78,0
поперек волокон	36,0	30,0	38,0	38,0
изгибе	25,0	30,0	29,0	29,0
скальвании	8,7	9,0	8,9	8,8
Модуль упругости, 10 <sup>4</sup> МПа при:				
сжатии	1,30	1,30	1,40	1,40
при изгибе	1,38	1,44	1,39	1,45
Предел выносливости, МПа	37,0	39,0	39,0	36,0
Коэффициент стойкости в воде	0,64	0,72	0,70	0,68
Морозостойкость, цикл.	370	420	440	425

С учетом стадии жизненного цикла рынка, динамикой роста потребления и производства в других странах, потенциал российского рынка композитов огромен. Мировой рынок композиционных материалов сейчас находится в стадии роста и ежегодное увеличение составляет около двадцати процентов.

Актуальность предлагаемого композиционного материала определяется необхо-

димостью замены деревянных и железобетонных шпал на шпалы из древесного стекловолокнистого композиционного материала, обладающих преимуществами при использовании их на железных дорогах различного, особенно специального назначения [6].

#### Список литературы

1. Стородубцева Т.Н. Результаты исследования прочностных характеристик древесных композиционных материалов / Т.Н. Стородубцева, А.А. Аксомитный; «Воронеж. гос. лесотехн. акад.». – Воронеж, 2014. – 33 с.: ил. – Деп. в ВИНТИ 22.10.2014, № 286-B2014.

2. Стородубцева Т.Н. Моделирование напряженного состояния древесины, подверженной действию агрессивных

сред в композиционном материале / Фундаментальные исследования, № 4 (часть 1), 2013. – С. 65–70.

3. Стородубцева Т.Н. Композиционный материал на основе древесины для железнодорожных шпал: Трещиностойкость под действием физических факторов: моногр. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 216 с.

4. Стородубцева Т.Н. Строительные древесностекловолокнистые композиционные материалы для изделий специального назначения: Автореф. дис. д-ра. техн. наук – Воронеж, 2005. – 42 с.

5. Стородубцева Т.Н. Формирование механических характеристик и макроструктуры композита в зависимости от синергетических эффектов взаимодействия его компонентов / Лесотехнический журнал, Воронеж. – 2013. – № 4(12). – С. 134–138.

6. Storodubtzeva T.N. The Composite Building Materials on the Basis of the Forest Complex Waste Wood / International Journal of Experimental Education. – 2013. – № 2. – P. 57–58.