DOI: 10.17117/na.2015.08.895

Поступила (Received): 30.08.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.08.895.pdf>

Стородубцева Т.Н., Аксомитный А.А. Влияние содержания древесного заполнителя на свойства композиционного материала

**Storodubtseva T.N., Axomitny A.A.
Influence of the Content of wood filler on properties
of the composite material**

Использование в композиционных материалах древесины и древесных отходов, а также отходов промышленности, является весьма актуальным направлением. Подбор оптимального содержания древесины необходим был для улучшения свойств композиционного материала

Ключевые слова: древесные отходы, механические свойства, композит

The use of composite materials and wood waste and industrial waste, is highly relevant direction. Selection of the optimal content of wood was needed to improve the properties of the composite material

Key words: waste wood, mechanical properties, composite

Стородубцева Тамара Никаноровна

*Доктор технических наук, доцент
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова
г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8*

Storodubtseva Tamara Nikanorovna

*Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
Voronezh state university of forestry and technologies named G.F. Morozov
Voronezh, Timiryazeva st., 8*

Аксомитный Алексей Андреевич

*Аспирант
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова
г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8*

Axominy Alexey Andreevich

*Graduate
Voronezh state university of forestry and technologies named G.F. Morozov
Voronezh, Timiryazeva st., 8*

В данной статье рассмотрено применение в композиционных материалах местного сырья и отходов промышленности, а именно: кусковые отходы переработки древесины; отходы химической промышленности – мука из пиритовых огарков и кубовые остатки производства бутадиенового каучука, смола ФАМ, содержащая фурфурол, который получают из отходов лесного комплекса и сельского хозяйства; а также отработанное машинное масло [1, с. 9]. Характеристики разрабатываемых композитов получены с применением формул науки о сопротивлении материалов, т.е. в пределах справедливости закона Р. Гука, на который эта наука опирается.

В настоящее время весьма актуальным является использование в композиционных материалах отходов лесного комплекса, промышленности, сельского хозяйства и т. д.

Нами были исследованы зависимости основных механических характеристик полимерной песчаной матрицы ФАМ от содержания в ней структурообразующих компонентов древесностекловолоконистого композиционного материала – модифицирующих наполнителей (графитовая мука, мука из пиритовых огарков), замедлителя реакции кристаллизации (глицерин) бензолсульфокислоты (БСК) и армирующих заполнителей (стеклосетка и кусковые отходы переработки древесины – щепа), которые вводили в ее состав вначале порознь, а затем одновременно [2, с.19].

$\sigma_{\text{чи}}, \sigma_{\text{сж}}$ – пределы прочности при чистом изгибе (1) и сжатии (2),
 $E_{\text{чи}}, E_{\text{сж}}$ – модули упругости при чистом изгибе (3) и сжатии (4),
 соответственно, ϵ_p – предельная растяжимость (5)

Рис. 1. Графики зависимости характеристик композиционного материала от содержания древесины (щепа)

В подавляющем большинстве случаев эти зависимости были представлены графоаналитическими моделями в виде полиномов третьей степени и построенными с их использованием кривыми, что подтверждалось минималь-

ными значениями сумм квадратов отклонений и возможностью количественно и качественно оценить физический смысл процессов при формировании микро- и макроструктуры, включая армирование, композиционного материала (КМ) [3, с. 135].

Так, свободный член полиномов представляет собой значение характеристики песчаной матрицы, снижение ее величины в начале заполнения – нарушение ее структуры и появление очагов концентрации напряжений, последующее повышение – оптимизация структуры нового композита [4, с.137]. Основные зависимости приведены на рисунке.

С их помощью возможно нахождение экстремальных значений характеристик, выявление зоны благоприятных свойств композитов.

В результате сделаны следующие выводы:

1. Введение в базовый состав полимерной матрицы ФАМ графитовой и пиритовой муки повышает прочностные и упругие характеристики КМ, а также водостойкость, однако увеличение содержания графитовой муки в смеси приводит как бы к «смазке» частиц структуры отвержденного композита, их «скольжению» под нагрузкой. Такой же эффект наблюдается и при введении глицерина.

2. Роль армирующего заполнителя – древесины (щепы) – заключается в повышении изгибной прочности древесного стекловолоконистого КМ и снижении его массы. С этим связана необходимость ее высушивания до влажности 7...8 %, что, кроме этого, обеспечивает пропитку древесины смолой ФАМ, которая, проникая в поры древесины в процессе отливки, отверждается в ней, защищая от гниения. Однако, как показали дальнейшие исследования, такой защиты оказалось недостаточно.

3. Стеклосетка повышает изгибную прочность, предельную растяжимость и трещиностойкость ДСВКМ, однако размещение ее по всей высоте поперечного сечения из-за ее высокой стоимости нецелесообразно, т.к. функциональная роль этого заполнителя заключается, в первую очередь в повышении названных величин в нижних и верхних слоях поперечного сечения, например, шпалы, подвергающейся действию знакопеременных нагрузок.

В результате исследований выявлено наличие синергетических эффектов, обеспечивающих формирование прочной структуры конечных композитов (древесностекловолоконистых и стекловолоконистых композиционных материалов) и неаддитивность полученных характеристик [4, с. 184].

А именно, введение модифицирующих и армирующих компонентов в состав полимерной песчаной матрицы, а также их гидрофобизация, повышена прочность при изгибе в два раза, предельная растяжимость в 19 раз и снижены величины модулей упругости материала и его массы в 1,2...1,7 раза.

Предложены составы древесных стекловолоконистых КМ материалов [1, с. 11] со свойствами, соответствующими или превышающими заданные институтом железнодорожного транспорта характеристики, а именно согласно патенту № 2215705 [5, с. 5], например, $\sigma_{пч}^{сж} = 30...35$ МПа (6 МПа и более при смятии),

$\sigma_{пч}^{чи} = 21...24$ МПа ($15...20$ МПа), $\varepsilon_p^{пр} = 0,4...0,6$ % (не задана), $\rho = 1,0...1,4$ т/м³ ($0,9...1,2$ т/м³), $W = 0,7...0,9$ % (менее 6 %).

Одним из направлений использования древесного стекловолокнистого КМ является экономически выгодный вариант налаживания серийного выпуска шпал.

Таким образом, возможно использование оборудования и пустующих площадей существующих шпалорезных цехов и заводов [4, с. 191] – переработка горбылей и шпальной вырезки с целью повышения их товарной стоимости остается неперменным условием эффективного функционирования данных предприятий.

Отходы шпалопиления в виде кусков древесины, обзолов и мелкой технологической щепы также могут быть использованы в виде заполнителя древесного стекловолокнистого КМ, не требуется и высококачественная сушка древесины. При отсутствии шпальника, а это, очевидно, ближайшая перспектива, т.к. деревьев в возрасте 80...100 лет становится все меньше в доступных районах лесозаготовок, шпалорезные цеха могли бы полностью перейти на заготовку каркасов и отливку непосредственно шпал [6, с. 217], что гарантировало бы их от закрытия как убыточных, что уже случилось с заводами по производству фурфурола, поскольку он также остался невостребованным.

Список используемых источников:

1. Стородубцева Т.Н. Обеспечение трещиностойкости композиционного материала на основе древесины для железнодорожных шпал при отверждении и всестороннем увлажнении. Автореферат диссертации. Воронеж, 1999. 20 с.
2. Стородубцева Т.Н., Харчевников В.И., Стадник Л.Н. Стекловолокнистые полимербетоны из древесных отходов // Лесная промышленность. 1993. № 3. С. 19.
3. Стородубцева Т.Н. Особенности математического моделирования древесного полимер-песчаного композита // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4. № 4 (16). С. 131-139.
4. Стородубцева Т.Н. Композиционный материал на основе древесины для железнодорожных шпал: Трещиностойкость под действием физических факторов. Монография. Воронеж, 2002. 216 с.
5. Стородубцева Т.Н., Харчевников В.И., Репяков Ю.А. Патент № 2215705 РФ. Состав для композиционного материала. Воронеж, № 2001110516; заявл. 17.04.2001; опубл. 20.11.2003, Бюл. № 31. 9 с.
6. Стородубцева Т.Н., Аксомитный А.А. Исследование влияния свойств древесного заполнителя на трещиностойкость композиционного материала // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4, № 3 (15). С. 213-220.