

УДК 674.04:678

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ И СВЯЗУЮЩИМ СОПОЛИМЕРОМ АКРИЛОНИТРИЛА И ВИНИЛХЛОРИДА

*канд. хим. наук, доц. С.Ф. ЯКУБОВСКИЙ;
канд. техн. наук, доц. Ю.А. БУЛАВКА, Т.И. ЛЕБЕДЕВА
(Полоцкий государственный университет)*

Исследуется возможность использования природных целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов (костры льна, лигнина гидролизного, коры сосновой) в качестве альтернативы древесного наполнителя при производстве плитных материалов со связующим сополимером акрилонитрила и винилхлорида. Для подтверждения возможности вовлечения целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов в производство древесно-полимерных композитов проведены экспериментальные доказательства по таким показателям, как твердость по Бринеллю, прочность композитов при статическом изгибе, плотность, гигроскопичность (набухание) и водопоглощение, в сравнении с плитным материалом с наполнителем из опилок хвойных пород и едиными для всех связующим сополимером акрилонитрила и винилхлорида производства завода «Полимир» ОАО «Нафтан». Приведенные результаты, показали потенциальную возможность утилизации рассматриваемых отходов растениеводства и деревообработки путем использования их в производстве древесно-полимерных композитов.

Ключевые слова: *древесно-полимерный композит, целлюлозо- и лигнинсодержащие отходы, костра льна, лигнин, кора сосновая, сополимер акрилонитрила и винилхлорида.*

Введение. В целом по Республике Беларусь общий объем заготовки древесины оценивается на уровне 19 млн кубометров в год, при этом ощущается её нехватка в производстве изделий мебели и строительных материалов [1]. В настоящее время в промышленное производство все больше вовлекается сосна, являющаяся основной лесообразующей породой Республика Беларусь, поскольку занимает более половины всей площади лесов. С древесиной из леса ежегодно вывозится около 2 млн кубометров отходов древесной биомассы, значительную часть которых составляет кора. Следует отметить, что отходы окорки древесины только в незначительных количествах используются на сжигание и в сельском хозяйстве. Основную же их массу вывозят в отвалы, что сопровождается загрязнением водного бассейна балластными (экстрактивными) веществами коры, а также продуктами, образующимися при её разложении. Кроме того, при хранении на открытой площадке в отвалах данных отходов они представляют существенную пожарную опасность для близлежащих строений и лесных массивов [2; 3]. Помимо этого, на сельскохозяйственных предприятиях республики скапливаются тысячи тонн непродуктивных отходов, от переработки злаковых культур, льнокостры, трав, которые также засоряют окружающую среду и ухудшают экологическую обстановку. В Беларуси до сих пор остается нерешенной проблема рационального использования гидролизного лигнина, побочного продукта (негидролизуемого остатка) производства, образующегося при завершении процесса гидролитического разложения (варки) в основном хвойного древесного сырья в гидролизаторах в присутствии слабого раствора серной кислоты. По данным [4], объекты хранения гидролизного лигнина в Республике Беларусь содержат от 4 до 7 млн тонн данного отхода, длительное хранение которого в отвалах приводит к эрозии почвы, гибели растительности, загрязнению грунтовых вод, отравлению газовыми выделениями воздушного бассейна при возгорании [5].

В таблице 1 представлена доля отходов сельского хозяйства, лесного и рыбного хозяйства в общей структуре образования отходов производства в Республике Беларусь.

Таблица 1. – Динамика образования отходов в Республике Беларусь в период с 2012 по 2018 год

Вид деятельности	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Образовано отходов производства, всего тыс. тонн	40 847	40 305	52 529	49 865	49 448	55 506	60 723
в том числе:							
Сельское, лесное и рыбное хозяйство, тыс. тонн	236,6	212,0	248,3	414,0	563,9	621,0	698,9

Источник: данные Белстата.

Из таблицы видно, что количество образующихся отходов производства ежегодно растет как в целом по всем видам экономической деятельности, так и по сельскому хозяйству, лесному и рыбному хозяйству, что требует разработки эффективных способов их утилизации и рециклинга.

Разработка безотходных технологий, более комплексное использование природных ресурсов выступает приоритетным направлением решения ряда экологических проблем. Поиск альтернативных путей рационального использования целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов, в настоящее время подлежащих захоронению либо сжиганию, позволит увязать ликвидацию целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов с природоохранной деятельностью и получить экономический эффект. В частности, их вовлечение в производство древесно-полимерных композитов позволит сократить использование и (или) заменить натуральную древесину и снизить нагрузку на окружающую среду.

Методы исследований. Древесно-полимерные композиты состоят из двух или более взаимно нерастворимых фаз, содержащих древесину как армирующий наполнитель [6–9]. В данной работе исследуется возможность использования в качестве наполнителя сосновую кору хвойных пород, льняную костру и гидролизный лигнин; в качестве полимерного связующего – сополимер акрилонитрила и винилхлорида производства завода «Полимир» ОАО «Нафтан», содержащий 48% акрилонитрила, 51% винилхлорида и 1% аллилсульфоната [10; 11]. Образцы древесно-полимерных композитов получали методом горячего прессования порошкообразной сухой смеси связующего и наполнителя (использовалась фракция до 2 мм). Прессование производилось при температуре 150 °С и давлении 10 МПа. Содержание сополимера акрилонитрила и винилхлорида составляло 10% масс.

В качестве показателей, характеризующих физико-химические свойства плитного материала, выбраны твердость по Бринеллю по [12; 13]; плотность композитов определяли взвешиванием образца с точностью до 0,01 г по ГОСТ 10634; прочность композитов при статическом изгибе определяли на приборе, имеющем приспособление для измерения стрелы прогиба и позволяющем измерять величину нагрузки с точностью до 1% от величины измеряемой силы по ГОСТ 10635; гигроскопичность (набухание) определяли взвешиванием образца после его выдерживания в среде с 97%-ной относительной влажностью по ГОСТ 10634; водопоглощение определяли взвешиванием образца после 24 ч пребывания в дистиллированной воде по ГОСТ 10634.

Результаты и их обсуждение. Результаты определения физико-химических свойств древесно-полимерных композитов в сравнении с промышленными аналогами представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Физико-химические свойства древесно-полимерных композитов, содержащих целлюлозо- и лигнинсодержащие отходы

Образец, содержание наполнителя	Значения показателей физико-химических свойств древесно-полимерных композитов				
	твердость по Бринеллю, МПа	прочность на изгиб, МПа	водопоглощение, % масс.	гигроскопичность (набухание), % масс.	Плотность, кг/м ³
<i>Льняная костра соломенной с сополимером акрилонитрила и винилхлорида</i>					
10% масс.	120,0	12,89	22,1	1,37	1282
<i>Льняная костра молотая с сополимером акрилонитрила и винилхлорида</i>					
10% масс.	135,8	–	21,4	2,9	1044
<i>Кора сосновая с сополимером акрилонитрила и винилхлорида</i>					
10% масс.	99,5	–	10	0,8	1320
<i>Лигнин с сополимером акрилонитрила и винилхлорида</i>					
10% масс.	145,3	4,993	21,7	2,72	1218
<i>Опилки хвойных пород с сополимером акрилонитрила и винилхлорида</i>					
10% масс.	130,2	14,1	20,1	2,2	1320
<i>Древесноволокнистая плита по ГОСТ 4598</i>					
Марка НТ	–	15	13	3...12	не менее 600
<i>Плиты древесно-стружечные по ГОСТ 10632</i>					
Марка ПА	–	18	12...22	до 5	550...820
Марка ПБ	–	16	15...33	до 12	550...820

Из таблицы 2 видно, что древесно-полимерные композиты, содержащие в качестве наполнителя целлюлозо- и лигнинсодержащие отходы (льняную костру как соломенной, так и молотую; лигнин гидролизный), по показателям прочности, твердости, плотности, водопоглощению и гигроскопичности приближаются к аналогичным из опилок хвойных пород при использовании в качестве связующего сополимера акрилонитрила и винилхлорида и по ряду показателей промышленных аналогов (древесноволокнистым и древесно-стружечным плитам). По такому показателю, как гигроскопичность (набухание), образцы с льняной соломенной и корой сосны превосходят опилки хвойных пород.

Заключение. В результате проведенного исследования технически обосновано, что по ряду физико-химических свойств экологически целесообразна утилизация целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов (костры льна, лигнина гидролизного, коры сосновой) в качестве наполнителя с экологически безопас-

ным связующим (в том числе сополимером акрилонитрила и винилхлорида) при производстве древесно-полимерных композитов, широко используемых в промышленном и гражданском строительстве, производстве мебели и других областях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Декорирование элементов мебели и столярно-строительных изделий методом тиснения текстуры древесины и имитацией резьбы / А.А. Барташевич [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1 : Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2 (210). – С. 197–203.
2. Особенности микроструктуры отходов сухой окорки сосны как сырья для получения нефтяных сорбентов / С.Ф. Якубовский [и др.] // Вестн. Полоцкого гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки. – 2011. – № 11. – С. 154–157.
3. Богомолов, Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений / Б.Д. Богомолов. – М. : Лесная промышленность, 1973. – 400 с.
4. Плышевский, С.В. Экологические и технологические аспекты утилизации гидролизного лигнина в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / С.В. Плышевский, А.Л. Ковш // Экология на предприятии. – 2017. – № 3 (69). – март. – Режим доступа: https://ecologia.by/number/2017/3/Ekologicheskie_i_tehnologicheskie_aspekty_utilizatsii_gidroliznogo_lignina_v_Respublike_Belarus/
5. Эколого-гигиенические аспекты использования гидролизного лигнина в агроценозах на Севере / Н.И. Романчук [и др.] // Профилактическая и клиническая медицина. – 2007. – № 3. – С. 67–70.
6. Плотникова, Г.П. Повышение эффективности изготовления древесно-композитных материалов конструкционного назначения / Г.П. Плотникова, С.Х. Симонян // Системы. Методы. Технологии. – 2017. – № 3 (35). – С. 131–137.
7. Древесно-полимерные композиты – эффективные отделочные строительные материалы / В.А. Ушков [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 8. – С. 82–85.
8. Ponomarev, A.N. Hybrid wood-polymer composites in civil engineering / A.N. Ponomarev, A.S. Rassokhin // Инженерно-строительный журнал. – 2016. – № 8 (68). – С. 45–57.
9. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов. – СПб. : НОТ, 2010. – 353 с.
10. Состав для изготовления плитного материала : пат. ВУ № 6643 / С.М. Ткачев, С.В. Покровская, С.И. Хорошко, С.Ф. Якубовский. – Опубл. 2004.07.15.
11. Свойства древесно-полимерных композитов, полученных из порошкообразного сополимера и древесных опилок / С.Ф. Якубовский, С.И. Хорошко // Вестн. Полоцкого гос. ун-та. Серия, В. Прикладные науки. Промышленность. – 2014. – № 3. – С. 106–109.
12. Григорьев, А.П. Лабораторный практикум по технологии поликонденсационных пластических масс / А.П. Григорьев, О.Я. Федотова. – М. : Высш. шк., 1971. – 250 с.
13. Соловьева, Т.В. Технология древесно-волокнистых плит, технология древесно-стружечных плит, технология композиционных материалов и пластиков / Т.В. Соловьева, А.А. Пенкин. – Минск : БГТУ, 2009. – 144 с.

Поступила 07.02.2019

ANALYSIS OF PROPERTIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH VARIOUS FILLERS AND A BINDING CO-POLYMER OF ACRYLONITRILE AND VINYL CHLORIDE

S. YAKUBOUSKI, YU. BULAUKA, T. LEBEDZEVA

The possibility of using natural cellulose- and lignin-containing wastes (flax shives, hydrolysed lignin, pine bark) as an alternative to wood filler in production of plate materials with a binder copolymer of acrylonitrile and vinyl chloride has been studied. To confirm the possibility of involving cellulose- and lignin-containing wastes in the production of wood-polymer composites, experimental evidence were carried out on such indicators as Brinell hardness, strength of the composites under static bending, density, hygroscopicity (swelling) and water absorption in comparison with plate material filled with coniferous sawdust and a common binder copolymer of acrylonitrile and vinyl chloride produced by the Polymir plant of Naftan OJSC. The presented results illustrate the potential possibility of utilizing cellulose and lignin-containing wastes covered by this research by using them in the production of wood-polymer composites.

Keywords: wood-polymer composite, cellulose and lignin-containing waste, flax shives, lignin, pine bark, acrylonitrile-vinyl chloride copolymer.