

comprehensive review / D. Marczak, K. Lejczak, J. Misiewicz // Journal of Cleaner Production. – 2020, 268.

3. Nassar M.M.A. Progress and challenges in sustainability, compatibility, and production of eco-composites: A state-of-art review / M.M.A. Nassar, K.I. Alzebeideh, T. Pervez, N. Al-Hinai, A. Munam // J Appl. Polym. sci. – 2021; e51284.

4. Li H. Conversion of biomass lignin to high-value polyurethane: A review / H. Li, Y. Lianga, P. Li, C. He // Journal of Bioresources and Bioproducts. - 2020, 5(3), 163-179.

5. Parvathy G. Lignin based nano-composites: Synthesis and applications / Parvathy G, Sethulekshmi AS, Jitha S Jayan, Akhila Raman, Appukuttan Saritha // Process Safety and Environmental Protection. – 2021, 145, 395-410.

6. Stupak, D.P. Preparation and study of the properties of wood-polymer composites with hydrolytic lignin / D. P. Stupak, A. E. Shkuro, A. V. Ar temov // Woodworking industry. - 2020. - No. 1. - S. 72-80.

7. Zakharov, P.S. Study of the influence of the content of lignin and cellulose in the composition of the filler on the rate of biodegradation of wood-polymer composites / P.S. Zakharov, A.E. Shkuro, V.V. Deaf // Kirpichnikov readings: a collection of abstracts, Kazan, March 29 - 02, 2021. – Kazan: Without publishing house, 2021

8. Vurasko A.V. Chemistry of plant raw materials: textbook. allowance. / A.V. Vurasko, A.R. Minakova, A.K. Zhvirblyte, I.A. Blinova. Yekaterinburg: Ural. state forest engineering un-t, 2013. 90 p.

©Chirkov D.D. – student of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, Ural State Forestry Engineering University (USFEU), e-mail: chirkovdd@m.usfeu.ru; Shkuro A.E. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, USFEU, e-mail: shkuroae@m.usfeu.ru; Glukhikh V.V. – Grand PhD in Engineering sciences, Professor of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, USFEU, e-mail: gluhihvv@m.usfeu.ru.

УДК 678

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА, ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФЛИЗЕЛИНОВЫХ ОБОЕВ И ДРЕВЕСНОЙ МУКИ

А.Е. Шкуро, Д.Д. Чирков, В.В. Глухих, Ю.М. Кулаженко, Д.В. Бандуркин

Целью настоящей работы являлось исследование физико-механических свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе поливинилхлорида, отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки. Для пластификации поливинилхлорида использовался дибутиловый эфир ортофталевой кислоты (дибутилфталат). Смешение компонентов ПКМ осуществлялось методом вальцевания. Для оценки влияния содержания и отходов производства флизелиновых обоев древесной муки на физико-механические свойства композиционного материала был проведен двухфакторный эксперимент по плану Бокса-Уилсона. Для полученных композитов были определены следующие физико-механические свойства: плотность, прочность при изгибе, твердость по Бринеллю, модуль упругости при сжатии, число упругости, пластичность, ударная вязкость, водопоглощение за 24 часа и 30 суток. Для названных свойств (за исключением плотности) были установлены их экспериментально-статистические зависимости от содержания в ПКМ древесной муки и отходов производства флизелиновых обоев. Установлено, что совместное использование отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки в качестве наполнителя позволяет повысить жесткость, твердость, ударную вязкость, прочность при изгибе и водостойкость ПКМ по сравнению с образцами, содержащими только один из типов наполнителя. Полученные результаты подтверждают возможность использования образце отходов производства флизелиновых обоев в качестве частичной замены древесной муки в качестве наполнителя при производстве полимерных композиционных материалов на основе поливинилхлорида.

Ключевые слова: композит, вальцевание, ПКМ, поливинилхлорид, флизелин, древесная мука, отходы флизелиновых обоев.

Введение

Флизелин – нетканый материал, изготавливаемый из смеси полимерных волокон природного, искусственного и синтетического происхождения [1]. В его состав могут входить хлопок, вискоза, полиэтилентерефталат (ПЭТФ), капрон (полиамид). Вискозные волокна обладают хорошей гигроскопичностью и малой электризуемостью. Их недостатками являются неустойчивость к действию микроорганизмов, солнечных лучей. Полиамидные волокна, по устойчивости к истиранию превосходят все остальные за счет свойств исходного полимера; гигроскопичность полиамидных волокон незначительна. Полиамидные волокна также обладают стойкостью к воздействию микроорганизмов. Недостатком полиамидных волокон является низкая светостойкость, как следствие их легкой окисляемости. Полиэфирные волокна вследствие низкой гигроскопичности обладают ценным свойством электроизоляционного материала. По стойкости к повышенным температурам полиэфирные волокна превосходят все природные и большинство синтетических волокон. Полиэфирные волокна также обладают высокой стойкостью к низким температурам, значительно более высокой светостойкостью, чем большинство природных и синтетических волокон. Стойкость к истиранию у полиэфирных волокон лучше, чем у целлюлозных, но хуже, чем у полиамидных [2]. Присущие изделиям из таких волокон гигиенические и эксплуатационные свойства обуславливают их преимущества флизелина перед аналогами. Флизелин обладает высокой упругостью, жесткостью, стойкостью к химическим воздействиям и влажно-тепловой обработке, а также невысокой сминаемостью, что обуславливает его широкое применение в различных отраслях промышленности [1]

Основным направлением применения данного материала является производство флизелиновых обоев. Согласно данным Росстата в 2021 году было произведено 570 000 000 м² обоев [3]. Из них около половина – флизелиновые. По оценке экспертов, технологический норматив образования отходов при производстве флизелиновых обоев составляет 2-5 %. Таким образом, годовой объем образования отходов производства флизелиновых обоев можно оценить в 1000-3000 тонн. Флизелин является ценным сырьем для химической технологии и потому представляется перспективным поиск новых способов утилизации этого вида отходов. По аналогии с другими видами текстильных материалов [4-7] перспективным методом утилизации отходов производств флизелиновых обоев представляется их использование в качестве полной или частичной замены лигноцеллюлозных наполнителей растительного происхождения в производстве композиционных материалов с термопластичными полимерными матрицами.

Предполагается, что значительное количество специальных добавок, содержащихся в составе флизелина, может благотворно сказаться на физико-механических свойствах изучаемых композитов, улучшив межфазное взаимодействие между матрицей и наполнителем. В качестве полимерного связующего для композиционных материалов с отходами производства флизелиновых обоев был выбран поливинилхлорид (ПВХ). По сравнению с полиолефинами молекулы ПВХ значительно более полярны. Поэтому он способен к более равномерному смешению с различными типами волокон, входящих в состав флизелина.

Эта работа посвящено изучению возможности частичной замены древесной муки в составе полимерных композиционных материалов с поливинилхлоридной полимерной матрицей на отходы производства флизелиновых обоев. В задачи исследования также входило установление экспериментально-статистических зависимостей между содержанием наполнителей (отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки) и показателями физико-механических свойств полученного композиционного материала.

Методы и материалы

В качестве полимерной матрицы для получения композиционных материалов был использован суспензионный поливинилхлорид марки СИ-67. В качестве наполнителей были использованы древесная мука марки 180 (ООО «Юнайт», ГОСТ 16361-87) и отходы производства флизелиновых обоев (ОПФО), предоставленные ООО "Лоймина" (г. Нижний Новгород). Материал представляет собой смесь волокон целлюлозы (преимущественно лиственных пород) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ), скреплённых акриловыми смолами. На поверхность ОПФО нанесена печатная краска, представляющая смесь акрилового сополимера, мела, диоксида титана, слюды и функциональных добавок (кремнийорганических, полиэфирных соединений, гликолей). Отходы производства флизелиновых обоев измельчались и подвергались разволокнению с помощью лабораторной мельницы IKA A1 Basic. Для

пластификации поливинилхлорида был использован дибутиловый эфир ортофталевой кислоты (дибутилфталат, ДБФ, ГОСТ -8728-77). В качестве смазочного вещества применяли стеарат кальция (ТУ 6-09-4233-76). Массовое соотношение между поливинилхлоридом и дибутилфталатом для всех образцов ПКМ оставалось постоянным и составляло 91:9 м. ч.

Для оценки влияния содержания и отходов производства флизелиновых обоев (Z_1) древесной муки марки 180 (Z_2) на физико-механические свойства композиционного материала был проведен двухфакторный эксперимент по плану Бокса-Уилсона. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 1, рецептуры полимерных композиционных материалов с отходами производства флизелиновых обоев и древесной представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

№	Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов	
	Z_1	Z_2	X_1 , %	X_2 , %
1	0,00	0,00	15,00	15,00
2	1,00	1,00	25,00	25,00
3	-1,00	1,00	5,00	25,00
4	-1,00	-1,00	5,00	0,00
5	0,00	1,41	15,00	29,10
6	1,41	0,00	29,10	15,00
7	0,00	0,00	15,00	15,00
8	1,00	-1,00	25,00	5,00
9	-1,41	0,00	0,90	15,00
10	0,00	-1,41	15,0	0,90

Смешение компонентов ПКМ производилось на лабораторных вальцах марки ПД-320-160/160 при температуре 150-160 °С. Стандартные образцы для испытаний физико-механических свойств были изготовлены методом горячего прессования.

Для полученных композитов с отходами производства флизелиновых обоев и древесной муки были определены следующие физико-механические свойства: плотность, прочность при изгибе, твердость по Бринеллю, модуль упругости при сжатии, число упругости, пластичность, ударная вязкость, водопоглощение за 24 часа и 30 суток.

Таблица 2 – Рецептуры ПКМ с отходами производства флизелиновых обоев и древесной мукой

Номер образца	Содержание компонента в образце композита, %				
	Поливинилхлорид СИ-67	Дибутилфталат	Отходы производства флизелиновых обоев	Древесная мука марки 180	Стеарат кальция
1	68,5	5,6	15,0	15,0	1,5
2	48,5	3,4	25,0	25,0	1,5
3	68,5	5,2	5,0	25,0	1,5
4	93,5	8,6	5,0	0,0	1,5
5	54,4	3,7	15,0	29,1	1,5
6	54,4	4,4	29,1	15,0	1,5
7	68,5	5,6	15,0	15,0	1,5
8	68,5	6,1	25,0	5,0	1,5
9	82,6	6,9	0,9	15,0	1,5
10	82,6	7,5	15,0	0,9	1,5

Результаты

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов ПКМ с отходами производства флизелиновых обоев и древесной мукой представлены в таблице 3. Экспериментально-статистические

зависимости показателей физико-механических свойств, полученных ПКМ, от содержания в них наполнителей представлены в таблице 4. Графики зависимостей твердости по Бринеллю, пластичности, ударной вязкости и водопоглощения за 30 суток приведены на рисунках 1-4.

Таблица 3 – Результаты испытаний физико-механических свойств образцов ПКМ

Номер образ-ца	Плот-ть кг/м ³	Твердость МПа	Число упру-гос-ти, %	Пластич-ность, %	Модуль упру-гос-ти при сжа-тии, МПа	Проч-ть при изгибе, МПа	Ударная вязкость кДж/м ²	Водопоглоще-ние за 24 ч, %	Водопоглоще-ние за 30 суток, %
1	1374	105,4	75,4	24,6	1220	51,8	4,7	4,1	8,5
2	1232	72,6	60,6	39,4	763	9,5	2,8	1,8	4,8
3	1294	70,0	69,8	30,2	725	16,9	4,0	5,2	6,7
4	1337	96,2	76,5	23,5	1089	76,7	8,4	1,1	2,7
5	1191	48,3	47,4	52,6	444	18,6	2,3	3,0	4,8
6	1374	91,5	6,4	93,6	1023	50,5	4,7	4,1	8,5
7	1232	92,0	71,4	28,6	1030	19,5	4,1	1,8	4,8
8	1302	61,7	56,9	43,1	615	16,5	4,1	5,2	6,7
9	1278	97,4	75,1	24,9	1106	47,9	5,0	1,1	2,7
10	1303	84,8	71,1	28,9	929	54,7	5,2	3,0	4,8

Максимальные значения показателей твердости по Бринеллю (рисунок 1) и модуля упругости при сжатии наблюдаются при содержании древесной муки в образцах порядка 16 мас. %. С ростом содержания отходов производства флизелиновых обоев в композите наблюдается снижение твердости и жесткости материала.

Таблица 4 – Экспериментально-статистические модели зависимостей свойств ПКМ от содержания в них наполнителей

Свойство	Экспериментально-статистическая модель Y_i	Статистические параметры модели Y_i		
		Значимость F	Коэффициент детерминации R^2	Стандартная ошибка
Твердость по Бринеллю, МПа (Y_1)	$Y_1=104,94-1,55 \cdot x_1+2,33 \cdot x_2-0,03 \cdot x_1^2-0,17 \cdot x_2^2+0,12 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,05	0,89	9,1
Модуль упругости при сжатии, МПа (Y_2)	$Y_2=1207,05-20,96 \cdot x_1+31,92 \cdot x_2-0,41 \cdot x_1^2-2,32 \cdot x_2^2+1,63 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,05	0,89	123,7
Пластичность, % (Y_3)	$Y_3=27,64-1,95 \cdot x_1+0,12 \cdot x_1^2+0,02 \cdot x_2^2$	0,06	0,69	14,5
Число упругости, % (Y_4)	$Y_4=72,36+1,95 \cdot x_1-0,12 \cdot x_1^2-0,02 \cdot x_2^2$	0,06	0,69	14,55
Ударная вязкость, кДж/м ² (Y_5)	$Y_5=9,09-0,28 \cdot x_1-0,2 \cdot x_2+0,01 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,05	0,88	0,85
Прочность при изгибе, МПа (Y_6)	$Y_6=87,86-2,19 \cdot x_1-2,86 \cdot x_2+0,1 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,08	0,65	16,5
Водопоглощение за 24 часа, % (Y_7)	$Y_7=-1,17+0,29 \cdot x_1+0,23 \cdot x_2-0,02 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,04	0,72	1,0
Водопоглощение за 30 суток, % (Y_8)	$Y_8=0,72+0,31 \cdot x_1+0,2 \cdot x_2-0,01 \cdot x_1 \cdot x_2$	0,14	0,574	1,66

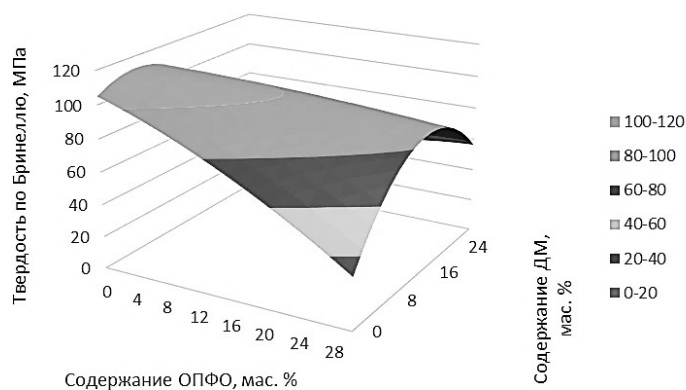


Рис. 1. График зависимости твердости по Бринеллю от содержания в образце отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки

Показатель пластичности (рисунок 2) возрастает с увеличением содержания отходов производства флизелиновых обоев в образцах ПКМ. Для упругости материала характерна обратная тенденция и с ростом содержания ОПФО. Увеличение содержания древесной муки приводит к незначительному росту показателя пластичности композиционного материала и снижению числа упругости.

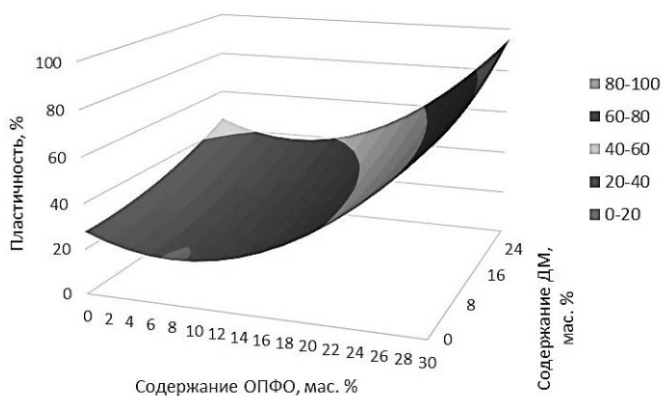


Рис. 2. График зависимости пластичности от содержания в образце отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки

Показатель ударной вязкости (рисунок 3) снижается с ростом содержания обоих типов наполнителей в составе ПКМ. Однако при совместном использовании древесной муки и отходов производства флизелиновых обоев падение ударной вязкости можно ограничить уровнем древеснонаполненного ПВХ (порядка 4 кДж/м²). Сходные тенденции характерны для показателя прочности при изгибе.

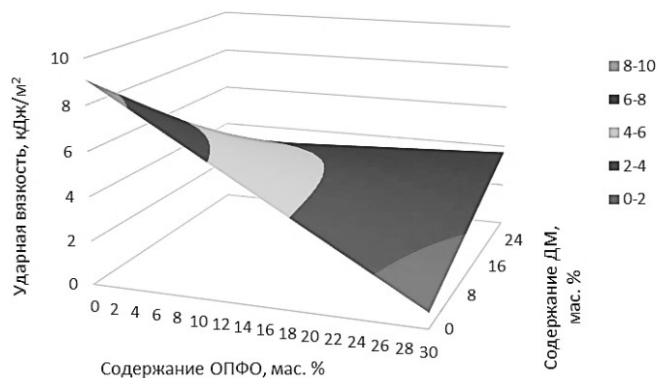


Рис. 3. График зависимости ударной вязкости от содержания в образце отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки

Оба типа использованных в работе наполнителей имеют в своем составе гидрофильные компоненты, поэтому их введение в состав относительно гидрофобной поливинилхлоридной полимерной матрицы ведет к резкому росту показателей водопоглощения за 24 часа и за 30 суток (рисунок 4). Однако при совместном использовании древесной муки и отходов производства флизелиновых обоев в качестве наполнителя для ПКМ наблюдается значительное снижение показателей водопоглощения.

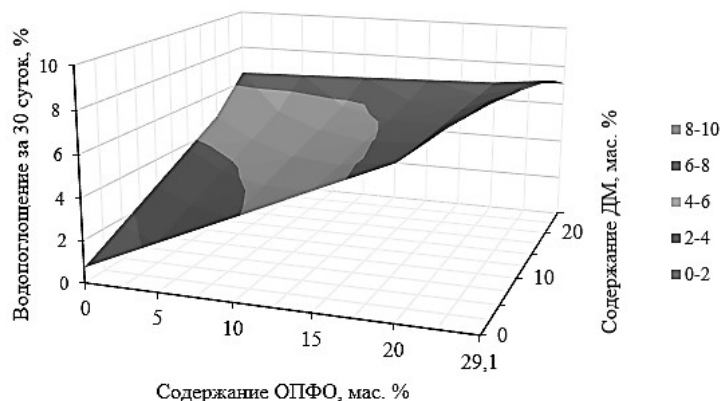


Рис. 4 График зависимости водопоглощения за 30 суток от содержания в образце отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки

Использование древесной муки и отходов производства флизелиновых обоев приводит к снижению большей части рассмотренных в работе физико-механических свойств ПКМ по сравнению с ненаполненным поливинилхлоридом. В тоже время установлено, что совместное использование рассмотренных в исследовании наполнителей в сочетании с поливинилхлоридной полимерной матрицей позволяет минимизировать падение физико-механических свойств ПКМ. Так совместное использование древесной муки и ОПФО в качестве наполнителя позволяет повысить жесткость, твердость, ударную вязкость, прочность при изгибе и водостойкость ПКМ по сравнению с образцами, содержащими только один из типов наполнителя. совместное использование древесной муки и отходов производства флизелиновых обоев в качестве наполнителя для полимерных композиционных материалов с поливинилхлоридной полимерной матрицей представляется эффективным способом утилизации ОПФО и может быть рекомендовано к опытно-промышленной апробации на базе производств профильно-погонажных изделий из древесно-полимерного композита.

Заключение

В результате проведения исследования были определены физико-механические свойства образцов ПКМ с отходами производства флизелиновых обоев и древесной мукой, установлены экспериментально-статистические зависимости показателей физико-механических свойств, полученных ПКМ от содержания в них наполнителей. Полученные результаты подтверждают возможность использования образце отходов производства флизелиновых обоев в качестве частичной замены древесной муки в качестве наполнителя при производстве полимерных композиционных материалов на основе поливинилхлорида.

Установлено, что совместное использование отходов производства флизелиновых обоев и древесной муки в качестве наполнителя позволяет повысить жесткость, твердость, ударную вязкость, прочность при изгибе и водостойкость ПКМ по сравнению с образцами, содержащими только один из типов наполнителя; является эффективным способом утилизации ОПФО и может быть рекомендовано к опытно-промышленной апробации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках научного проекта "FEUG-2020-0013".

Литература

1. Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Музафарова Г.Ш., Саматова Э.М. Современные технологии производства нетканых материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №19.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-proizvodstva-netkanyh-materialov> (дата обращения: 17.03.2022).

2. Кулаженко Е.Л., Коган А.Г. Использование текстильных отходов при производстве многослойных материалов // Вестник ВГТУ. 2008. №2 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tekstilnyh-othodov-pri-proizvodstve-mnogosloynnyh-materialov> (дата обращения: 17.03.2022).

3. О промышленном производстве в 2021 году // Росстат URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/12_02-02-2022.html (дата обращения: 14.02.2022);

4. Katkar, Pooja, Kadole, R.V. Nonwoven reinforced composites-a technological review // Man-Made Textiles in India. 2018. V.46. P.337-340;

5. Tausif M., Pliakas A., O'Haire T., Goswami P., Russell S.J. Mechanical Properties of Nonwoven Reinforced Thermoplastic Polyurethane Composites // Materials. 2017. V.10. P.618;

6. Tausif, M., O'Haire T. Effect of Fibre Type on Mechanical Properties of Nonwoven Reinforced TPU Composites // Proceedings of AUTEX 2016. 16th World Textile Conference AUTEX 2016, 08-10 Jun 2016, Ljubljana, Slovenia;

7. Wanassi B. Jaouadi M., Ben Hassan M., Msahli S. Effects of Manufacturing Technology on the Mechanical Properties of Alfa Fiber Non-woven Reinforced PMMA Composites // Composites Research. 2015. V.28, №3. P.112-117.

©**Чирков Д.Д.** – студент кафедры технологии ЦБП и переработки полимеров, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (ФГБОУ ВО «УГЛТУ»), e-mail: chirkovdd@m.usfeu.ru; **Шкуро А.Е.** – канд. техн. наук, доцент кафедры технологии ЦБП и переработки полимеров, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: shkuroae@m.usfeu.ru; **Глухих В.В.** – д-р техн. наук, профессор кафедры технологии ЦБП и переработки полимеров, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: gluhihvv@m.usfeu.ru; **Кулаженко Ю.М.** – аспирант кафедры технологии ЦБП и переработки полимеров, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: kulazhenkoyuliya@mail.ru; **Бандуркин Д.В.** – директор по развитию производства ООО "АйВиси Рус", e-mail: dmitrybandurkin@gmail.com.

UDC 678

POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS BASED ON POLYVINYL CHLORIDE, WASTE FROM THE PRODUCTION OF NON-WALLPAPERS AND WOOD FLOUR

D.D. Chirkov, A.E. Shkuro V.V. Glukhikh, Yu. M. Kulazhenko, D.V. Bandurkin

This work aimed to study the physical and mechanical properties of polymer composite materials (PCM) based on polyvinyl chloride, non-woven wallpaper production waste, and wood flour. For the plasticization of polyvinyl chloride, orthophthalic acid dibutyl ester (dibutyl phthalate) was used. The mixing of PCM components was carried out by the rolling method. To assess the effect of the content and production waste of non-woven wallpaper wood flour on the physical and mechanical properties of the composite material, a two-factor experiment was carried out according to the Box-Wilson plan. For the resulting composites, the following physical and mechanical properties were determined: density, flexural strength, Brinell hardness, compressive modulus, elasticity number, plasticity, impact strength, water absorption in 24 hours and 30 days. For these properties (except for density), their experimental and statistical dependences on the content of wood flour and non-woven wallpaper production waste in PCM were established. It has been established that the joint use of waste from the production of non-woven wallpaper and wood flour as a filler makes it possible to increase the rigidity, hardness, impact strength, bending strength, and water resistance of PCM compared to samples containing only one type of filler. The results confirm the possibility of using a sample of waste from the production of non-woven wallpaper as a partial replacement for wood flour as a filler in the production of polymer composite materials based on polyvinyl chloride.

Keywords: composite, rolling, PCM, polyvinyl chloride, interlining, wood flour, non-woven wallpaper waste.

References

1. Abdullin I.Sh., Ibragimov R.G., Muzafarova G.Sh., Samatova E.M. Modern technologies for the production of nonwoven materials // Bulletin of the Kazan Technological University. 2014. No. 19. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-proizvodstva-netkanyh-materialov> (date of access: 03/17/2022).

2. Kulazhenko E.L., Kogan A.G. The use of textile waste in the production of multilayer materials. Vestnik VGTU. 2008. No. 2 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tekstilnyh-othodov-pri-proizvodstve-mnogosloynnyh-materialov> (date of access: 03/17/2022).

3. On industrial production in 2021 // Rosstat URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/12_02-02-2022.html (date of access: 02/14/2022);

4. Katkar, Pooja, Kadole, R.V. Nonwoven reinforced composites-a technological review // Man-Made Textiles in India. 2018. V.46. P.337 -340;

5. Tausif M., Pliakas A., O'Haire T., Goswami P., Russell S.J. Mechanical Properties of Nonwoven Reinforced Thermoplastic Polyurethane Composites // Materials. 2017.V.10. P.618;

6. Tausif, M., O'Haire T. Effect of Fiber Type on Mechanical Properties of Nonwoven Reinforced TPU Composites // Proceedings of AUTEX 2016. 16th World Textile Conference AUTEX 2016, 08-10 Jun 2016, Ljubljana, Slovenia;

7. Wanassi B. Jaouadi M., Ben Hassan M., Msahli S. Effects of Manufacturing Technology on the Mechanical Properties of Alfa Fiber Non-woven Reinforced PMMA Composites // Composites Research. 2015. V.28, no.3. P.112-117.

©Chirkov D.D. – student of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, Ural State Forestry Engineering University (USFEU), e-mail: chirkovdd@m.usfeu.ru; Shkuro A.E. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, USFEU, e-mail: shkuroae@m.usfeu.ru; Glukhikh V.V. – Grand PhD in Engineering sciences, Professor of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, USFEU, e-mail: gluhihvv@m.usfeu.ru; Kulazhenko Y.M. – PhD student of the Department of Pulp and Paper Technology and Polymer Processing, USFEU, e-mail: kulazhenkoyuliya@mail.ru; Bandurkin D.V. – Production Development Director of IVIsy Rus LLC, , dmitrybandurkin@gmail.com.

УДК 628.31

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ ФЕНТОНА И ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФРАКЦИИ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ БЫСТРОГО ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ

А.Н. Грачев, Г.М. Бикбулатова, В.Н. Башкиров, А.Р. Валеева, А.И. Валиуллина, О.В. Дряхлов

Существует проблема коммерциализации технологии пиролиза в связи с рядом нерешенных острых задач. При этом данная технология позволяет полностью перерабатывать отходы лигноцеллюлозного сырья в товарные продукты (бионефть и биоуголь). Одна из значимых задач является применение или удаление водорастворимой фракции бионефти, которая значительно ухудшает свойства бионефти как топливо, как фенолзамещающая фракция, в качестве красок, битумного вяжущего и т.д. Пути применения водорастворимой фракции достаточно узкое ввиду содержания до 95 % воды. Встает вопрос утилизации данного отхода. Слив в канализации также невозможен в связи с большим содержанием органических веществ и для полной нейтрализации необходимо разбавление водой в более чем в 700 раз. На территории РФ запрещено разбавление отходов водой из центрального водоснабжения и тем самым возникает проблема очистки данного стока. Актуальным является разработка очистки данной сточной воды для утилизации ее в центральную канализацию. Большая эффективность 94% в ходе предварительных испытаний достигнута методом окисления в условиях реакция Фентона вследствие большего соответствия её условиям относительно прочих методов кислая среда и наличие окисляющихся веществ в очищаемой сточной воде.

Ключевые слова: реакция Фентона, озонирование, сточные воды, пиролиз, водорастворимая фракция, отходы древесины.