

54. Inoue M, Norimoto M, Otsuka Y, Yamada T (1990). Surface compression of coniferous wood lumber. I. A new technique to compress the surface layer. *Mokuzai Gakkaishi* 36 (11): 969-975.

55. Sanjeet Kumar Hom, Sauradipta Ganguly, Ajmal Samani, Sadhna Tripathi (2020). Improvement in fire retardancy with double-step chemical modification on *Pinus radiata* D. Don using dimethyl methylphosphonate with propylene oxide and maleic anhydride. *International Wood Products Journal*, 11 (3), p. 138-145.

56. D. Schorr, G. Komba Yoya, D. Rodrigue, P. Niokhor Diouf, T. Stevanovic (2015). Wood particleboards produced with unmodified and esterified Kraft lignins. *International Wood Products Journal*, 6 (3), p. 112-122.

57. Ying Guo, Jian-Qiang Chen, Meng Su, Jian-Guo Hong (2018). Bio-based Plastics with Highly Efficient Esterification of Lignocellulosic Biomass in 1-methylimidazole under Mild Conditions. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 38 (4), p. 338-349.

58. Yongcheng Zhang, Yibin Xue, Hossein Toghiani, Jilei Zhang, Charles U. Pittman (2009). Modification of Wood Flour Surfaces by Esterification with Acid Chlorides: Use in HDPE/Wood Flour Composites. *Composite Interfaces*, 16 (7-9), p. 671-686.

59. Roger M. Rowell, Rebecca E. Ibach, James McSweeney, Thomas Nilsson (2009). Understanding decay resistance, dimensional stability and strength changes in heat-treated and acetylated wood. pp. 14-22.

© **Salimgaraeva R.V.** – PhD of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture and design of wood products, Kazan National Research Technological University (KNRTU), e-mail: reginka.danilova@mail.ru; **Efremov D.G.** – postgraduate of the Department of Architecture and design of wood products, Kazan National Research Technological University (KNRTU), e-mail: senya97@inbox.ru.

УДК 678

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕЙ

Д.Д. Чирков, А.Е. Шкуро, В.В. Глухих

Целью настоящего исследования являлась оценка влияния содержания лигнина и целлюлозы в наполнителях растительного происхождения на физико-механические свойства полимерных композиционных материалов с поливинилхлоридной полимерной матрицей. В качестве наполнителей в работе были использованы древесная мука марки 300, мука из шелухи овса марки 180, костра конопли технической, шлифовальная пыль березовой фанеры, шлифовальная пыль ДСтП, полученных из хвойных пород древесины и опилки бука. Для всех использованных в работе наполнителей были определены содержания в них лигнина и целлюлозы. Для пластификации поливинилхлорида использовался дибутиловый эфир ортофталевой кислоты (дибутилфталат). Смешение компонентов ПКМ осуществлялось методом вальцевания. 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. Были определены физико-механические свойства и установлены экспериментально-статистические зависимости их показателей от содержания целлюлозы в составе наполнителя. Установлено, что увеличение доли целлюлозы в наполнителе приводит к росту показателей твердости по Бринеллю, модуля упругости при сжатии, а также водопоглощения за 24 часа и 30 суток. Число упругости материала возрастает с увеличением содержания целлюлозы в наполнителе, но после достижения 40 мас. % снижается. Для показателя пластичности характерна обратная тенденция. Функциональных связей между содержанием лигнина в наполнителе и показателями физико-механических свойств ПКМ не установлено.

Ключевые слова: композит, вальцевание, ПКМ, поливинилхлорид, наполнитель, лигнин, целлюлоза, физико-механические свойства

Введение

Все наполнители растительного происхождения, применяемые в производстве полимерных композиционных материалов (ПКМ), содержат целлюлозу, лигнин, гемицеллюлозы, экстрактивные и некоторые другие вещества. Соотношение этих компонентов может варьироваться в широком диапазоне. В тоже время не вызывает сомнения, что свойства как самих наполнителей, так и полимерных композиционных материалов на их основе зависят от компонентного и химического состава наполнителя.

В обзоре [1] приводятся результаты комплексного анализа влияния компонентов и их характеристик, многих других факторов на механические свойства и перспективы применения композитов с биополимерной матрицей. В качестве факторов, существенно влияющих на свойства таких композитов, указывается физико-химическое строение полимерной матрицы, наполнителей, пластификаторов и других компонентов ПКМ. Важными аспектами для получения композитов с заданными свойствами является поиск оптимальных параметров их получения: гомогенное распределение компонентов в полимерной матрице, оптимальное количество наполнителя, оптимальное межфазное соединение компонентов. Механические свойства ПКМ можно регулировать выбором соответствующей полимерной матрицы и специальных добавок. Межфазное взаимодействие улучшается за счет адаптации функциональных групп компонентов к прочным соединениям методами их физической и химической модификации.

Авторы обзора [2] отмечают, что лигнин считается более устойчивым полимером к гниению, чем крахмал и целлюлоза, из-за его сложной химической структуры. Скорость биodeградации лигнина в составе лигноцеллюлозных комплексов меньше, чем у свободного лигнина, получаемого в целлюлозно-бумажной промышленности. Многие физико-механические свойства композитов с полимерной матрицей лигнина, также, как и крахмала, уступают аналогичным свойствам композитов с целлюлозной матрицей.

В последнее время повысилась активность исследований методов модификации лигноцеллюлозных наполнителей (в том числе лигнина и целлюлозы) различными химическими и физическими методами [4-9].

В обзоре [4] приводится анализ результатов исследований ПКМ с полиуретановой полимерной фазой и функционализированным лигнином. Авторы отмечают, что использование некоторых продуктов химической модификации лигнина в качестве наполнителей для ПКМ приводит к значительному улучшению механических свойств материала.

В обзоре [5] анализируются результаты исследований применения наночастиц лигнина и продуктов их химической модификации в качестве наполнителя различных термопластичных полимеров. По мнению авторов, при использовании функционализированного нанолгнина в составе ПКМ с различной полимерной фазой у материала сохраняются антимикробные свойства, присущие обычному лигнину, а также повышаются эксплуатационные свойства. Авторы отмечают широкие перспективы применения нанолгнина в полимерной отрасли.

Побочным продуктом деятельности гидролизных производств является порошок или гидролизный лигнин. Этот вид лигнина труднее всего подвергнуть утилизации, и за долгие годы работы гидролизных производств накопились огромные объемы этого типа сырья. В работе [6] рассмотрены вопросы получения ПКМ с полимерной фазой полиэтилена низкого давления (ПЭНД) и гидролизным лигнином. Полученные данные свидетельствуют о том, что увеличение содержания гидролизного лигнина в составе композита приводит к падению показателей прочности при изгибе, прочности при растяжении, ударной вязкости. При этом наблюдается рост твердости и жесткости материала, а также водопоглощения за 24 часа и 30 суток выдержки.

Проведенные исследования свидетельствуют о значительном влиянии компонентного состава лигноцеллюлозного наполнителя на способность ПКМ к биоразложению. Установлено [7], что увеличении содержания лигнина в составе ПКМ приводит к снижению скорости биоразложения ПКМ с поливинилхлоридной полимерной матрицей. Снижение скорости биodeградации материалов может быть обусловлено высокими бактерицидными свойствами лигнина. Для получения композиционных материалов с высокой скоростью биоразложения рекомендуется применение наполнителей с низким содержанием лигнина.

Результаты последних исследований показывают существенное влияние содержания в наполнителях целлюлозы и лигнина на свойства ПКМ. Представляется перспективным проведение систематических исследований влияния компонентного состава лигноцеллюлозных наполнителей на свойства ПКМ с различными полимерными фазами. Целью настоящего исследования являлась оценка влияния

содержаний лигнина и целлюлозы в наполнителях растительного происхождения на физико-механические свойства полимерных композиционных материалов с поливинилхлоридной полимерной фазой.

Методы и материалы

Для получения композиционных материалов был использован суспензионный поливинилхлорид марки СИ-67 (ПВХ) и пластификатор дибутилфталат (ДБФ). В качестве наполнителей были применены древесная мука марки 300 (ООО «Юнайт», ГОСТ 16361-87), мука из шелухи овса марки 180 (ООО «Композит-Основа», ТУ 01.11.33-001-04058968-2017), костра конопли технической (ООО "Коноплекс", Пенза), пыль, образующаяся в качестве отходов при шлифовании березовой фанеры (шлифовальная пыль фанеры) и отходы шлифовальной пыли при шлифовании древесностружечных плит (шлифовальная пыль ДСтП), полученных из хвойных пород древесины (предоставлены ООО «Первая Лесопромышленная компания»), опилки бука. Для всех рассматриваемых наполнителей были определены содержания лигнина и целлюлозы согласно методикам, изложенным в учебном пособии [8]. Результаты определения содержания лигнина и целлюлозы в использованных наполнителях представлены в таблице 1.

В качестве лубриканта применяли стеарат кальция (ТУ 6-09-4233-76). Массовое соотношение между ПВХ и ДБФ во всех образцах композитов оставалось постоянным и составляло 91:9 м. ч. Рецептуры полимерных композиционных материалов с исследуемыми наполнителями представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Содержание лигнина и целлюлозы в использованных наполнителях

№	Наполнитель	Содержание компонента, мас. %	
		Целлюлоза	Лигнин
1	Древесная мука ДМ-300	44,8	25,5
2	Мука шелухи овса марки 180	28,2	20,2
3	Шлифовальная пыль фанера (береза)	41,6	18,3
4	Шлифовальная пыль ДСтП (хвойная)	38,6	23,2
5	Опилки бука	44,2	23,3
6	Костра конопли	37,2	16,9

Таблица 2 – Рецептуры образцов полученных композитов

Номер образца	Наполнитель	Содержание компонентов в образцах композитов, мас. %			
		ПВХ	Наполнитель	Лубрикант	ДБФ
1	Древесная мука ДМ-300	44,8	44,8	1,3	9
2	Мука шелухи овса марки 180	44,8	44,8	1,3	9
3	Шлифовальная пыль фанеры (береза)	44,8	44,8	1,3	9
4	Шлифовальная пыль ДСтП (хвойная)	44,8	44,8	1,3	9
5	Опил бука	44,8	44,8	1,3	9
6	Костра конопли	44,8	44,8	1,3	9

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 были определены следующие физико-механические свойства: плотность, прочность при изгибе, твёрдость по Бринеллю, модуль упругости при сжатии, число упругости, пластичность, ударная вязкость, водопоглощение за 24 часа и 30 суток.

Результаты

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов ПКМ с исследуемыми наполнителями представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний физико-механических свойств образцов ПКМ

Номер образца	Плотность, кг/м ³	Твердость, МПа	Число упругости, %	Пластичность, %	Модуль упругости при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Ударная вязкость кДж/м ²	Водопоглощение за 24 ч, %	Водопоглощение за 30 суток, %
1	1354	93,8	68,2	31,8	1057	44,9	4,0	1,6	8,6
2	1292	44,0	47,8	52,2	388	13,2	3,0	5,0	19,2
3	1334	71,1	67,9	32,1	741	20,5	5,4	3,6	13,9
4	1345	82,7	66,0	34,0	900	43,8	3,4	2,4	12,7
5	1290	78,5	66,2	33,8	842	31,8	10,1	2,2	12,6
6	1332	91,2	71,6	28,4	1019	47,1	5,5	1,9	9,7

Наилучшими показателями физико-механических свойств среди полученных композитов обладают образцы, полученные с использованием в качестве наполнителей древесной муки марки 300, шлифовальной пыли ДСтП хвойных пород и костры конопли технической. Наименьшее значения физико-механических свойств демонстрируют образцы ПКМ с мукой шелухи овса, для которой характерно относительно низкое содержание целлюлозы (28,2 мас. %).

В результате математического анализа полученных экспериментальных данных не установлено функциональных связей между содержанием лигнина в наполнителе и показателями физико-механических свойств полученных композитов ((Y_i)). В тоже время содержание в наполнителе целлюлозы (x , мас. %) оказывает влияние на показатели твердости, модуля упругости при сжатии, числа упругости, пластичности и водопоглощения композитов. Очень высокий уровень достоверности влияния содержанием лигнина в наполнителе наблюдается для числа упругости и пластичности композитов. Экспериментально-статистические зависимости этих свойств ПКМ от содержания целлюлозы в используемом наполнителе представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Экспериментально-статистические модели свойств ПКМ от содержания целлюлозы в наполнителе

Свойство	Регрессионная зависимость Y_i	Статистические параметры зависимости Y_i для доверительной вероятности 0,90		
		Значение F	Коэффициент детерминации R^2	Стандартная ошибка
Твердость по Бринеллю, МПа (Y_1)	$Y_1 = 2,23x - 10,43$	0,08	0,57	13,3
Число упругости, % (Y_2)	$Y_2 = -0,14x^2 + 11,67x - 165,86$	0,02	0,92	3,0
Пластичность, % (Y_3)	$Y_3 = 0,14x^2 - 11,67x + 265,86$	0,02	0,92	3,0
Модуль упругости при сжатии, МПа (Y_4)	$Y_4 = 29,61x - 333,24$	0,09	0,56	181
Водопоглощение за 24 часа, % (Y_5)	$Y_5 = -0,16x + 9,04$	0,08	0,58	0,9
Водопоглощение за 30 суток, % (Y_6)	$Y_6 = -0,46x + 30,73$	0,08	0,57	2,7

Композит с кострой конопли наиболее близок к композиту с древесной мукой по показателю водопоглощения, по сравнению с другими композитами. Возможно более низкое содержание целлюлозы (на 27-37 мас. %) по сравнению с остальными наполнителями в муке шелухи овса придаёт композитам с полимерной фазой ПВХ более низкие показатели механических свойств и водостойкости.

В соответствии с полученными экспериментально-статистическими моделями увеличение доли целлюлозы в наполнителе увеличивает у композитов твердость по Бринеллю, модуль упругости при сжатии и уменьшает их водопоглощения за 24 часа и 30 суток. Число упругости композитов (рисунок 1) возрастает с увеличением содержания целлюлозы в наполнителе, но после достижения 40 мас. % снижается. Для показателя пластичности характерна обратная тенденция (рисунок 2).

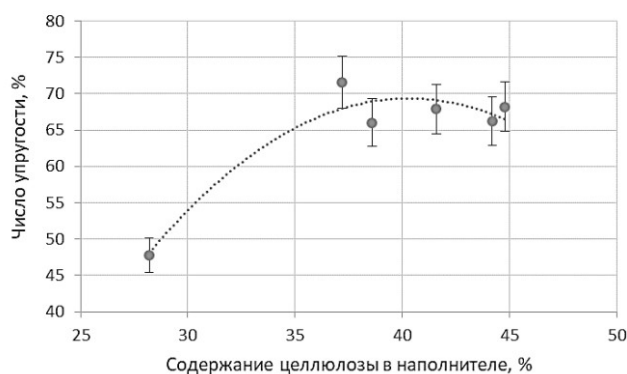


Рис. 1. Зависимость числа упругости композитов от содержания целлюлозы в наполнителе

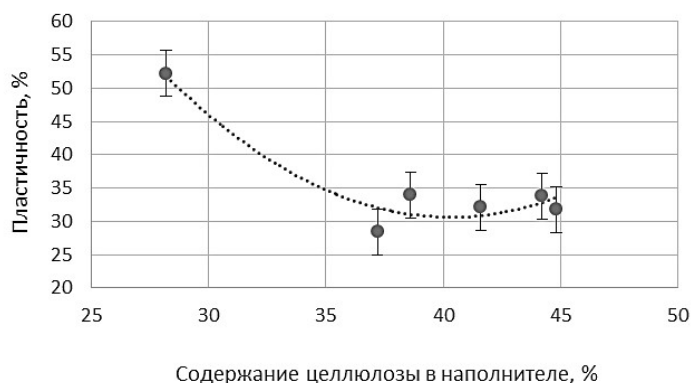


Рис. 2. Зависимость пластичности композитов от содержания целлюлозы в наполнителе

Заключение

В результате выполненных исследований были получены образцы ПКМ с полимерной фазой поливинилхлорида марки СИ-67 и образцами лигноцеллюлозных наполнителей растительного происхождения, отличающихся содержанием в них лигнина и целлюлозы. Для полученных образцов ПКМ были определены физико-механические свойства и установлены экспериментально-статистические зависимости их показателей от содержания целлюлозы в составе наполнителя. Установлено, что увеличение доли целлюлозы в наполнителе приводит к росту показателей твердости по Бринеллю, модуля упругости при сжатии, уменьшению водопоглощения за 24 часа и 30 суток. Число упругости материала возрастает с увеличением содержания целлюлозы в наполнителе, но после достижения 40 мас. % снижается. Для показателя пластичности характерна обратная тенденция. Функциональных связей между содержанием лигнина в наполнителе и показателями физико-механических свойств ПКМ установлено не было.

Полученные экспериментально-статистические модели свойств ПКМ с полимерной фазой ПВХ от содержания в составе наполнителя целлюлозы могут являться инструментом прогнозирования свойств материала при получении ПКМ, в том числе с модифицированными лигноцеллюлозными наполнителями, в частности при использовании метода частичной делигнификации наполнителя.

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

Литература

1. Vinod A. Review. Renewable and sustainable biobased materials: An assessment on biofibers, biofilms, biopolymers and biocomposites / A. Vinod, M.R. Sanjay, S. Suchart, P. Jyotishkumar // Journal of Cleaner Production. – 2020, 258, 1-27. DOI: doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120978.
2. Marczak D. Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: A comprehensive review / D. Marczak, K. Lejcus, 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. Alzebedeh, 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. Ступак, Д.П. Получение и исследование свойств древесно-полимерных композитов с гидролизным лигнином / Д. П. Ступак, А. Е. Шкуро, А. В. Артемов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2020. – № 1. – С. 72-80.

7. Захаров, П.С. Исследование влияния содержания лигнина и целлюлозы в составе наполнителя на скорость биоразложения древесно-полимерных композитов / П.С. Захаров, А.Е. Шкуро, В.В. Глухих // Кирпичниковские чтения: сборник тезисов докладов, Казань, 29 марта – 02 2021 года. – Казань: Без издательства, 2021

8. Вураско А.В. Химия растительного сырья: учеб. пособие. / А.В. Вураско, А.Р. Минакова, А.К. Жвирблите, И.А. Блинова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 90 с.

©**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.

UDC 678

THE EFFECT OF THE FILLER CHEMICAL COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH A POLYVINYL CHLORIDE POLYMERIC MATRIX

D.D. Chirkov, A.E. Shkuro V.V. Glukhikh

The purpose of this study was to evaluate the effect of lignin and cellulose content in plant-derived fillers on the physical and mechanical properties of polymer composite materials with a polyvinyl chloride polymer matrix. Wood flour grade 300, oat husk flour grade 180, industrial hemp fibre, birch plywood sanding dust, chipboard sanding dust obtained from coniferous wood, and beech sawdust were used as fillers. For all the fillers used in the work, the contents of lignin and cellulose in them were determined. For the plasticization of polyvinyl chloride, orthophthalic acid dibutyl ester (dibutyl phthalate) was used. The mixing of PCM components was carried out by rolling. For the resulting composites, the following physical and mechanical properties were determined: density, flexural strength, Brinell hardness, modulus of elasticity in compression, elasticity number, plasticity, impact strength, water absorption in 24 hours, and 30 days. Physical-mechanical properties were determined and experimental-statistical dependences of their parameters on the content of cellulose in the filler composition were established. It has been established that an increase in the proportion of cellulose in the filler leads to an increase in Brinell hardness, compressive modulus, and water absorption in 24 hours and 30 days. The elasticity number of the material increases with increasing cellulose content in the filler, but after reaching 40 wt. % decreases. The plasticity index is characterized by the opposite trend. Functional relationships between the content of lignin in the filler and indicators of the physical and mechanical properties of PCM have not been established.

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

References

1. Vinod A. Review. Renewable and sustainable biobased materials: An assessment on biofibers, biofilms, biopolymers and biocomposites/A. Vinod, M.R. Sanjay, S. Suchart, P. Jyotishkumar//Journal of Cleaner Production. – 2020.258, 1-27. DOI: doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120978.

2. Marczak D. Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: A

comprehensive review / D. Marczak, K. Lejcus, 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. Alzebedeh, 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.