

выбранного типа твердофазных реактивных индикаторных систем с увеличением содержания ионов металлов наблюдается либо нарастание одноцветовой окраски модифицированного формазаном носителя, либо заметное батохромное изменение окраски твердофазного реагента при спектроскопическом и визуальном определении.

На основе оптимизированных условий концентрирования металлов построены одноцветные цветовые шкалы для определения меди(II), никеля(II), цинка(II), ртути(II), кадмия(II), свинца(II), редкоземельных элементов, где каждому значению концентрации металла соответствует цифровое значение интенсивности цвета RGD. Разработанные ТРИС апробированы на реальных объектах: в природных и дождевых водах, снежном покрове, смыве с листьев деревьев, расположенных вдоль городских магистралей. Показано удовлетворительное совпадение данных визуального определения с результатами количественного анализа в области средних значений стандартной шкалы. Метрологические характеристики свидетельствуют об их правильности и отсутствии систематических погрешностей. Правильность методик доказана методом инверсионной вольтамперометрии и методом «введено – найдено».

УДК 678.03

Н.М. Мухин, А.В. Боровских, М.А. Клименко, В.В. Глухих  
(N.M. Mukhin, A.V. Borovskikh, M.A. Klimenko, V.V. Gluckhih)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ  
ИЗ КОММУНАЛЬНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ  
(WOOD-POLYMER COMPOSITES BASED ON  
HOUSEHOLD WASTES)**

*Изучались свойства древесно-полимерного композита (ДПК) с матрицами на основе смеси вторичных термопластов из коммунальных бытовых отходов и древесной муки лиственных и хвойных пород древесины. Полученные данные могут быть использованы для отработки режимов переработки ДПК экструзией и литьем под давлением.*

*Properties of wood-plastic composites (WPC) having matrices based on the mixture of recycled thermoplastics based on municipal wastes and hardwood and softwood flour have been studied. The results of the study can be used to test modes of WPC processing by extrusion and injection molding.*

Рециклинг полимерных материалов из промышленных и коммунальных бытовых отходов продолжает оставаться актуальной задачей. Одним из направлений решения данной проблемы является применение вторичных термопластов в качестве одного из компонентов матрицы в полимерных композитах. В последнее время все большее внимание уделяется разработке древесно-полимерных композитов на целлюлозосодержащих наполнителях и матрицах как из промышленных марок, так и из вторичных полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полистирола (ДПКт) [1; 2].

Целью данной работы являлось изучение свойств ДПКт на основе регенерата вторичных полимерных материалов и древесного наполнителя.

В качестве испытываемых материалов применили измельченные полимерные отходы в виде дробленки (ВтТП), полученные от ООО “Урал-термопласт” – смесь (№ 1) различных термопластов: полиолефины, полистирол (ПС), поливинилхлорид (ПВХ), АБС-пластики, стрейч-пленки) и ООО “Озерская трубная компания” – смесь (№2) полиэтиленов различных марок. В качестве наполнителей применялась древесная мука листовых (преимущественно берёзы) и хвойных пород марки 180 (ГОСТ 16361-87) от производителя ООО “Юнайт” (ДМл и ДМх).

Предварительно исследуемые полимерные смеси и древесно-полимерная смесь (ДПС 50:50) после подсушки при 90 °С гомогенизировали экструдированием с последующей грануляцией. Стандартные образцы для определения физико-механических свойств ДПКт (брусочек 80×10×4 мм и лопатка 80×5×4 мм) отлиты на вертикальной литьевой машине ШПДа.

Реологические свойства изучали на приборе ИИРТ-А [3] с применением стандартного капилляра Ø2,095 мм и специально изготовленного Ø4,095 мм (высота 8,00<sup>-0,03</sup> мм). Выбор данного типоразмера капилляра обоснован крупнодисперсностью наполнителя в ДПКт. Прочность при растяжении оценивали на разрывной машине 2166 Р-5; на твердомере БТШПС У42 – твердость по Бринеллю и контактный модуль упругости по Герцу при вдавливании шарика Ø5 мм, а также нормальный модуль упругости при вдавливании индентора Ø50 мм [4]. На приборе Динстат-Дис определены ударная вязкость без надреза и с надрезом на глубину 1/3 толщины образца, прочность и максимальный модуль упругости при статическом изгибе. Плотность материалов определена методом гидростатического взвешивания, зольность – выжиганием в муфельной печи.

Результаты испытаний (таблица) показывают различие в свойствах исследуемых регенератов термопластов, что связано с их полимерным составом. Наличие в ВтТП № 1 жестких полимеров ПС, ПВХ, АБС повышает упругие свойства (твердость и модуль упругости), плотность изделий из данного регенерата по сравнению с полиэтиленовой смесью (№ 2) и снижает ударную вязкость.

Реологические и физико-механические свойства  
вторичных термопластов и древесно-полимерных композитов

Показатели	ВТТП		ДПКТ: ВТТП/ДМ=50:50		
	№ 1	№ 2	1/ДМл	2/ДМл	1/ДМх
Зольность $Z$ , %	1,28	0,69	1,36	0,69	1,90
Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	951	932	1127	1122	1134
Показатель текучести расплава (190 °С/49,05Н) ПТР, г/10мин	5,7	4,00	2,9*	6,1*	5,3*
Плотность расплава $\rho_p$ , кг/м <sup>3</sup>	813	803	1017*	979*	1012*
Коэффициент консистенции расплава $\eta$ , кПа·с	1,8	2,5	74,7*	29,3*	36,6*
Предел текучести при растяжении ( $v=50$ мм/мин) $\sigma_m$ , МПа	15,5	13,5	-	-	-
Прочность при разрыве $\sigma_p$ , МПа	16,8	16,1	13,3	15,5	13,6
Относительное удлинение при разрыве $\varepsilon$ , %	331	291	6	6	7
Прочность при изгибе $\sigma_u$ , МПа	н/р	н/р	33,3	28,9	25,2
Прочность при изгибе с учетом стрелы прогиба $\sigma_u^f$ , МПа	н/р	н/р	33,9	29,1	27,0
Модуль упругости при изгибе $E_u$ , МПа	671	670	1630	1312	846
Ударная вязкость $a$ , кДж/м <sup>2</sup>	н/р	н/р	7,8	7,4	6,2
Ударная вязкость с надрезом $a_n$ , кДж/м <sup>2</sup>	11,2	13,5	7,7	5,8	5,4
Коэффициент запаса прочности $K$ , %	-	-	98,7	78,4	87,0
Твердость по Бринеллю $НБ$ , МПа	49,4	26,7	46,5	43,4	41,0
Пластичность материала $П$ , %	12,0	15,1	34,7	39,0	24,3
Контактный модуль упругости $E_k$ , МПа	600	280	558	515	515
Нормальный модуль упругости $E_n$ , ГПа	1,10	0,96	1,04	0,98	1,25
			* - капилляр 4,095 мм		

Анализ механических показателей также показывает влияние состава полимерной матрицы и породы древесного наполнителя как на прочностные свойства литевых изделий из ДПКТ, так и на реологические. Полученные литевые изделия из композита на более эластичной матрице № 2 обладают меньшей прочностью (10 %), чем на матрице повышенной жесткости № 1.

Экстрактивные вещества, содержащиеся в хвойной древесной муке в большем количестве, чем в лиственной, оказывают пластифицирующее действие на полимерную матрицу, что приводит к снижению вязкости расплава ДПС (в 2 раза) и механических свойств литевых изделий из ДПКТ с ДМх.

*Библиографический список*

1. Клёсов А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клёсов. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.
2. Глухих В.В. Получение и применение изделий из древесно-полимерных композитов с термопластичными полимерными матрицами: Учеб. пособие / В.В. Глухих, Н.М. Мухин, А.Е. Шкуро, В.Г. Бурындин. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 85 с.
3. Крыжановский В.К. Прикладная физика полимерных материалов: Учеб. пособие / В.К. Крыжановский., В.В. Бурлов. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2001. 261 с.
4. Лукин В.В. Определение нормальной упругости при вдавливании сферического наконечника. / В.В. Лукин, Ф.С. Савицкий: Сб. Исследования в области измерения твердости. // Труды метрологических институтов СССР, вып. 91(15). М.-Л.: Издательство стандартов, 1967. С. 91-94.

УДК 619.616.98

Д.В. Нестеров, Л.С. Молочников  
(D.V. Nesterov, L.S. Molochnikov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
А.В. Пестов  
(A.V. Pestov)  
ИОС УрО РАН  
(IOS UB of RAS, Ekaterinburg)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ  
N,O-(2,3-ДИГИДРОКСИПРОПИЛ)ХИТОЗАНА И ИОНОВ БОРА  
(BIOLOGICAL ACTIVITY PREPARATION BASED ON  
N,O-(2,3-DIHYDROXYPROPYL)CHITOSAN AND B(III) IONS)**

*Синтезированы комплексы бора с N,O-(2,3-дигидроксипропил)хитозаном, обладающие одновременно антибактериальными, иммуномодулирующими и антитоксическими свойствами и не оказывающие побочных эффектов на организм. Доказана перспективность препарата для безопасного и эффективного использования в ветеринарии.*

*Borate complexes of N,O-(2,3-dihydroxypropyl)chitosan possess simultaneous, antibacterial, immunomodulatory and antitoxic properties and do not cause side-effects of the body's systems. This creates good prospects for safe and effective use of complexes in veterinary medicine.*