

А. В. Спиглазов, доц., канд. техн. наук;  
Е. И. Кордикова, доц., канд. техн. наук;  
О. И. Карпович, доц., канд. техн. наук; В. В. Боброва, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

## **НЕКОНДИЦИОННЫЕ ОТХОДЫ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА В ИЗДЕЛИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Композиционные материалы (КМ) на основе отходов термопластичных полимеров, некондиционных пластиков и композиций на их основе представляют интерес для рециклинга в изделия конструкционного назначения с последующим применением в автомобилестроении, строительстве, при производстве товаров народного потребления. Объемы образования отходов растут пропорционально увеличению объемов использования первичных полимеров. В качестве исходного сырья промышленностью широко используются относительно дешевые полимеры крупнотоннажного производства – полиолефины (ПЭВД, ПЭНД, ПП), ПВХ, АБС-пластики, полиамиды (ПА), полиэтилентерефталат (ПЭТФ) и их смеси. Вторичные полимеры и их некондиционные смеси имеют особое значение по технико-экономическим и экологическим соображениям при использовании в качестве матриц. Это позволяет существенно снизить стоимость изделий, получаемых из полимерных композиций. Однако, данные материалы характеризуются высокой вязкостью и неоднородностью показателей технологических свойств, что приводит к затруднениям при выборе технологического процесса переработки и определения его эффективных параметров [1, 2].

Для рассмотрения возможности формования изделий из вторичных термопластичных полимеров и их смесей, в том числе наполненных волокнистыми отходами, а также разработки технологических основ процесса выбраны материалы представляющие существенный интерес для ряда предприятий Республики Беларусь. При выборе компонентов существенное внимание уделено охвату широкого диапазона как технологических, так и физико-механических свойств материалов.

Отходы, которые образуются в результате разделки корпусов аккумуляторных батарей (далее КАБ) и полимер содержащие отходы, которые образуются в результате разделки внутренней части аккумуляторных батарей (далее ПОАБ). Значительная неоднородность исходных отходов КАБ и ПОАБ по размерам, наличие крупных частиц обуславливает необходимость их измельчения перед использованием в процессах формообразования.

Отходы КАБ визуально представляют собой преимущественно цветные куски пластика, характеризующиеся значительной неоднородностью по размерам и форме (от 2 до 17 см). Отходы в незначительном количестве также содержат полимерную пленку, полимерные жгуты и нити, резину, древесину, полимерные этикетки, стеклянный войлок.

Отходы ПОАБ визуально представляют собой преимущественно отрезки темно серой пленки, характеризующиеся значительной неоднородностью по размерам (длина от 2 мм до 30 см, ширина от 2 мм до 4 см). Встречаются также достаточно крупные (до 3 см) куски эбонита, куски пластика, полимерная пленка, полимерные жгуты и нити, полимерные этикетки, свинец, стеклянный войлок, резина.

Основным источником вторичного полипропилена являются пластиковые корпуса аккумуляторных батарей, бамперы, другие пластиковые детали автомобилей. Полипропилен вторичный применяется для производства газо- и водопроводных напорных труб, профилей, листов, пленки, мебели, технических изделий, товаров культурно-бытового назначения, в производстве полипропиленового волокна.

Качество вторичного полипропилена во многом зависит от тех условий, в которых эксплуатировался первичный материал. Чем меньше он пострадал от внешних воздействий, тем ближе свойства вторичного и первичного полипропилена. Но вторсырье практически не используется для производства таких же изделий. Чаще всего вторичный полипропилен смешивают с первичным и производят корпуса, профили и другие виды продукции. Сырьем для получения вторичного гранулированного полипропилена в данном случае являются отслужившие свой срок полимерные мешки.

Смесь АБС-пластика и поливинилхлорида представляет собой аморфный ударопрочный материал. Выдерживает кратковременный нагрев до 90–97°C. Композит АБС-ПВХ имеет большую атмосферостойкость, чем АБС. Стоек к старению. Данная смесь нашла свое применение в листовых полуфабрикатах и изделиях из них. АБС-ПВХ пленка является экструзионным материалом и подходит в качестве материала для исследования.

Отходы переработки макулатуры – смесь полимеров, на 80 % состоящая из вторичного полиэтилена, который легко переводится в вязкотекучее состояние, что способствует переработке данного материала традиционными методами. Предварительно отход должен быть измельчен (например на шредере). Для улучшения сыпучести возможно получение агломерата. Содержание бумаги (целлюлозы) затрудняет

переработку материала и оказывает влияние на получаемые свойства. Отход неоднороден по составу и получаемые характеристики имеют достаточно большой разброс значений (коэффициент вариации до 17 %). Цвет получаемых изделий варьируется от серого до грязно коричневого.

Объемы образования отходов на предприятиях за 2005–2010 гг.

**Таблица 1 – Объем отходов на предприятиях**

Вид отходов производства	Класс опасности	Количество отходов по видам, тонн/год						Объект размещения
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	
<i>ОАО «ОЗАА»</i>								
Стеклопластик	3	225	202	259	240	173	226	полигон
АБС+ПВХ	4	157	175	160	178	35	22,4	ВМР
Продавки АБС–ПП	–	–	–	7,5	6	8,5	4	ВМР
АБС-пластик	–	5	28	71	47	17,7	30	ВМР
<i>ОАО «Белцветмет»</i>								
КАБ	4	–	–	73	82	78	85	полигон
ПОАБ	4	–	–	27	36	28	35	полигон
ВПП	2	–	–	50	56	60	45	продажа
<i>ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин»</i>								
Полимерные отходы переработки макулатуры	3	–	–	–	1875	2050	2250	полигон

Данные по основным физико-механическим характеристикам данных полимеров и композиций на их основе представлены в таблице 2.

За базовую технологию переработки принят метод пластформования [3]. Выбор обусловлен значительным ухудшением технологических свойств вторичных материалов и композиций на их основе в сравнении с первичными (вязкость, степень вытяжки, температура деструкции, наличие загрязнителей) и необходимостью повышения механических свойств. Последнее достигается с помощью добавления армирующего наполнителя. Технология позволяет использовать волокна различной природы в качестве наполнителей, в том числе и выделенного из отходов производства стеклопластиковых изделий.

Значения показателей физико-механических свойств материалов в конечных изделиях позволяют сделать заключение об эффективности использования вторичных термопластичных полимеров и композиций на их основе в изделиях различного назначения.

**Таблица 2 – Физико-механические свойства материалов  
на основе вторичных термопластичных полимеров**

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, ГПа
Первичные термопласты	0,91–1,05	7,0–40,0	0,15–3,00
Вторичный полипропилен	0,97–1,16	25,0–35,0	1,0–1,5
Отходы пленки АБС-ПВХ	0,90–1,25	20,0–30,0	1,0–1,5
Отходы пленки АБС-ПВХ с ППУ	0,7–1,10	10,0–15,0	0,8–1,5
Отходы пленки АБС-ПВХ ОСВ (30 мас. %)	1,20–1,55	25,0–30,0	2,0–2,5
КАБ	0,97–1,16	10,0–15,0	0,8–0,9
КАБ+50 мас. % ПОАБ	0,80–1,15	10,0–12,5	1,1–1,2
Полимерные отходы переработки макулатуры	0,75–1,05	5,0–12,5	0,4–0,7

Данные аналитических и экспериментальных исследований позволяют сделать заключение о возможности формования габаритных изделий, в том числе составных, из отходов термопластичных полимеров, а также композиций на их основе с использованием волокнистых наполнителей. Результаты исследований представляют интерес предприятиям ОАО «ОЗАА», ОАО «Белцветмет» по направлению переработки в изделия термопластичных отходов и их смесей в изделия конструкционного и общетехнического назначения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Stavrov, V.P. Efficacious recycling of mixed polymer wastes to molded articles / V.P. Stavrov, A.N. Kalinka. // *Recykling i odzysk materiałów polimerowych: mat. 8 Środkowo-Europejskiej Konf., Ustroniu Jaszowcu, 4–6 listopada 2009 r.* / Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny; red.: A.K. Błędzki, Z. Tartakowski. – Szczecin: Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, 2009. – S. 107-110.

2. Шаповалов, В.М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В.М. Шаповалов, З.Л. Тарковский. – Гомель: ИММС НАНБ, 2003. – 262 с.

3. Ставров, В. П. Двустадийная технология совмещения волокнистых отходов стеклопластика и смешанных отходов термопластов для формования изделий / В. П. Ставров, А. Н. Калинка, О. И. Карпович, А. В. Спиглазов // *Труды БГТУ: Сер. IV химия, технология органических веществ и биотехнология.* – 2010. – Вып. № XVIII. – С. 99–103.