

УДК 67.08/67.03/678

МОДИФИКАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА

Никотина Е. В. студентка гр. ХПб – 171, IV курс

Лукьянова Е. В. студентка гр. ХПб – 171, IV курс

Научный руководитель: Касьянова О. В., к.т.н., доцент кафедры УП и ИЗ
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

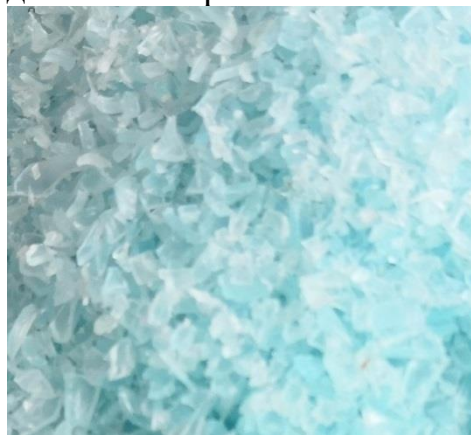
Целью работы являлось получение и исследование свойств композиционных материалов на основе вторичного полипропилена (ВПП) наполненного техническим углеродом (ТУ) и углеродистым твердым остатком (УТО), полученным путем утилизации резинотехнических изделий (РТИ).

Объекты исследования:

– вышедшие из употребления полимерные изделия медицинского назначения (колпачки), общий вид представлен на рис.1 а.



а



б

Рис. 1. Общий вид вторичного сырья: а – изделия до измельчения; б – изделия после измельчения (агломерат)

– УТО (сажа), полученный при пиролизе РТИ на предприятии ООО «Кузнецкэкология +» (г. Калтан), температура пиролиза 350–470 °С, рис.2 а [1];

– технический углерод марки N 330, рис.2 б, [2].

На рис.1. видно, что отходы являются «чистыми», незагрязненными посторонними включениями. На рис.2. представлен общий вид наполнителей, видно, что УТО имеет более насыщенный черный цвет, чем технический углерод, полученный из традиционного сырья – газообразных углеводородов.



Рис. 2. Общий вид наполнителей: а – УТО; б – технический углерод марки N 330

Экспериментальная часть.

Первый этап – измельчение изделий. Измельчение изделий проводили на ротационной дробилке ножевого типа «Schneidgranulator GS 301», число оборотов ротора $n = 1400$ об/мин., диаметр ротора 210 мм, дна ротора 95 мм. Определили коэффициент потерь при измельчении – 8,3 %, справочное значение коэффициента безвозвратных потерь при переработке отходов 5–13 % [3].

Второй этап – определение технологических свойств исходных компонентов, результаты приведены в табл.1.

Таблица 1

Технологические свойства исходных компонентов

Свойства	УТО	Технический углерод	ВПП (агломерат)
W, %	0,2	0,34	0,4
$\rho_{\text{нас.}}$, г/см ³	0,39	0,32	0,35

w – содержание влаги и летучих веществ; $\rho_{\text{нас}}$ – насыпная плотность.

Нормированное значение содержания влаги и летучих веществ полимерных материалов не должно превышать 0,02–0,05 %, для полипропилена (ПП)–0,04% [4]. Анализ экспериментальных данных (табл.1) W показывает, что перед введением наполнителей в полимер (получение композиций), а также ВПП необходимо подсушивать. Известно, что повышенное содержание влаги затрудняет переработку полимеров, так как расплав, выходящий из сопла или формующего инструмента, пенится из-за пузырьков. При повышенном содержании W в процессе переработки полимерных материалов в изделия образуются вздутия, коробления, пористость, пузырьки и раковины, трещины, отслоение и шероховатость поверхностей.

Полученные значения $\rho_{\text{нас}}$ всех компонентов – низкие (до 0,4 г/см³), что указывает на необходимость дополнительных технологических операций (взрыхления для наполнителей и гранулирования для агломерата ВПП). При переработке материалов с низкой насыпной плотностью снижается производительность перерабатывающего оборудования.

Третий этап – получение композиций. Полимерные композиции получали смешиванием агломерата ВПП с наполнителями, на лабораторном экс-

трудере фирмы «Брабендер» при следующих технологических параметрах: температура зоны питания экструдера $T_1=150$ °С; температура зоны пластификации и головки $T_2=T_3=220$ °С; частота вращения шнека экструдера $n=14-19$ об/мин. Содержание наполнителя 3 %, 5 % и 10 % (масс). Полученный экструдат (рис.3.) измельчали на гранулы цилиндрической формы размером 2–4 мм.



Рис. 3. Гранулы полимерного композиционного материала (ПКМ) наполненного УТО

ТУ является активным наполнителем для полимерных материалов, его широко применяют для вулканизации каучука, а также приданию вулканизату хороших механических свойств. ТУ вводят в полимерную матрицу 2–5 % с целью предотвращения процессов старения, особенно для полиолефинов, а также приданию ПКМ специальных свойств – электропроводности, антистатичности, способности поглощать излучение радаров [5].

Используя стандартные методики [6], определили основные технологические характеристики ПКМ на основе ВПП (табл.2.).

Таблица 2

Основные технологические характеристики ПКМ

Свойства	ВПП	Содержание наполнителя, % (масс)					
		УТО			Технический углерод		
		3	5	10	3	5	10
ρ , г/см ³	0,901	0,906	0,920	0,951	0,916	0,927	0,972
ПТР, г/10 мин	3,1	2,73	2,27	1,02	3,02	1,2	0,825

ρ – истинная плотность ПКМ; ПТР – показатель текучести расплава.

Как видно (табл.2), введение наполнителей в ВПП изменяет технологические характеристики ρ и ПТР ПКМ. Истинная плотность ПКМ монотонно увеличивается. Известно, что при введении инертного наполнителя, имеющего плотность выше плотности полимера, плотность ПКМ изменяется по закону аддитивности: $\rho_{ПКМ} = \rho_{п}\phi_{п} + \rho_{н}\phi_{н}$, где $\rho_{п}$ – истинная плотность полимера; $\rho_{н}$ – плотность наполнителя, $\phi_{п}$, $\phi_{н}$ – объемное содержание полимера и наполнителя. Плотность ПКМ может быть выше, если наполнитель является структурным, или ниже рассчитанной по правилу смешивания. Уменьшение плот-

ности ПКМ возникает из-за большого количества дефектов (пустот) вследствие образования агрегатов частиц и неполного смачивания твердой поверхности дисперсной фазы полимерным связующим или формированием рыхлоупакованного слоя макромолекулярных цепей на границе раздела полимер-наполнитель [7]. При наполнении 5 % УТО ВПП плотность увеличилась на 2,01 %, а техническим углеродом на 2,8 % по сравнению с ненаполненным ВПП. Снижается текучесть расплавов (ПТР) полученных ПКМ (табл.2). При введении 10 % УТО ПТР снизился на 67 %, а техническим углеродом на 73 % по сравнению с ненаполненным ВПП. Следует отметить, что при введении УТО значения ПТР выше, чем ВПП наполненного техническим углеродом, который имеет более высокую развитую удельную поверхность, чем УТО, размер частиц технического углерода марки N 330 $d=28-36$ нм [2], а большая часть размера частиц УТО составляет $d=100$ мкм [1]. Кроме того, на поверхности частиц УТО присутствуют остатки молекул каучука, которые, по-видимому, играют роль пластификатора, что положительно сказывается на текучести расплавов ПКМ с УТО.

Таким образом, сравнивая свойства ПКМ наполненного традиционным наполнителем ТУ и УТО возможно, рекомендовать использование УТО для регулирования технологических свойств ВПП.

Список литературы:

1. Касьянова, О. В. Исследование физико-химических характеристик твердого остатка пиролиза резинотехнических изделий / О. В. Касьянова, Д. С. Шапранко, Ю. Н. Дудникова, З. Р. Исмагилов // Вестник КузГТУ. – 2019. – №2. – С. 101–110.
2. ПКФ ЭкоПольза. Описание основных марок технического углерода производимого в РФ [Электронный ресурс]. – URL: <https://тех-углерод.рф>
3. Головкин, Г. С. Проектирование технологических процессов изготовления изделий из полимерных материалов : учебное пособие для студентов вузов. – Москва : Химия, 2007. – 399 с. – Текст : непосредственный.
4. Калинин, Э. Л. Свойства и переработка термопластов : справ. Пособие. – Л. : Химия, 1983. – 287 с. – Текст : непосредственный
5. Фойгт, И. / Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла / пер. с немец. Под ред. Док. Хим. Наук Б.М. Коварской. – Л.; Химия, 1972. – 544 с.
6. Практикум по полимерному материаловедению / под ред. П. Г. Бабаевского. – М.: Химия, 1980. – 256 с.: ил.
7. Липатов, Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров / Ю.С. Липатов. – М.: Химия, 1977. – 304 с.