

## Литература

1. Долинская Р.М, Свидерская Т.Д., Щербина Е.И., Прокопчук Н.Р., Марусова С.Н., Русецкий Д.В. Отходы резиновых производств – перспективный материал для создания новых изделий // Труды БГТУ. 2013. № 4. С. 45–47.

2. Шинки резиновые монолитные: ТУ РБ 00149438-052-93. – Введ. 1994-04-01. – М: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 1993.

УДК 678.7-036

**Касперович О.М., Петрушеня А.Ф.,  
Ленартович Л.А., Хоменок К.А.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТА НА СОВМЕСТИМОСТЬ В СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА- 11 И ПОЛИЭТИЛЕНА**

Полиамиды (ПА) заняли свое место на рынке полимеров достаточно давно, с 70-х годов, и с тех пор объемы производства их только наращиваются. Большое количество мономеров, используемых для синтеза, обуславливает широкий ассортимент марок полиамидов, наиболее популярными из которых являются ПА6, ПА66, ПА12 и др.

ПА11 относится к конструкционным пластикам с повышенной эластичностью. Вследствие того, что соотношение  $\text{CH}_2$  и  $\text{CONH}$  групп у него высоко и составляет 10 единиц, этот полимер имеет низкое водопоглощение, более низкие температуру переработки и степень кристалличности, которая в зависимости от скорости охлаждения может составлять от 10% до 60%, что в свою очередь будет непосредственно влиять на свойства полимера. ПА11 присущи очень высокая ударная вязкость, в том числе и при низких температурах, высокие модуль упругости и диэлектрические свойства, он стоек к растворителям, маслам, жирам, нефти и бензину. ПА11 выдерживает как динамические, так и статические нагрузки, обладает антифрикционными свойствами, имеет высокую размерную стабильность и стойкостью к старению. Он физиологически инертен и его производят из возобновляемого сырья, что является немаловажным фактором с экологической точки зрения. И все-таки этот материал не получил широкого распространения в связи с его высокой стоимостью.

Эффективное расширение марочного ассортимента и снижение стоимости композиций может быть достигнуто за счет их направленной модификации, а так же совмещения термопластов различной природы с целью сочетания полезных свойств в новом смесевом композиционном материале (КМ). Компоненты в таких КМ могут существенно отличаться по свойствам, а их сочетание должно давать синергетический эффект, который предусмотреть заранее весьма проблематично.

В работе были исследованы смеси полиамид-полиэтилен высокого давления (ПВД). Исследуемая смесь состояла из ПА11 марки Rilsen BESN 210 TL с добавлением 5, 10 и 15 мас.% ПВД марки 15803-020. В последующем в смесь добавляли так же 0,2; 0,5; 0,7 и 1 мас.% полиолефинового эластомера марки Polyolefin elastomer 8810. Широко известно использование малеинизированных полимеров на основе этиленпропиленового каучука (СКЭПТ) и полиолефинового эластомера в качестве компатибилизирующих добавок в смесях различной химической природы. Нами была использована нефункционализированная марка термоэластопласта (ТЭП).

Процесс смешения проводился в расплаве с получением экспериментальных образцов на термопластавтомате марки BOY-22A.

Технологическая совместимость смесей проверялась по изменению таких свойств как прочность и относительное удлинение при растяжении, модуль упругости, ударная вязкость, твердость по Шор, а так же водопоглощение.

В ходе исследований было установлено, что введение 5 мас.% ПВД приводит к повышению ударной вязкости на 11% (с 67,49 МПа для чистого ПА11 до 75,14 МПа для смеси). Введение ТЭП в количестве 0,5 мас.% приводит к возрастанию этой величины на 24% (до 84,23 МПа). Больше количество ПВД приводило к незначительному снижению ударной вязкости, однако добавление ТЭП стабильно увеличивало его примерно на 20%, не достигая при этом значений для чистого ПА11, что может свидетельствовать о компатибилизирующем влиянии ТЭП. Подобное поведение материала связано, на наш взгляд, с облегчением условий кристаллизации при введении ПВД и ТЭП, с наличием ярко выраженной концентрационной зависимости для полиолефина с оптимумом в количестве 5 мас.% ПВД.

При увеличении содержания олефиновой фазы до 15 мас.% происходит увеличение прочности и предела текучести при растяжении, которые составили 40,44 и 15,89 МПа соответственно при том что для чистого ПА11 эти значения составляют 33,36 и 14,8 МПа.

При этом даже при введении ТЭП в эту композицию, деформация при пределе текучести значительно не увеличивается, в то время как

деформация при разрыве увеличилась с 303,9 до 539,3% для композиции с 5 мас.% ПВД, до 451% для композиции с 15 мас.% ПВД.

Модуль упругости сохранил высокие значения (319 МПа для 5 мас.% ПВД, 398 МПа для 15 мас.% ПВД), хотя и стал несколько ниже, чем для чистого ПА11 (439 МПа).

Модификация композиции ПА11-15 мас.% ПВД ТЭПом в количестве 0,5 мас.% позволила увеличить значение модуля упругости до 477 МПа.

Введение ПВД позволило снизить показатель текучести расплава ПА11 с 7,46 до 4,16 г/10мин при введении 15 мас.% ПВД, а так же значительно уменьшить водопоглощение, которое у полиамидов является повышенным. Водопоглощение для композиции с содержанием 15 мас.% ПВД уменьшилось на 21%, а введение в эту композицию ТЭП в количестве 0,5 мас.% снизило этот показатель на 37% по сравнению с чистым ПА11.

Таким образом введение ПВД и ТЭП в ПА11 показало свою эффективность не только с точки зрения снижения стоимости композиции (цена 1 кг ПА11 около 2000 рос. руб, 1 кг ПВД 90 рос. руб), но и сточки зрения улучшения ряда характеристик, что может быть обусловлено компатибилизирующим действием ТЭП в данных смесях.

#### Литература

1. Симонов-Емельянов И. Д. Основы создания композиционных материалов. Учебное пособие / И. Д. Симонов-Емельянов, В. Н. Кулезнев – М.: МИХМ, 1986. – 64с.
2. Кулезнев В. Н. Смеси полимеров / В. Н. Кулезнев – М.: Химия, 1980. – 304с.

УДК 678.5

Авдейчик С.В.  
(ООО «Молдер»)

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШ- ЛЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Проведен системный анализ механизмов проявления феномена наносостояния материальных объектов различного состава, строения, геометрических и размерных параметров для разработки методологических подходов к его реализации в материаловедении и технологии нанокomпозиционных материалов на основе промышленных