

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** На протяжении последнего десятилетия композиционные материалы на основе полимеров, содержащие распределенные наночастицы, вызывают повышенный интерес у исследователей различных областей науки. Эти частицы могут быть разной формы – прямоугольные, сферические или волоконные, но как минимум один из трех объемных размеров должен быть в пределах 1-50 нм. Были получены нанокомпозиты (НК) со всеми тремя формами – поликарбонат с углеродными нанотрубками, полиамиды с наносферами оксида железа, но только нанокомпозиты на основе слоев наноглины монтморилонита (ММТ) получили промышленное применение. Детали, изготовленные из нанокомпозитов, отличаются повышенными прочностными характеристиками, устойчивостью к термодеструкции, низкими коэффициентами термического расширения и газопроницаемости даже при относительно низких концентрациях (0.1-5%) нанонаполнителя в полимерной матрице.

Согласно маркетинговым исследованиям компании Business Communications в 2003 г. глобальный рынок полимерных НК достиг 11.1 тыс. тн. Прогнозируется, что до 2008 г., ежегодные темпы роста составят 18.4% в год. Ожидается, что за 5 лет производство полимерных НК более чем удвоится. Компания General Motor уже потребляет около 300 т. НК в год, в том числе на базе ПП, разработанного компанией Basell. Согласно прогнозу компании Noble Polymers НК станут более дешевой и экологически безопасной заменой такого традиционного материала как стеклонаполненный полипропилен. Полиолефиновые НК обладают меньшим весом и высокой пригодностью к рециклингу в сравнении с традиционными композитами.

Для получения широкого спектра продуктов используются полиолефины, которые легко перерабатываются и относительно дешевые. Спустя более чем 60 лет после их первого синтеза, термин "полиолефины" обычно связывают с полиэтиленом (ПЭ) и полипропиленом (ПП). Третий член соответствующего ряда, поли(1-бутен) (ПБ-1), производится в относительно малых количествах. В настоящее время, более 30 тыс.т в год полимеров синтезируются на базе бутена-1, и темпы роста составляют 15% в год. Одна из причин ограниченного применения ПБ-1 связана с его медленной кристаллизацией из расплава, обусловленной его сложным полиморфным поведением. Этот полимер может кристаллизоваться в нескольких полиморфах, но только тетраганальная фаза II и гексагональная фаза I представляют практический интерес. При кристаллизации из расплава ПБ-1 наблюдается твердо-твердое преобразование кинетически выгодной формы II в термодинамически устойчивую форму I. Гибкость, ударопрочность, ползучесть и сохранение физико-механических свойств при повышенных температурах ПБ-1 в устойчивой фазовой форме I превосходят свойства ПЭ и ПП. Фазовое превращение закончивается только после 14 дней хранения при атмосферном давлении и комнатной температуре, что сдерживает его широкое коммерческое использование. Проблемой ускорения кристаллизации из расплава и фазового превращения II→I интенсивно занимаются в течение последних 30 лет. Однако механизм

взаимопревращения кристалл-кристалл до сих пор полностью не нашел научного объяснения.

В 2003 году новый завод мощностью 45 тыс. тн компании Basell начал синтез материалов на основе бутена-1 в Нидерландах. В связи с этим вопросы связанные с расширением области применения ПБ-1, изучение влияния наночастиц на свойства ПБ-1 и разработка нанокомпозитов на основе ПБ-1 и промышленное внедрение этих новых продуктов являются несомненно актуальными.

В связи вышесказанным, целью настоящей работы явилось разработка нанокомпозита на основе ПБ-1, исследование влияния свойств наночастиц на фазовую трансформацию  $\text{II} \rightarrow \text{I}$  и улучшение физико-механических свойств ПБ-1. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- получение нанокомпозитов на основе ПБ-1;
- изучение влияния наночастиц на структуру, кристаллизацию, фазовый переход  $\text{II} \rightarrow \text{I}$  и физико-механические свойства композиций на основе ПБ-1;
- изучение влияния нанокомпозитов на базе ПБ-1 как добавки для улучшения технологичности и физико-механических свойств пленки и волокна из ПП.

### **Научная новизна работы**

Установлены закономерности влияния монтмориллонита на структуру композиции на основе ПБ-1:

- введение ММТ ускоряет кристаллизацию из расплава, фазовую трансформацию из кинетически выгодной формы II в термодинамически устойчивую форму I за счет их нуклеирующего эффекта;
- вследствие диспергирования ММТ в ПБ-1 происходит улучшение физико-механических свойств композиций, проявляющееся в удвоении модуля упругости нанокомпозита;

Найден модификатор – ПП модифицированный малеиновым ангидридом, который улучшает взаимодействие наноглина/полимер, что позволило разработать способ получения наноматериалов с улучшенными свойствами.

Практическая значимость работы состоит в её направленности на создание новых наноматериалов с улучшенными свойствами и расширения областей использования ПБ-1.

### **Реализация и внедрение результатов работы**

В научно-исследовательском центре компании Basell выпущена опытно-промышленная партия нанокомпозита на основе ПБ-1 (ПБ-1Н). На заводах-потребителях компании Basell успешно проведены испытания ПБ1-Н как добавки для улучшения технологичности и свойств волокна и пленки из ПП.

### **Апробация работы и публикации**

Результаты работы докладывались на следующих научных конференциях: III Международной научно-практической конференции "Композитные материалы в промышленности", г. Ялта, Украина, 2003 г.; на II Московской международной