

“МОДИФИКАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НИТЕЙ”

Норкобилов Адхам Эркин угли

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования влияния силанов и силоксанов на свойства полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с целью разработки технологии рециклинга, ПЭТФ с получением нитей. Модификация вторичного полиэтилентерефталата позволяет получать материалы с повышенными физико-механическими свойствами, что расширяет области применения полимера.

Ключевые слова: вторичный полиэтилентерефталат, химические модификаторы, физико-механические свойства.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам рециклинга полимерных отходов, что позволяет осуществлять возврат ценного полимерного сырья в технологический цикл производства. Это дает возможность улучшить экологическую обстановку за счет снижения нагрузки на окружающую среду. При повторной переработке отходов полиэтилентерефталата (ПЭТФ) можно повысить его вязкость, которая от цикла к циклу переработки резко снижается. Снижение вязкости полимера связано с протекающими физико-химическими процессами деструкции материала. Деструкция полимеров обычно сопровождается уменьшением молекулярной массы и изменением реологических свойств, что и приводит к уменьшению деформационнопрочностных показателей полимерных материалов.

В связи с этим в последнее время все большую актуальность приобретают исследования свойств вторичного полимерного сырья, модифицированного различными способами. Модификацию сырья можно проводить различными химическими агентами: восками, эластомерами, ангидридами и т.д. . Кроме этого, одним из методов регулирования структуры и свойств полимеров является введение в них небольшого количества (обычно до 5 %) силоксановых добавок. Так, например, введение 2 мас.% оксаметилциклотетрасилоксана в полиэтилен (ПЭ) приводит к значительному изменению свойств полимера, что отражается в повышении пластичности и деформируемости, полимер легче перерабатывается при температурах ниже температуры плавления.

Аналогичные исследования были проведены и с использованием сверхмолекулярного ПЭ и других полимеров из класса полиолефинов. Было установлено, что введение силоксанов в полиолефины приводит к повышению физико-механических свойств, а также такие композиции отличаются повышенной стойкостью к атмосферному и тепловому старению . Это связано с тем, что образующиеся свободные радикалы в полимере при его деструкции могут



присоединяться к группам силоксана до наступления реакции обрыва цепи. Проведенный анализ литературных данных позволил установить, что модификаторы на основе силанов могут проявлять активность по отношению к влаге, тем самым прекращать реакции гидролитической деструкции [4],[5], что особенно важно для гигроскопичного ПЭТФ. В результате можно упростить технологическую схему производства вторичного сырья на основе ПЭТФ, исключив стадии предварительной сушки и кристаллизации.

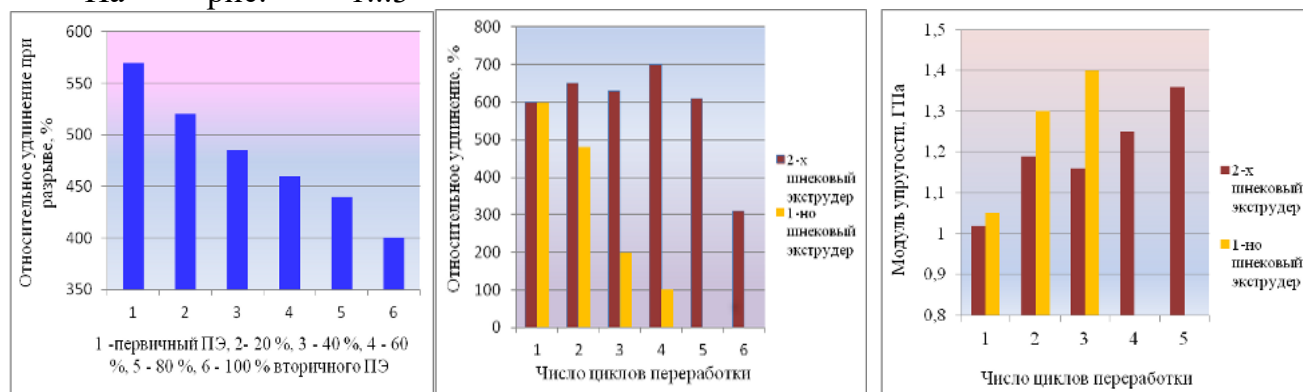
В качестве объектов исследования были выбраны измельченные отходы полиэтилентерефталата ТУ 6-05-1984–85. Получение образцов осуществляли на лабораторной экструзионной установке, но без включения виброприставки в следующих температурных режимах по зонам экструдера: $T_1=220^{\circ}\text{C}$, $T_2=245^{\circ}\text{C}$, $T_3=260^{\circ}\text{C}$, $T_4=265^{\circ}\text{C}$. Отходы ПЭТФ перед загрузкой в экструдер не сушили.

В качестве модификаторов вторичного полиэтилентерефталата в работе использовали следующие добавки в жидком виде: этилсиликат (марка ЭТ-40), тетраэтоксисилан, полиметилсилоксан (марка ПМС-200), винил2-метоксиэтоксисилан, октилтриэтоксисилан, винилтриметоксиэтоксисилан.

Введение модификаторов во вторичный полиэтилентерефталат осуществляли в смесителе барабанного типа. Смешение компонентов составляло 3 минуты при температуре $23\pm 2^{\circ}\text{C}$. Полученные смеси поступали в экструдер.

Для исходных и модифицированных смесей вторичного полиэтилентерефталата (ВПЭТФ) были изучены физико-механические свойства: разрушающее напряжение при растяжении и относительное удлинение при разрыве по ГОСТ 14236–81 "Пленки полимерные. Методы испытания на растяжение"; реологические свойства полимеров (Метод капиллярной вискозиметрии по ГОСТ 11645–86); температурные диапазоны переработки и деструкции, а также величина влагосодержания определены методом термогравиметрии.

На рис. 1...3



представлены кривые растяжения полученных композиций (рис. 1 – кривые растяжения ВПЭТФ, содержащего ЭТ-40; рис. 2 – содержащего ПМС-200; рис. 3 – содержащего ТЭОС).

Как следует из полученных результатов, наибольшими деформационно-прочностными показателями обладает композиция ПЭТФ с тетраэтоксисиланом в количестве 1%. Увеличение концентрации добавок в полимере приводит к ухудшению деформационно-прочностных показателей. В связи с тем что наибольшие значения показателей физико-механических свойств наблюдались у композиции ВПЭТФ, модифицированной добавкой из класса силанов в работе были исследованы также и другие производные, а именно: винил 2-метоксиэтоксисилан, октилтриэтоксисилан, винилтриметоксисилан.

Модификатор в ВПЭТФ вводили в количестве 1%. Из полученных результатов следует, что введение модификаторов на основе силанов в ВПЭТФ приводит к существенному увеличению разрушающего напряжения и относительного удлинения при разрыве в 3...5 раз по сравнению с контрольным образцом. У композиции, содержащей тетраэтоксисилан, наблюдалось наибольшее значение относительного удлинения при разрыве, что является одним из важных показателей при использовании ВПЭТФ в упаковке.

При изучении реологических свойств композиций было установлено, что эффективная вязкость ВПЭТФ примерно в 1,5 раза меньше, чем у первичного ПЭТФ, а введение ТЭОС во ВПЭТФ приводит к увеличению данного показателя до уровня значений первичного полимера. Это может быть связано с тем, что ТЭОС способствует восстановлению ВПЭТФ. Выдвинутое предположение было доказано методом ДТА. Изучение температурных переходов методом ДТА ВПЭТФ, модифицированного ТЭОС, и контрольного образца показало, что пик плавления модифицированного ВПЭТФ находится в области 255°C, тогда как у контрольного образца он смещен в область 238°C, что свидетельствует о протекании процессов деструкции вторичного полимера, переработанного без предварительной сушки.

1. На основании проведенных исследований установлено, что введение тетраэтоксисилана во вторичный полиэтилентерефталат увеличивает деформационнопрочностные характеристики последнего. Определено, что добавка тетраэтоксисилана в количестве 0,5% позволяет осуществлять повторную переработку отходов полиэтилентерефталата без стадии предварительной сушки и кристаллизации.

2. В ходе исследований также было показано, что применение воздействия УЗ на расплавы вторичного полиэтилентерефталата, содержащего ТЭОС, приводит к увеличению в 6...10 раз относительного удлинения при разрыве и разрушающего напряжения полимерной композиции.

3. На основании проведенных исследований были разработаны рекомендации по областям применения ВПЭТФ, модифицированного ТЭОС. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать композиции ВПЭТФ, полученные комплексной модификацией: с использованием



химического модификатора ТЭОС и переработанных методом экструзии при воздействии УЗ, для использования в качестве сырья при производстве пленок с последующим формованием тары, в том числе глубокой вытяжки, для непродовольственных товаров. Этот способ модификации может быть использован в технологии производства многослойных "пищевых" пленок и термоформованной тары, в которых средний слой, содержащий ВПЭТФ, не контактирует с пищевыми продуктами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ананьев В.В., Губанова М.И., Кирш И.А., Семенов Г.В., Хмелевский Г.К. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов. – М.: МГУПБ, 2006.
2. Ананьев В.В., Кирш И.А., Аксенова Т.И., Трубина С.Г. К проблеме вторичной переработки полимерных материалов // Пластические массы. – 2003, №5. С.8...11.
3. Мешкова И.Н., Крашенинников В.Г., Оптов В.А., Гаврилов Ю.А. Регулирование свойств ПЭВП введением добавок различной химической природы // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2014. Т. 56, №5. С.536...541.
4. Беспалов Ю.А., Коноваленко Н.Г. Многокомпонентные системы на основе полимеров. – Л.: Химия, 1981.
5. Руководство по анализу кремнийорганических соединений / Под ред. Крешкова А.П. – М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962.

