

БИОРАЗРУШАЕМАЯ ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

Алешин А.А., Панов Ю.Т., Кудрявцева З.А.

Владимирский государственный университет.

До недавнего времени усилия исследователей в области синтеза полимеров были направлены на создание материалов, обладающих исключительно высокой стойкостью к воздействию факторов окружающей среды. Однако угроза нарушения биосферного равновесия на планете полимерными отходами показала всю сложность проблемы утилизации полимеров, инертных к окружающей среде и способных сохранять присущие им свойства неизменными в течение длительного времени.

Огромное количество полимерных материалов и изделий из них, применяемое в настоящее время в индустрии одноразовой упаковки, приводят к необходимости их уничтожения или захоронения по окончании срока службы. Многие полимеры (в частности, полистирол как один из наиболее распространенных) в окружающей среде разлагаются в течение достаточно длительного времени. Одним из путей решения проблемы нарушения биосферного равновесия является создание биоразлагаемых материалов.

Наиболее простым и дешевым способом создания биоразрушаемых полимерных композиций является использование смесей пластмасс с различными биологическими добавками. Чаще всего используют крахмал и муку. Наиболее однородным по составу и свойствам является кукурузный крахмал, что позволяет обеспечить воспроизводимость свойств модифицированных пластиков.

Разработанная ранее [1,2] композиция на основе ударопрочного полистирола УПС, крахмала и пластификатора позволяла получать изделия с удовлетворительными физико-механическими свойствами. Однако данная композиция разработана для производства упаковки, получаемой термоформованием. Для создания биоразрушаемых пленочных материалов была предложена полимерная смесь на основе полиэтилена (ПЭ) и крахмала, где в качестве агента, улучшающего совместимость гидрофобного ПЭ с крахмалом и снижающего температуру переработки композиции, был предложен сополимер полиэтилена и 12 массовых долей винилацетата (СЭВА). Небольшое содержание винилацетата в сополимере способствует образованию крупнозернистой крахмальной фазы в объеме полимера, хотя и несколько ухудшает их термодинамическую совместимость [3]. СЭВА в сравнении с ПЭ имеет лучшую эластичность, температура текучести T_g составляет менее $140\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Композиции готовились следующим образом: смесь гранул сэвилена с полиэтиленом вальцевали на лабораторных вальцах до образования гомогенного расплава, после чего в расплав вводили необходимое количество крахмала. Смешение продолжалось в течение 20 минут, масса периодически подрезалась и поворачивалась на 90° , что обеспечивало равномерность распределения наполнителя. Температура валков поддерживалась в пределах $130\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (переднего) и $140\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (заднего) валков. Полученная смесь измель-

чалась вручную и изготавливались образцы для испытания на прочность методом литья под давлением.

При введении в ПЭ 20% крахмала текучесть композиции заметно снижается. ПТР полиэтилена высокого давления (ПЭВД) составляет 2,5 г/10 мин., смеси, содержащей 20 % крахмала – 1.1 г/10 мин. Учитывая необходимость снижения температуры переработки из-за возможности деструкции крахмала, возникает потребность снижения вязкости системы. Одним из возможных способов является добавление пластифицирующей добавки СЭВА.

Исследовали композиции, содержащие 20% крахмала. Эта концентрация обеспечивает, как было выяснено ранее, биоразрушение полимера [2].

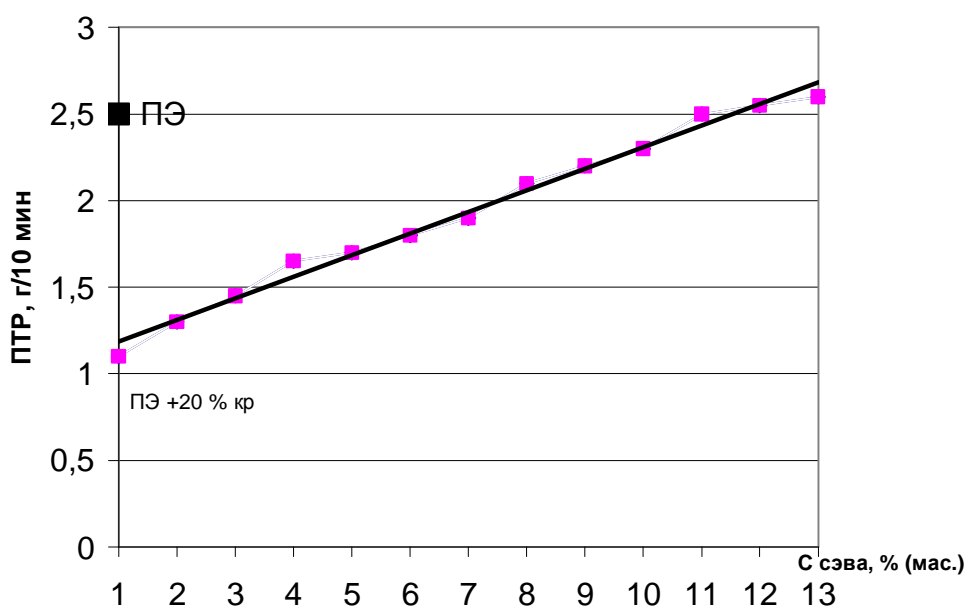


Рис.1 Зависимость ПТР ПЭ, содержащего 20 % мас. крахмала от концентрации СЭВА

Композиция ПЭ:крахмал:СЭВА (масс %)	Относительное удлинение, %	Прочность при растяжении, МПа
67:20:13	20,6	13,3
64:20:16	21,4	12,3
60:20:20	24,3	12,1

54:20:24	25,4	10
----------	------	----

Зависимость ПТР композиции, содержащей 20% крахмала, от количества СЭВА, приведена на рис.1. Исходя из этих данных, при концентрации СЭВА более 11 % ПТР композиции сравнивается с ПТР чистого ПЭ. Следовательно, при данной концентрации СЭВА композиция может перерабатываться основными высокопроизводительными методами (экструзия или литье под давлением).

Таблица.

Результаты испытания образцов композиций на основе ПЭ, крахмала и СЭВА на прочность при растяжении

Изучались также прочностные характеристики композиций (см. таблицу). Отмечено убывание прочности образцов при увеличении содержания севилена в композиции.

Для обнаружения способности композиций к биоразрушению, образцы на основе ПЭ и крахмала, модифицированного СЭВА исследовали на устойчивость к гидролизу. Для этого отслеживали изменение массы образцов, подвергнутых кипячению в слабокислой среде, в течение определенного времени. Сравнительный анализ устойчивости к гидролизу приведен на рис.2. Наибольшие потери массы наблюдаются у образцов, содержащих около 20 % СЭВА. Образцы, содержащие более 20 % СЭВА, менее подвержены гидролизу, что можно объяснить сильным капсулированием зерен крахмала.

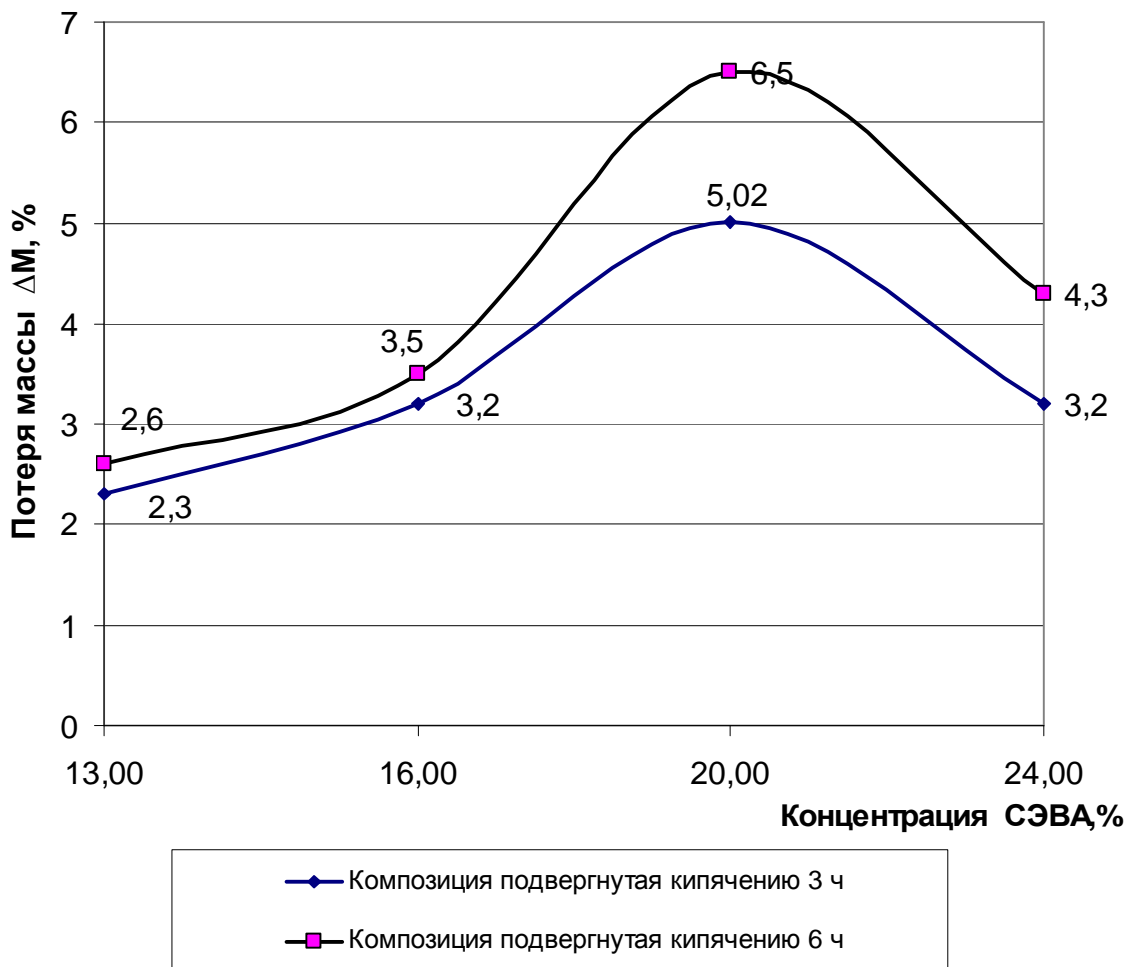


Рис.2 Влияние продолжительности испытаний на стойкость к биоразложению

Таким образом, полученные композиции могут быть рекомендованы для изготовления дешевых упаковочных материалов с регулируемым сроком службы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.А. Алешин, Ю.Т. Панов, З.А. Кудрявцева. Концентрат крахмала для получения биоразрушаемых полимеров, перерабатываемых экструзией и литьем под давлением. Тезисы докладов международной научной конференции “Химия, химическая технология и биотехнология на рубеже тысячелетий”. Томск, 2006, стр. 189.

2. Алешин А.А., Панов Ю.Т. Крахмалсодержащие полимерные композиции как материалы с регулируемым сроком службы. Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование. Т. 6: Сборник трудов Второй международной научно-практической конференции “Иссле-

дование, разработка и применение высоких технологий в промышленности“. 2006, Санкт-Петербург, стр. 139.

3. О.В. Сычугова, Н.Н. Колесникова, А.Н. Лихачев, А.А. Попов. // Пластические массы. 2004. № 9. С29-32.