

УДК 678.028

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПОЛИМЕРОМ

Чупрова Л.В., Мельниченко М.А., Ершова О.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А.
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: ovr_58@mail.ru

Увеличение доли использования полимеров актуализирует проблему утилизации отходов, появляющихся в результате их использования. Решением проблемы является их вторичная переработка – создание композиционных материалов. В работе представлены результаты исследования воздействия химической природы и концентрации дисперсных частиц минерального наполнителя на свойства получаемых композиций с полимером. Проведено экспериментальное определение степени воздействия неорганического наполнителя на относительное удлинение при разрыве композиционного полимерного материала. Для проведения эксперимента использовали тальконаполненные и мелонаполненные композиции на основе вторичного полиэтилена высокого давления были получены на одношнековом экструдере. Для облегчения переработки и предотвращения деструкции в композицию вводили 0,25% термостабилизатора и смазки. На основании полученных данных сделан вывод, что относительное удлинение при разрыве достигает минимума при максимальном наполнении минеральным порошком. Это свидетельствует о том, что у наполненного полиэтилена высокого давления повышается жесткость, улучшается формуемость, происходит снижение усадки и деформации при формовании, что улучшает эксплуатационные характеристики конечного продукта.

Ключевые слова: вторичный полиэтилен высокого давления, минеральный тонкодисперсный наполнитель, тальк, мел, полимерные композиционные материалы, тальконаполненные композиции, мелонаполненные композиции

STUDYING OF INFLUENCE OF THE CHEMICAL NATURE AND CONCENTRATION OF DISPERSE PARTICLES OF THE MINERAL FILLER ON PROPERTIES OF THE RECEIVED COMPOSITIONS WITH POLYMER

Chuprova L.V., Melnichenko M.A., Ershova O.V., Mullina E.R., Mishurina O.A.
Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, e-mail: ovr_58@mail.ru

The increase in a share of use of polymers staticizes a problem of recycling, appearing as a result of their use by the Solution their secondary processing – creation is. In work results of research of a vozkdeystviye of the chemical nature and concentration of disperse particles of a minekralny filler on properties of the received kompozitsionnyy with polymer are presented. Experimental definition of extent of impact of an inorganic filler on relative lengthening at a rupture of composite polymeric material is executed. For carrying out experiment used talkonapolnenny and melonapolnenny compositions on the basis of secondary polyethylene of a high pressure with various concentration of a filler. Compositions on the basis of secondary PEVD were received on an odnoшнеkovyy extruder. For simplification of processing and prevention of destruction entered 0,25% of a termostabilizator into composition and greasing. On the basis of the obtained data the conclusion is drawn that relative lengthening at a gap reaches a minimum at the maximum filling by mineral powder. It testifies that at nakpolnenny PEVD rigidity increases, the formuyekmost improves, there is a decrease in shrinkage and deformation at formation that improves operational characteristics of the final product.

Keywords: secondary high-pressure polyethylene, mineral fine filler, talc, chalk, polymer composite materials, talc-filled compositions, chalk-filled compositions

Широкое применение полимерных материалов объясняется их экономичностью и набором ценнейших физико-механических свойств. В связи с этим возникает проблема утилизации отходов, появляющихся в результате использования продукции полимерной промышленности [14, 15]. Упаковка из синтетических полимеров, составляющая 40% бытового мусора, практически «вечна» – она не подвергается разложению. Все виды пластмассовых отходов, теряя некоторые показатели по сравнению с товарными продуктами, сохраняют в достаточной степени комплекс

исходных физико-механических свойств, благодаря чему они могут найти применение в композициях с другими материалами, наполнителями (тальк, мел, волокна и другие), то есть возможна их вторичная переработка – рециклинг.

Достоинством рециклинга является получение дополнительного количества полезных продуктов для различных отраслей народного хозяйства. Рециклинг является не только экономически целесообразным, но и экологически предпочтительным решением проблемы использования полимерных отходов [14, 16].

Подсчитано, что ежегодно рециклингу подвергается только незначительная часть полимерных отходов (в том числе полиэтиленовых). Поэтому обоснованным будет использование этих отходов в качестве матрицы для создания композиционных наполненных материалов [7, 8]. Содержание добавок в полимерной композиции может изменяться в очень широких пределах. В зависимости от поставленной задачи, вида добавки и природы полимера оно может составлять от долей процента до 95% [12].

Композиционные материалы (композиты) (от лат. *compositio* – составление) – многокомпонентные материалы, состоящие из двух или более компонентов, количественное соотношение которых должно быть сопоставимым. Компоненты существенно отличаются по свойствам, а их сочетание должно давать некий синергический эффект, который трудно предусмотреть заранее [1, 10, 15].

Состояние и развитие промышленности пластмасс, в частности полиолефинов (полиэтилена, полипропилена и др.), в настоящее время во многом определяется уровнем развития технологии производства композиционных материалов, мировой выпуск которых составляет более 10% от общего выпуска полимеров, значительная часть – это наполненные полимеры, содержащие мелкодисперсные или коротковолокнистые наполнители.

Химическая природа наполнителей может быть разнообразна: мел, тальк, слюда, оксиды металлов, стеклосферы, углерод в виде сажи или фуллеренов, аэросил, чешуйки стекла или глины (монтмориллонит), каучукоподобные включения [2, 5, 13, 15].

Использование в одном материале нескольких матриц (полиматричные композиционные материалы) или наполнителей различной природы (гибридные композиционные материалы) значительно расширяет возможности регулирования свойств композитов [1].

Возможности создания композитов практически неисчерпаемы, поскольку велико число сочетаний, которое можно сделать из огромного количества компонентов, пригодных для их получения. Их разнообразие определяется химической природой, размерами, формой и количеством дисперсной фазы, а также характером взаимодействия фаз на границе раздела. Дисперсная фаза в полимерном композиционном материале может быть твердой (в

виде порошка или волокон), жидкой или газообразной. Существуют полимерные композиты, представляющие собой смеси термодинамически несовместимых полимеров [12].

Причем это количество сочетаний следует еще умножить на число различных структур компонентов, которые можно получить, управляя их формированием путем изменения технологии изготовления материалов.

Исследование проводилось с целью изучения воздействия химической природы и концентрации дисперсных частиц минерального наполнителя на свойства получаемых композиций с полимером.

Для достижения поставленной цели выполнено экспериментальное определение степени воздействия неорганического наполнителя на относительное удлинение при разрыве композиционного полимерного материала.

Для проведения эксперимента использовали тальконаполненные и мелонаполненные композиции на основе вторичного полиэтилена высокого давления с концентрацией наполнителя 25%, 50% и 75%.

Композиции на основе вторичного ПЭВД получали на одношнековом экструдере. Для облегчения переработки и предотвращения деструкции в композицию вводили 0,25% термостабилизатора и смазки.

Метод определения относительного удлинения при разрыве стандартизован ГОСТ 11262-80 «Пластмассы. Методы испытания на растяжение». Метод основан на растяжении испытуемого образца с установленной скоростью деформирования. Стандарт не распространяется на ячеистые пластмассы и пленки толщиной до 0,1 мм [3].

Испытание проводилось на машине (рис. 1), которая при растяжении образца обеспечивала измерение нагрузки с погрешностью не более 1% от измеряемой величины и постоянную скорость раздвижения зажимов в пределах, требуемых стандартом.

Перед испытанием на образцы наносили необходимые метки. Метки не должны ухудшать качество образцов или вызывать разрыв образцов в местах меток. Толщину и ширину образцов измеряли в трех местах, в середине и на расстоянии 5 мм от меток. Из полученных значений вычисляли среднее арифметическое значение.

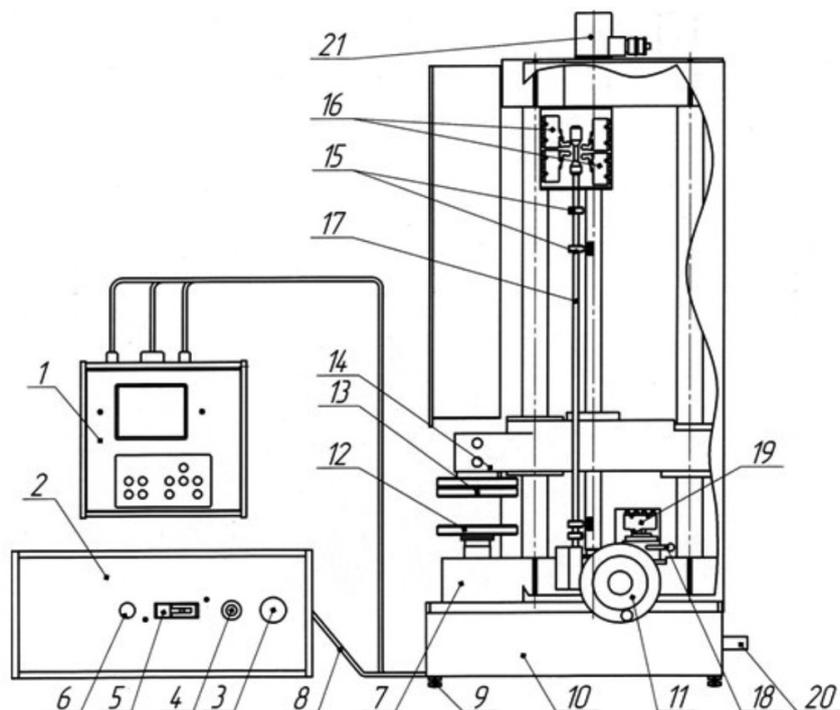


Рис. 1. Общий вид испытательной машины РМУ – 0,05 – 1. 1 – пульт оператора; 2 – блок силовой; 3 – кнопка «СТОП»; 4 – кнопка «ПУСК»; 5 – выключатель автоматический; 6 – лампочка «СЕТЬ»; 7 – установка испытательная; 8 – устройство соединительное; 9 – опора; 10 – основание; 11 – маховик; 12 – опора нижняя; 13 – опора верхняя; 14 – траверса подвижная; 15 – упоры; 16 – выключатели конечные; 17 – шток; 18 – рукоятка; 19 – выключатель конечный; 20 – болт заземления; 21 – датчик перемещения

Таблица 1

Относительное удлинение при разрыве мелонаполненного ПЭВД

Состав композиции	ПЭВД (втор)	ПЭВД (втор) + 25% мел	ПЭВД (втор) + 50% мел	ПЭВД (втор) + 75% мел
Относительное удлинение при разрыве, %	500	200	50	20

Таблица 2

Относительное удлинение при разрыве тальконаполненного ПЭВД

Состав композиции	ПЭВД (втор)	ПЭВД (втор) + 25% тальк	ПЭВД (втор) + 50% тальк	ПЭВД (втор) + 75% тальк
Относительное удлинение при разрыве, %	500	190	50	20

Образцы закреплялись в зажимы испытательной машины по меткам. Зажимы равномерно затягивались, чтобы исключить скольжение образца в процессе испытания, но при этом не происходило его разрушения в месте закрепления. Испытание проводили при комнатной температуре и при скорости раздвижения зажимов испытательной машины, предусмотренной в нормативно-технической документации на материал.

При испытании измеряли нагрузку и удлинение образца непрерывно или в момент его разрушения. Допускается определение удлинения образца по изменению расстояния между зажимами. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и 2.

Изменение относительного удлинения при разрыве от массового содержания талька и мела в композиционных материалах представлено на рис. 2.

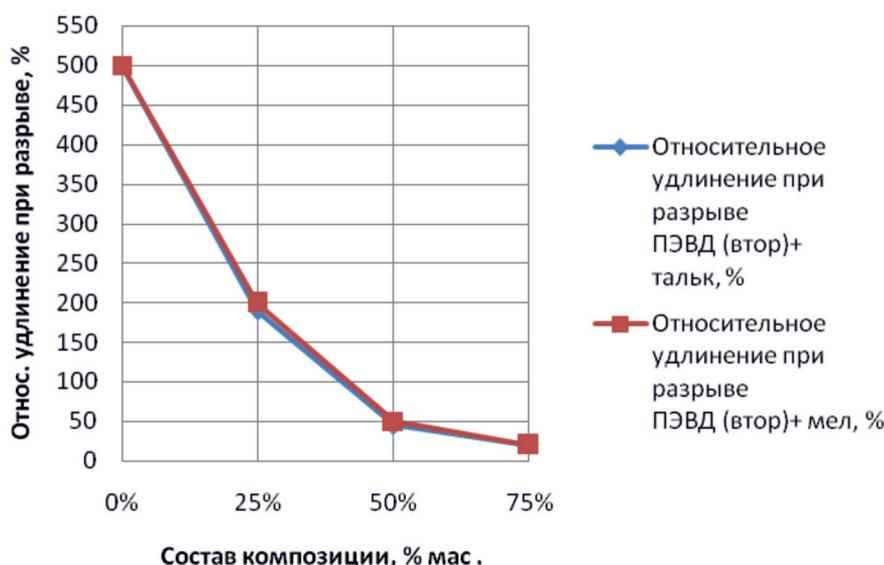


Рис. 2. Зависимость относительного удлинения при разрыве минералонаполненных композиций вторичного ПЭВД от содержания наполнителя

Относительное удлинение при разрыве достигает минимума при максимальном наполнении минеральным порошком. Это свидетельствует о том, что у наполненного ПЭВД повышается жесткость, улучшается формуемость, происходит снижение усадки и деформации при формовании.

Исследования физико-химических свойств минералонаполненных композитов (показатель текучести расплава, плотность и стойкость к действию химических сред) отражены в работе [4]. Все эксперименты проводились на кафедре химии Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова [11].

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что минералонаполненная композиция с лучшими механическими показателями – композиция с концентрацией наполнителя 75%, но переработка такой композиции требует особых режимов и дополнительного введения модификаторов, которые улучшают смачиваемость наполнителя расплавом полимера и способствуют меньшему износу оборудования при производстве изделий, поэтому считаем, что тальконаполненные и мелонаполненные композиции с количеством наполнителя 50% будут оптимальными, что показано в работах авторов [4, 6, 9, 17]. Таким образом, композиция с содержанием наполнителя 50% имеет более высокий экономический эффект по сравнению с ком-

позициями, в которых концентрация талька и мела 25% и 75%.

Список литературы

1. Барашков Н.Н. Полимерные композиты: получение, свойства, применение [Текст] – М.: Наука, 1984. – 128 с.
2. Волков А.М., Рыжикова И.Г., Агафонова А.И., Днепропровский С.Н. Минералонаполненные композиции полипропилена. Возможности совершенствования свойств малыми добавками полимерных компатибилизаторов [Текст] // Пластические массы. – 2004. – № 5. – С. 22–26.
3. ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Введ. 21.10.80. – Москва: Издательство стандартов, 1981. – 12 с.
4. Ершова О.В., Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Мишурина О.А., Бодьян Л.А. Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–3. – С. 487–491.
5. Ершова О.В., Коляда Л.Г., Чупрова Л.В. Исследование возможности совместной утилизации техногенных минеральных и полимерных отходов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 206; URL: www.science-education.ru/115-11886 (дата обращения: 05.11.2015).
6. Ершова О.В., Ивановский С.К., Чупрова Л.В., Бахаева А.Н. Минеральные техногенные отходы как наполнитель композиционных материалов на основе полимерной матрицы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–2. – С. 196–199.
7. Ершова О.В., Ивановский С.К., Чупрова Л.В., Бахаева А.Н. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4–1. – С. 14–18.
8. Ершова О.В., Чупрова Л.В. Получение композиционного материала на основе вторичного поливинилхлорида и техногенных минеральных отходов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5–1. – С. 9–12.
9. Ивановский С.К., Гукова В.А., Ершова О.В. Исследование свойств вспененных композитов на основе вторичных

полиолефинов и золы уноса // В сборнике: Тенденции формирования науки нового времени Сборник статей Международной научно-практической конференции: В 4 частях. отв. редактор А.А. Сукиасян. г. –Уфа, республика Башкортостан, 2014. – С. 18–24.

10. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология [Текст]: учеб. Пособие / Под ред. А.А. Берлина – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.

11. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1. – С. 5–6.

12. Макаров В.Г., Помещиков В.И., Синельникова Р.М. Свойства полипропилена, наполненного тальком [Текст] // Пластические массы. – 2000. – № 12. – С. 32–34.

13. Нестеренкова А.И., Осипчик В.С. Тальконаполненные композиции на основе полипропилена [Текст]// Пластические массы. – 2007. – № 6. – С. 44–46.

14. Осипов П.О. Проблемы утилизации и переработки полимеров [Электронный ресурс]: Pakkermash, 2008. – Режим доступа: <http://www.pakkermash.ru/>

15. Пахаренко В.А., Зверлин В.Г., Кириенко Е.М. Наполненные термопласты [Текст]: Справочник / под ред. Липатова Ю.С. – К.: Техника, 1986 – 182 с.

16. Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика./ Пер с англ. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 640 с.

17. Gukova V.A., Ershova O.V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties// В сборнике: European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna. – 2014. – P. 144–151.