

Механические испытания методом растяжения проводили на универсальной машине Instron 5567 при скорости нагружения 50 мм/мин. Образцы представляли собой лопатки типа 1ВА с размером шейки $45 \times 5 \times 2$ мм в соответствии с ГОСТ 11260-2017.

Для испытаний методом ударного разрушения по Шарпи (ГОСТ 4647-2015) использовали бруски размером $80 \times 10 \times 4$ мм с нанесенными на них острым и прямоугольным плоскими надрезами. Испытания проводили на маятниковом копре PIT550J (Shenzhen Wance Testing Machine Co. Ltd., КНР).

Методами растяжения и ударного разрушения изучено влияние добавок органоглины Cloisite 30B (Cl30B) в смесях ПА6 с ФПО на механические свойства конечных нанокompозитов.

В результате проведенных исследований было установлено, что введение органоглины Cl30B в смесь ПА6 с ФПО позволяет получать нанокompозиты с повышенными значениями ударной вязкости с острым надрезом (a_{KB}) ($\approx 3,0$ раза) и относительного удлинения (ϵ_p) (в 1,1–1,2 раза) по сравнению с исходным ПА6.

Следует также отметить, что нанокompозиты, полученные смешением ПА6 с ФПО и органоглиной Cl30B, обладают более высокими значениями модуля упругости при растяжении (E_p) (в 1,1–1,3 раза), чем исходный ПА6. Результаты исследований указывают на то, что уровень значений механических показателей свойств определяется составом, интенсивностью межфазных взаимодействий и степенью гетерогенности исследуемых нанокompозитов.

Литература

1. Utracki, L. A. History of Commercial Polymer Alloys and Blends (From Perspective of the Patent Literature) / L. A. Utracki // Polym. Eng. Sci. – 1995. – Vol. 35, N 2. – P. 352–417.
2. Chow, W. S. Polyamide blend-based nanocomposites: A review / W. S. Chow, Z. A. Mohd Ishak // eXPRESS Polymer Letters. – 2015. – Т. 9, № 3. – P. 211–232.
3. Песецкий, С. С. Смеси алифатических полиамидов с функционализированными полиолефинами: межфазные взаимодействия, особенности реологического поведения расплавов, структуры и механических свойств / С. С. Песецкий, Ю. М. Кривогуз // Доклады НАН Беларуси. – 2018. – Т. 62, № 4. – С. 480–487.

УДК 541.64:539:536.7:620.22:678.742.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА СТЕКЛОПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ НА БАЗЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Ф. А. Карчевский¹, Ю. М. Кривогуз¹, Г. К. Корнеевец²

¹Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь

²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого
НАН Беларуси», г. Гомель

Инновационное станкостроение невозможно без внедрения инновационных материалов. На сегодняшний день один из передовых классов инновационных материалов – композиты на основе полимеров. Полипропилен (ПП) является одним из важнейших представителей класса полиолефинов и в настоящее время занимает второе место в мире по объему потребления после полиэтилена [1–3]. Благодаря выгодному комплексу свойств, – высокой износостойкости, механической прочности, теплоустойчивости – ПП находит широкое применение в различных областях техники. Полипропилен находит не только самостоятельное применение, но и используется

как компонент для получения разнообразных композитов. Все более широкое применение находят композиты ПП, армированного короткими стекловолокнами (СВ) [1, 3]. Наполнение ПП стекловолокном позволяет создавать различные композиционные материалы на его основе, благодаря чему значительно расширяются области использования данного полимера. При введении СВ в ПП повышаются механическая прочность ПП, деформационная теплостойкость, снижается усадка, улучшается технологичность при переработке и т. д.

Одной из трудностей при реализации технологии ПП/СВ композитов является обеспечение смачивания расплавом ПП поверхности СВ и интенсификация межфазной адгезии [1–3]. Для решения этой задачи в состав ПП/СВ композитов вводят модифицирующие добавки. Как правило, в качестве подобных модифицирующих добавок применяется специально функционализированный полипропилен (ФПП), который в своей структуре содержит адгезионно-активные группы и обладает повышенной текучестью расплава. Однако в настоящее время вопросы влияния модифицирующих добавок на свойства, и, в частности, на механические параметры стеклонаполненных ПП композитов изучены достаточно слабо, что затрудняет целенаправленный подбор модификаторов данного типа и препятствует созданию армированных композитов с улучшенными характеристиками.

Цель работы – анализ свойств ПП/СВ композитов и исследование влияния на их показатели модифицирующих добавок.

В работе использовали ПП (марка Бален 01030, производство ОАО «Уфаоргсинтез», ТУ 2211-074-05766563-2005 с изм. 1–3). В качестве модифицирующей добавки использовали функционализированный полипропилен (ФПП), который соответствовал требованиям ТУ РБ 400084698.072-2003 и был получен по технологии реакционной экструзии, разработанной в ИММС НАН Беларуси.

В качестве СВ использовали аппретированный алюмоборосиликатный стекловолокно марки ЕС13-2400Т-54С с диаметром моноволокон 13 мкм («Полоцк-Стекловолокно», Беларусь). Композиты ПП с СВ и ФПП получали на экструдере «ТSSK-35/40» при температуре 240 °С.

Показатели механических свойств материалов определяли по ГОСТ 11262 на образцах, полученных литьем под давлением. Образцы для испытаний (тип 5) представляли собой лопатки с размером шейки 40 × 5 × 2 мм. Испытания методом растяжения проводили на Instron Universal Testing Machine-Series 5567 (Великобритания) при скорости нагружения 50 мм/мин.

Ударную вязкость по Шарпи определяли на образцах в виде брусков размером 80 × 10 × 4 мм с без надреза (ГОСТ 4647). Использовали маятниковый копер «PIT 550J» (фирма Shenzhen Wance Testing Machine Co. Ltd., КНР).

Вязкость расплавов исходных и стеклонаполненных ПП оценивали по значениям показателя текучести расплава, который определяли при температуре 230 °С и нагрузке 21,6 Н на приборе «5 МРСА» («RAY-RAN TEST EQUIPMENT Ltd.», Великобритания).

Проведен анализ свойств стеклонаполненных композитов на базе ПП различными методами.

В результате проведенного анализа было установлено, что введение добавки 10 мас. % ФПП в стеклонаполненный ПП способствует росту комплекса показателей его механических свойств. Достижимый эффект повышения прочности при растяжении (σ_p) до 1,74 раза по сравнению с исходным ПП зависит от типа добавки ФПП и более явно выражен для высокоиндексных модификаций ФПП.

При использовании высокоиндексных модификаций ФППП почти в 2,5 раза возрастают значения модуля упругости при растяжении (E_p) ПП/СВ композитов. Введение 10 мас. % ФППП в стеклонаполненный ПП позволяет увеличить ударную вязкость в 1,80–2,68 раза по сравнению с исходным ПП. В результате получены композиционные материалы со сбалансированным сочетанием эксплуатационных свойств: высокими прочностью, жесткостью и стойкостью к ударным воздействиям.

Следует отметить, что значения вязкости стеклоармированных ПП композитов отличаются незначительно и имеют относительно низкую величину. Вероятной причиной потери текучести стеклоармированными ПП композитами может быть адсорбционное взаимодействие макромолекул ПП с поверхностью СВ, что способствует росту вязкости расплава.

Литература

1. Karger-Kocsis J. Polypropylene. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1999. – 968 p.
2. Уайт Дж. Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины / Дж. Уайт, Д. Чой ; пер. с англ. под ред. Е. С. Цобкалло. – СПб. : Профессия, 2006. – 256 с.
3. Иванюков, Д. В. Полипропилен / Д. В. Иванюков, М. Л. Фридман. – М. ; Л. : Химия, 1974. – 272 с.
4. Песецкий, С. С. Функционализация полипропилена прививкой полярных мономеров (обзор) / С. С. Песецкий, О. А. Макаренко, Ю. М. Кривогуз // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2012. – Т.17, № 2. – С. 25–48.

УДК 641.16

ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ПОКРЫТИЙ

И. И. Злотников¹, В. М. Шаповалов²

*¹Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

*²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого
НАН Беларуси», г. Гомель*

Композиционные материалы на основе эпоксидных смол широко применяются в качестве конструкционных и износостойких материалов и покрытий в различных отраслях техники, в частности, для восстановления изношенных деталей узлов трения. В отвержденном состоянии они обладают комплексом очень ценных технических свойств: механической прочностью, химической стойкостью, высокой адгезией к материалам самой различной природы, в первую очередь к металлам, достаточно высокой термо- и теплостойкостью, небольшой усадкой в процессе отверждения. Высокие свойства эпоксидных смол обеспечиваются использованием различных, чаще всего минеральных наполнителей. При этом свойства эпоксидных композиционных материалов во многом определяются физико-химическими процессами на границе «связующее–наполнитель», которое, в свою очередь, зависит от строения, физической природы и химической активности поверхности армирующей фазы [1].

Цель исследований – разработка эффективного способа адсорбционного модифицирования поверхности диоксида кремния и исследование его влияния на свойства материалов на основе эпоксидной смолы.

Для изготовления образцов использовали эпоксидный диановый олигомер марки ЭД-20. Для отверждения применяли полиэтиленполиамин (ПЭПА), что позволяет проводить отверждение при комнатных температурах. Отвердители вводили при