

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-66-71>

УДК 541.64:539:536.7:620.22:678.742.3

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ МОДИФИКАЦИЙ ВЫСОКОИНДЕКСНОГО ПП И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, НАПОЛНЕННЫХ КОРОТКИМ СТЕКЛОВОЛОКНОМ

Ю. М. КРИВОГУЗ⁺, О. А. МАКАРЕНКО, С. С. ПЕСЕЦКИЙ

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, отдел технологии полимерных композитов,
ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

Исследованы особенности свободнорадикальной прививки мономера, транс-этилен-1,2-дикарбоновой кислоты (ТЭДК), к различным модификациям полипропилена (ПП), отличающимся по уровню значений показателя текучести расплава (ПТР) в 20–45 раз. Прививку ТЭДК, иницируемую пероксидом, 1,3-бис-(трет-бутил-пероксиизопропил)бензол, осуществляли в расплаве в экструзионном реакторе-смесителе на базе двухшнекового экструдера «TSSK 35/40» с односторонним вращением шнеков ($D = 35$ мм, $L/D = 40$). Анализировали эффективность прививки мономера, ПТР расплавов и механические характеристики функционализированных продуктов, а также морфологию и механические характеристики композитов ПП, наполненных 30 мас.% короткого стекловолокна (СВ).

Показано, что при прививке мономера независимо от используемого ПП наблюдается удовлетворительный выход привитого продукта (значения α составляют 48–57%). Данные о реологическом поведении расплавов функционализированного ПП свидетельствуют, что вследствие процессов, происходящих при функционализации, наблюдается сильный прирост (до 40 раз) значений ПТР, зависящий от типа применяемого исходного ПП. Это является следствием одновременного протекания двух основных побочных процессов: сшивания и деструкции макромолекул, зависящих от молекулярного строения ПП. Установлено, что при прививке мономера к высокоиндексному ПП возможно получение функционализированного ПП с высокой деформационной способностью и удовлетворительной механической прочностью.

Показано, что добавление 10 мас.% высокоиндексного функционализированного ПП в композит, содержащий 30 мас.% СВ, способствует повышению его механической прочности до 1,74 раза. По данным СЭМ причиной этого является улучшение смачивания поверхности СВ полимером и, как следствие, интенсификация межфазной адгезии.

Ключевые слова: высокоиндексный полипропилен, транс-этилен-1,2-дикарбоновая кислота, пероксидный инициатор, функционализация, реакционная экструзия, короткое стекловолокно.

REACTIVE EXTRUSION PRODUCTION OF FUNCTIONALIZED MODIFICATIONS OF HIGH-INDEX PP AND THEIR APPLICATION IN TECHNOLOGY OF MATERIALS FILLED WITH SHORT GLASS FIBER

YU. M. KRIVOGUZ⁺, O. A. MAKARENKO, S. S. PESETSKII

V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: ipoma@science.az

The features of free-radical grafting of the monomer — trans-ethylene-1,2-dicarboxylic acid (TEDA) — to various polypropylene (PP) modifications with differing (at ≈ 20 –45 times) in the level of melt flow indexes (MFI) were studied. TEDA grafting initiated by 1,3-bis- (tert-butyl-peroxyisopropyl) benzene peroxide was carried out in a melt in an extrusion reactor-mixer based on “TSSK 35–40” co-rotating twin-screw extruder ($D = 35$ mm, $L/D = 40$). The efficiency of grafting (α) of the monomer, MFI of melts and mechanical characteristics of functionalized products, as well as the morphology and mechanical characteristics of the PP composites filled with 30 wt.% short fiberglass (GF) were analyzed.

It was shown that, when grafting the monomer, regardless of the PP used, a satisfactory level (values $\alpha \approx 48$ –57%) of the grafted product is observed. Data on the rheological behavior of fPP melts indicate that, due to the processes occurring during functionalization, a strong increase (up to 40 times) in MFI values is observed, depending on the type of initial PP used. This is due to two main side processes occur - crosslinking and destruction of macromolecules, depending on the molecular structure of PP. It was established that when grafting a monomer to a high-index PP, it is possible to obtain a fPP with high deformation ability and satisfactory mechanical strength.

It was shown that addition of 10 wt.% of high-index fPP in PP/GF — 30 wt.% composite increased its mechanical strength up to 1.74 times. According to SEM, the reason for this is to improve the wetting of GF surface with polymer melt and, as a result, the intensification of interfacial adhesion.

Keywords: high index polypropylene, trans-ethylene-1,2-dicarboxylic acid, peroxide initiator, functionalization, reactive extrusion, short glass fiber.

Поступила в редакцию 20.02.2020

© Ю. М. Кривогуз, О. А. Макаренко, С. С. Песецкий, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Кривогуз Ю. М., Макаренко О. А., Песецкий С. С. Получение методом реакционной экструзии функционализированных модификаций высокоиндексного ПП и их применение в технологии материалов, наполненных коротким стекловолокном // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 1. С. 66–71. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-66-71>

Citation sample:

Krivoguz Yu. M., Makarenko O. A., Pesetskiy S. S. Poluchenie metodom reaktsionnoy ekstruzii funktsionalizirovannykh modifikatsiy vysokoindeksnogo PP i ikh primeneniye v tekhnologii materialov, napolnennykh korotkim steklovoloknom [Reactive extrusion production of functionalized modifications of high-index PP and their application in technology of materials filled with short glass fiber]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 1, pp. 66–71. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-66-71>

Литература

1. Karger-Kocsis J. Polypropylene. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1999. 968 p.
2. Уайт Дж., Чой Д. Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины / пер. с англ. под ред. Е.С. Цобкалло. СПб: Профессия, 2006. 256 с.

3. Песецкий С. С., Макаренко О. А., Кривогуз Ю. М. Функционализация полипропилена прививкой полярных мономеров (обзор) // *Материалы. Технологии. Инструменты*. 2012. Т. 17, № 2. С. 25–48.
4. Иванов Д. В., Фридман М. Л. Полипропилен. М.; Л.: Химия, 1974. 272 с.
5. Pracella M., Chionna D., Pawlak A., Galeski A. Reactive mixing of PET and PET/PP blends with glycidyl methacrylate–modified styrene-b-(ethylene-co-olefin) block copolymers // *Journal of Applied Polymer Science*, 2005, vol. 98, no. 5, pp. 2201–2211.
6. Hietaoja P. Compatibilization of PP/PBT and PP/PA6 blends with a new oxazoline-functionalized polypropylene // *Polymer Bulletin*, 1996, vol. 37, no. 3, pp. 353–359.
7. Utracki L. A., Sammut P. Flow of immiscible blends: Compatibilized polyamide/polypropylene // *33rd IUPAC Int. Symp. Macromol.*, Montreal, July 8–13, 1990. Montreal, 1990. 57 p.
8. Holsti-Miettinen R. M., Seppälä J., Ikkala O. T. Effects of Compatibilizers on the properties of polyamide/polypropylene blends // *Polymer Engineering and Science*, 1992, vol. 32, no. 13, pp. 868–877.
9. Макаренко О. А. Материалы на основе полипропилена, функционализированные в расплаве, и их применение для получения композитов машиностроительного назначения: дис. канд. техн. наук: 05.16.09. Гомель, 2012. 216 с.
10. Заикин А. И., Галиханов М. Ф. Основы создания полимерных композиционных материалов. Казань, 2001. 138 с.

References

1. Karger-Kocsis J. *Polypropylene*. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1999. 968 p.
2. Uayt Dzh., Choy D. *Polietilen, polipropilen i drugie poliolefiny* [Polyethylene, polypropylene and other polyolefins]. Saint-Petersburg: Professiya Publ., 2006. 256 p.
3. Pesetskii S. S., Makarenko O. A., Krivoguz Yu. M. Funktsionalizatsiya polipropilena privivkoy polyarnykh monomerov (obzor) [Functionalization of polypropylene by grafting of polar monomer (Review)]. *Materialy, tekhnologii, instrumenty* [Materials. Technologies. Tools], 2012. vol. 17, no. 2, pp. 25–48.
4. Ivanyukov D. V., Fridman M. L. *Polipropilen* [Polypropylene]. Moscow; Leningrad: Khimiya Publ., 1974. 272 p.
5. Pracella M., Chionna D., Pawlak A. and Galeski A. Reactive mixing of PET and PET/PP blends with glycidyl methacrylate–modified styrene-b-(ethylene-co-olefin) block copolymers. *Journal of Applied Polymer Science*, 2005, vol. 98, no. 5, pp. 2201–2211.
6. Hietaoja P. Compatibilization of PP/PBT and PP/PA6 blends with a new oxazoline-functionalized polypropylene. *Polymer Bulletin*, 1996, vol. 37, no. 3, pp. 353–359.
7. Utracki L. A., Sammut P. Flow of immiscible blends: Compatibilized polyamide/polypropylene. *33rd IUPAC Int. Symp. Macromol., Montreal, July 8–13, 1990*. Montreal, 1990. 57 p.
8. Holsti-Miettinen R. M., Seppälä J., Ikkala O. T. Effects of Compatibilizers on the properties of polyamide/polypropylene blends. *Polymer Engineering and Science*, 1992, vol. 32, no. 13, pp. 868–877.
9. Makarenko O. A. Materialy na osnove polipropilena, funktsionalizirovannye v rasplave, i ikh primenenie dlya polucheniya kompozitov mashinostroitel'nogo naznacheniya. Diss. kand. tekhn. nauk [Materials on the basis of polypropylene functionalized in melt and their application for preparation of composites of machine-building purpose. PhD tech. sci. diss.]. Gomel, 2012. 216 p.
10. Zaikin A. I., Galikhanov M. F. *Osnovy sozdaniya polimernykh kompozitsionnykh materialov* [Fundamentals of creating polymer composite materials]. Kazan', 2001. 138 p.