

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-44-52>

УДК 620.22:678.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ СМЕСИ ПОЛИПРОПИЛЕНА С ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВЫМ КАУЧУКОМ В УСЛОВИЯХ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ

Ю. М. КРИВОГУЗ⁺

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, Гомель, Беларусь

Исследовано влияние соотношения полипропилена (ПП) и этиленпропиленового каучука (ЭПК) в смесях ПП/ЭПК на свободнорадикальную прививку итаконовой кислоты (ИтК) и имеющие место побочные процессы (деструкцию и сшивание макромолекул). Прививку ИтК, инициируемую 2,5-диметил-2,5-ди(трет-бутил перокси)-гексаном (L-101), к смесям ПП/ЭПК осуществляли в экструзионном реакторе, смонтированном на базе пластографа Брабендера и оснащённом динамическим смесителем. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о сильном влиянии соотношения полимерных компонентов в смеси ПП/ЭПК на ход процесса прививки ИтК и сопутствующие макромолекулярные превращения. Концентрационная зависимость эффективности прививки (α) имеет неаддитивный характер. Во всем интервале соотношений ПП и ЭПК значения эффективности прививки ИтК превышают аддитивные. Обнаруженные эффекты обусловлены различием в реакционной способности третичных атомов углерода ПП и вторичных атомов углерода ЭПК в реакциях, протекающих по радикальному механизму. Показано, что [ПП/ЭПК]-н-ИтК смеси, содержащие ЭПК в количестве 1–25 мас.% характеризуются более высокими значениями ПТР по сравнению с исходным и функционализированным ПП, в то же время составы с 1 мас.% и 5 мас.% ПП имеют более низкий ПТР, чем ЭПК с привитой ИтК.

Установлено, что в интервале температур 170–220 °С наблюдается максимальный выход привитых продуктов, а наиболее оптимальные условия смешения достигаются на динамическом смесителе при скорости сдвига равном 100 с⁻¹.

Варьирование соотношения компонентов в смесях [ПП/ЭПК]-н-ИтК сопровождается сложным по своему характеру изменением прочности расплава и коэффициента разбухания экструдата функционализированных смесевых материалов.

Ключевые слова: полипропилен, этиленпропиленовый каучук, смесь полиолефинов, транс-этилен-1,2-дикарбоновая кислота, пероксидный инициатор, прививка, реакционная экструзия.

STUDY OF THE FUNCTIONALIZATION FEATURES OF A POLYPROPYLENE AND ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER BLENDS IN REACTIVE EXTRUSION CONDITIONS

YU. M. KRIVOGUZ⁺

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

The effect of the ratio of polypropylene (PP) and ethylene propylene rubber (EPR) in PP/EPR blends on free radical grafting of itaconic acid (ItA) and the side processes (destruction and crosslinking of macromol-

⁺ E-mail: yurikriv@tut.by

ecules) has been studied. ItA grafting, initiated by 2,5-dimethyl-2,5-di(tert-butyl peroxy)-hexane (L-101), to PP/EPR blends was carried out in an extrusion reactor mounted on the basis of a Brabender plastograph and equipped with a dynamic mixer. The experimental data obtained indicate a strong influence of the ratio of polymer components in the PP/EPR blends on the course of the ItA grafting and the accompanying macromolecular transformations. The concentration dependence of the grafting efficiency (α) has a non-additive character. In the entire range of PP and EPR ratios, the values of the grafting efficiency exceed the additive ones. The observed effects are due to the difference in the reactivity of the tertiary carbon atoms of PP and secondary carbon atoms of EPR in reactions proceeding by the radical mechanism. It was shown that [PP/EPR]-g-ItA blends containing EPR in an amount of 1–25 wt.% are characterized by higher MFI values compared to the initial and functionalized PP, at the same time, compositions with 1 wt.% and 5 wt.% PP have a lower MFI than EPR with ItA grafted.

It was found that in the temperature range 170–220 °C the maximum yield of grafted products is observed, and the most optimal mixing conditions are achieved on a dynamic mixer at a shear rate of 100 s⁻¹. Varying the ratio of components in [PP/EPR]-g-IA blends is accompanied by a non-additive and complex change in the melt strength (σ_m) and extrudate swelling coefficient (B_m) of functionalized mixed materials.

Keywords: polypropylene, ethylene-propylene rubber, polyolefin mixture, trans-ethylene-1,2-dicarboxylic acid, peroxide initiator, grafting, reactive extrusion.

Поступила в редакцию 28.07.2020

© Ю. М. Кривогуз, 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. Исследование особенностей функционализации смеси полипропилена с этиленпропиленовым каучуком в условиях реакционной экструзии // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 3. С. 44–52. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-44-52>

Citation sample:

Krivoгуz Yu. M. Issledovanie osobennostey funktsionalizatsii smesi polipropilena s etilenpropilenovym kauchukom v usloviyakh reaktsionnoy ekstruzii [Study of the functionalization features of a polypropylene and ethylene-propylene rubber blends in reactive extrusion conditions]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 3, pp. 44–52. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-44-52>

Литература

1. Utracki, L. A. History of Commercial Polymer Alloys and Blends (From Perspective of the Patent Literature) // Polym. Eng. Sci., 1995, vol. 35, is. 1, pp. 2–17.
2. Paul D. R. High Performance Engineering Thermoplastics via Reactive Compatibilization // Modification and Blending of Synthetic and Natural Macromolecules / eds. F. Ciardelli and S. Penczek. Dordrecht; Boston; London : Kluwer Academic Publishers, 2003, pp. 293–315.
3. Jurkowski B., Pesetskii S. S., Krivoгуz Yu. M. Functionalization of olefinic polymer and copolymer in the melt // Polyolefin Blends / eds: D. Nwabunma and T. Kyu. Hoboken, New Jersey: Wiley and Sons Inc., 2008, ch.10, pp. 269–303.
4. Mike Chung T. C. Functionalization of Polyolefins. San Diego : Academic press, 2002. 274 p.
5. Jois Y. H. R., Harrison J. B., Rev J. M. S. Modification of polyolefins: an overview // Journal of Macromolecular Science, Part C, 1996, vol. 36, is. 3, pp. 433–455.
6. Moad G. The synthesis of polyolefin graft copolymers by reactive extrusion // Progress in Polymer Science, 1999, vol. 24, pp. 81–142.

7. Hu G. H., Flat J. J., Lambla M. Free-Radical Grafting of Monomers onto Polymers by Reactive Extrusion: Principles And Applications // *Reactive Modifiers for Polymers* / ed. S. Al-Malaika. London : Thomson Science & Professional, 1997, pp. 1–83.
8. Pesetskii S. S., Jurkowski B., Krivoguz Y. M., Tomczyk T., Makarenko O. A. PP/LDPE Blends Produced by Reactive Processing. I. Grafting Efficiency and Rheological and High-Elastic Properties of [PP/LDPE]-g-IA Melts // *Journal of Applied Polymer Science*, 2006, vol. 102, pp. 5095–5104.
9. Калинин Э. Л., Сасковцева М. Б. Свойства и переработка термопластов. Ленинград : Химия; 1983. 288 с.
10. Иванюков Д. В., Фридман М. Л. Полипропилен. Москва : Химия, 1974. 272 с.

References

1. Utracki, L. A. History of Commercial Polymer Alloys and Blends (From Perspective of the Patent Literature). *Polym. Eng. Sci.*, 1995, vol. 35, is. 1, pp. 2–17.
 2. Paul D. R. High Performance Engineering Thermoplastics via Reactive Compatibilization. *Modification and Blending of Synthetic and Natural Macromolecules*. Eds. F. Ciardelli and S. Penczek. Dordrecht; Boston; London : Kluwer Academic Publishers, 2003, pp. 293–315.
 3. Jurkowski B., Pesetskii S. S., Krivoguz Yu. M. Functionalization of olefinic polymer and copolymer in the melt. *Polyolefin Blends*. Eds: D. Nwabunma and T. Kyu. Hoboken, New Jersey: Wiley and Sons Inc., 2008, ch.10, pp. 269–303.
 4. Mike Chung T. C. *Functionalization of Polyolefins*. San Diego : Academic press, 2002. 274 p.
 5. Jois Y. H. R., Harrison J. B., Rev J. M. S. Modification of polyolefins: an overview. *Journal of Macromolecular Science, Part C*, 1996, vol. 36, is. 3, pp. 433–455.
 6. Moad G. The synthesis of polyolefin graft copolymers by reactive extrusion. *Progress in Polymer Science*, 1999, vol. 24, pp. 81–142.
 7. Hu G. H., Flat J. J., Lambla M. Free-Radical Grafting of Monomers onto Polymers by Reactive Extrusion: Principles And Applications. *Reactive Modifiers for Polymers*. Ed. S. Al-Malaika. London : Thomson Science & Professional, 1997, pp. 1–83.
 8. Pesetskii S. S., Jurkowski B., Krivoguz Y. M., Tomczyk T., Makarenko O. A. PP/LDPE Blends Produced by Reactive Processing. I. Grafting Efficiency and Rheological and High-Elastic Properties of [PP/LDPE]-g-IA Melts. *Journal of Applied Polymer Science*, 2006, vol. 102, pp. 5095–5104.
 9. Kalinchev E. L., Sakovtseva M. B. *Svoistva i pererabotka termoplastov* [Properties and processing of thermoplastics]. Leningrad: Khimiya Publ., 1983. 288 p.
 10. Ivanyukov D. V., Fridman M. L. Полипропилен [Polypropylene]. Moscow : Khimiya Publ., 1974. 272 p.
-