

Б. Н. Юсупов, асп., С. Н. Русанова, д-р хим. наук, доц.,
 Ю. М. Казаков, д-р техн. наук, ректор,
 О. В. Стоянов, д-р техн. наук, зав. каф.
 (ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Российская Федерация);
 К. Б. Вернигоров, канд. хим. наук, ген. дир.
 (ООО «СИБУР ПолиЛаб» г. Москва, Российская Федерация);
 Н. Ю. Будылин, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,
 Р. Р. Хасбиуллин, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,
 У. В. Никулова, канд. хим. наук, вед. науч. сотр.,
 А. В. Шапагин, канд. хим. наук, зав. лаб.
 (ФГБУН ИФХЭ РАН, г. Москва, Российская Федерация)

СТРУКТУРА СМЕСЕЙ ПОЛИОЛЕФИНОВ С СОПОЛИМЕРАМИ ЭТИЛЕНА И ВИНИЛОВОГО СПИРТА

Большинство смесей полимеров применяемых во многих отраслях деятельности человека представляют собой несовместимые с точки зрения термодинамики системы. Свойства таких материалов во многом определяются характеристиками межфазного слоя, возникающего между компонентами полимерной смеси. Протяженность и свойства этого межфазного слоя определяется взаимной диффузией полимерных компонентов как на уровне отдельных сегментов, так и макромолекул в целом. Крайне незначительное число полимерных пар совместимо во всем температурно-концентрационном поле и способно к сокристаллизации (в случае аморфно-кристаллических полимеров) и образованию общей фазы в аморфном состоянии. Большинство полимерных систем является частично совместимыми, для которых существование в виде гомогенного раствора одного полимера в другом возможно только в ограниченном интервале температур и концентраций. В противном случае происходит фазовый распад с выделением каждого компонента в индивидуальную фазу. Термодинамически несовместимые полимеры практически не способны диффундировать друг в друга и существуют в виде индивидуальных фаз даже при температурах выше их температур плавления. Кроме того, для термодинамически несовместимых и частично совместимых полимерных систем, характерно наличие межфазовой границы, образованной благодаря сегментальной растворимости компонентов смеси.

Таковыми несовместимыми системами являются смеси полиолефинов с сополимером этилена и винилового спирта (СЭВС), являющегося продуктом омыления сополимера этилена с винилацетатом. Исследования смесей полипропилена и полиэтилена с СЭВС, к сожалению, пред-

ставлены небольшим количеством публикаций, в которых не уделяется внимания фазовой структуре смесей и ее влияния на свойства композиций. В этих работах преимущественно рассматриваются вопросы компатибилизации полимерных смесей за счет введения полиолефинов, модифицированных различными ангидридами и иономерами [1–7].

Взаимную растворимость компонентов бинарных систем исследовали методом лазерной микроинтерферометрии на оптическом диффузиометре ОДА-2 (ИФХЭ РАН) (рисунок). В основу метода заложено получение распределения оптической плотности в области совмещения компонентов в изобарно-изотермических условиях.

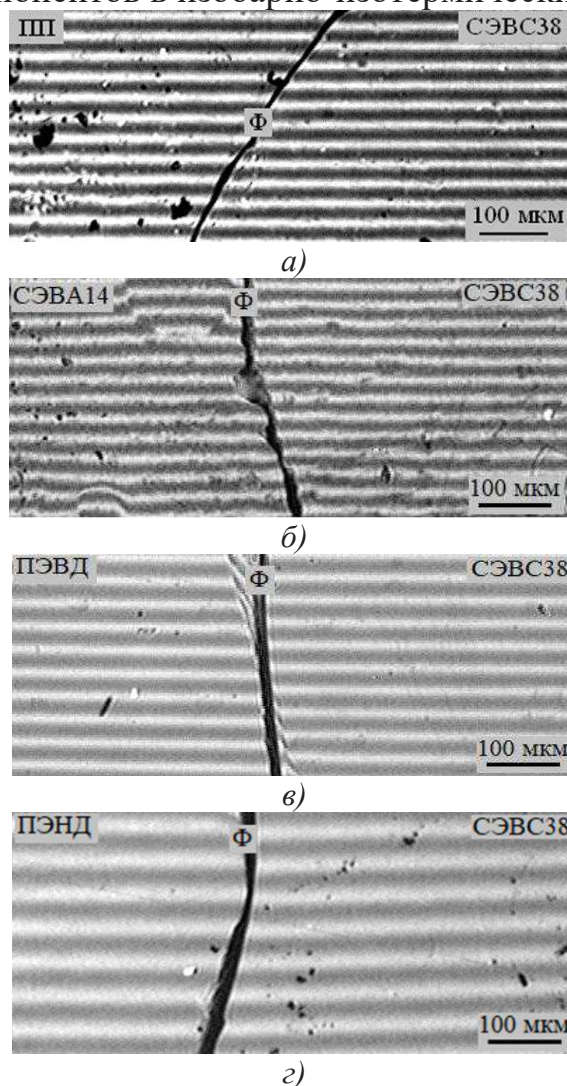


Рисунок 1 – Интерферограммы зон взаимодействия исследованных систем:
 а) ПП-СЭВС38, 195°C; б) СЭВА14 – СЭВС38, 190°C;
 в) ПЭВД-СЭВС38, 200°C; г) ПЭНД – СЭВС38, 200°C

Для возникновения интерференционных картин при прохождении лазерного луча через совмещенные пленки исследуемой полимерной пары в диффузионной ячейке обеспечивается оптический

клин с углом $\leq 2^\circ$. Для изучения фазовых равновесий интерферограммы систем получали с шагом 20°C в диапазоне $20\text{--}250^\circ\text{C}$ в режиме подъема и опускания температуры с выдержкой на каждой ступени в изотермическом режиме до состояния равновесия.

Было установлено, что для всех систем на интерферограммах в зоне контакта компонентов имеется четкая фазовая граница и отсутствует искривление интерференционных вне зависимости от продолжительности эксперимента и температуры наблюдения. Изменение температуры приводит лишь к изменению плотности интерференционных полос, что связано с температурным изменением показателя преломления компонентов. Снижение температуры эксперимента ниже температуры кристаллизации компонента приводит к появлению кристаллических структур в его объеме вплоть до фазовой границы, что также подтверждает отсутствие какой-либо взаимодиффузии в системе. Все это свидетельствует о полной несовместимости всех исследованных пар полимеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Various properties of PP/EVOH blends applying itaconic acid based compatibilizer according to ethylene content in the EVOH / J.S. Kim, D.H. Kim, Y.S. Lee // *Polymer-Plastics Technology and Materials*. – 2021. – Vol. 60. – I. 11 – P. 1176–1184.
2. Rheomechanical and morphological study of compatibilized PP/EVOH blends / A. Ares, J. Silva, J.M. Maia, L. Barral, M.J. Abad // *Rheologica Acta*. – 2009. – Vol. 48. – P. 993–1004.
3. Neat EVOH and EVOH/LDPE blend centered three-layer co-extruded blown film without tie layers / C. Ge, C. Fortuna, K. Lei, L.-X. Lu // *Food Packaging and Shelf Life*. – 2016. – Vol. 8. – P. 33–40.
4. Space charge distribution and crystalline structure in polyethylene blended with EVOH / W. Du, W. Zhong, Y. Lin, L. Shen, Q. Du // *European Polymer Journal*. – 2004. – Vol. 40. – P. 1987–1995.
5. Use of a Sodium Ionomer as a Compatibilizer in Polypropylene/High-Barrier Ethylene–Vinyl Alcohol Copolymer Blends: The Processability of the Blends and Their Physical Properties / M.J. Abad, A. Ares, L. Barral, J. Cano, F.J. Díez, S. García-Garabal, J. López, C. Ramírez // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2004. – Vol. 94. – P. 1763–1770.
6. Morphological, Thermal, Rheological, and Mechanical Properties of PP/EVOH Blends Compatibilized With PP-g-IA / Ju.S. Kim, J.H. Jang, J.H. Kim, D.Y. Lim, Y.S. Lee, Y.-W. Chang, D.H. Kim // *Polymer engineering and science*. – 2016. – Vol. 56. – I. 11 – P. 1240–1247.
7. Morphological, Thermal, Barrier and Mechanical Properties of LDPE/EVOH Blends in Extruded Blown Films / C.H. Huang, J.S. Wu, C.C. Huang, L.Sh. Lin // *Polymer Research*. – 2004. – Vol. 11 – P. 75–83.