

УДК 541.64:678.7

Теряева Т.Н.

доктор техн. наук, профессор кафедры технологии пластмасс,
органических веществ и нефтехимии
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачёва
(г. Кемерово, Россия)

Доценко И.Н.

Магистрант кафедры технологии пластмасс,
органических веществ и нефтехимии
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачёва
(г. Кемерово, Россия)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА

***Аннотация:** в работе представлены результаты исследования технологических свойств смесей полиэтилена и полипропилена: показателя текучести расплава, плотности, температур плавления и каплепадения.*

***Ключевые слова:** полиэтилен, полипропилен, смеси полимеров, показатель текучести расплава, плотность, температура плавления*

***Abstract:** the paper presents the results of a study of the technological properties of mixtures of polyethylene and polypropylene: melt fluidity, density, and melting temperatures and drops.*

Keywords: polyethylene, polypropylene, polymer mixtures, melt flow index, density, melting point

Смеси полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП) представляют собой комбинацию двух многотоннажных полимеров с различными свойствами, которые могут использоваться в различных отраслях, например, в строительной индустрии, водоснабжении и канализации [1]. Получение смесей ПП с ПП осложняется различиями в химическом составе и физических свойствах [2].

В данной работе представлены результаты исследования технологических характеристик смесей наиболее распространённых марок термопластов: полиэтилена марки ПЭ 15303-003, (ГОСТ 15303-003 «Полиэтилен высокого давления. Технические условия»), и полипропилена марки 21003 (ГОСТ 26996-86 «Полипропилен и сополимеры пропилена. Технические условия»).

Получение смеси ПЭ с ПП включало в себя следующие технологические операции:

- предварительное механическое перемешивание компонентов в лабораторном смесителе горизонтального типа объемом 3 л в течение 30 мин.;
- смешение компонентов в расплаве в лабораторном экструдере (отношение длины шнека к его диаметру 20, при скорости вращения шнека 20

об/мин, температура расплава 200°C) с последующим воздушным охлаждением и грануляцией экструдата

Результаты определения показателя текучести расплава, являющегося одним из основных технологических показателей термопластов, для исходных ПЭ и ПП, их смесей представлены в табл. 1:.

Параметры определения ПТР: для ПП – температура 230°C, нагрузка 2,16 кгс; для ПЭ, соответственно. 190 °C и 2,16 кгс. Определение ПТР смесей проводилось при температуре 230 °C и нагрузке 2,16 кгс.

Таблица 1. ПТР ПЭ и ПП и смесей

Показатель / № композиции	1	2	3	4	5
ПЭ, содержание, % масс.	100	80	70	60	0
ПП, содержание, % масс.	0	20	30	40	100
ПТР, г/10 мин	0,293	0,313	0,824	1,134	0,376

Графическая интерпретация зависимости ПТР от состава смеси ПЭ+ПП представлена на рис. 1.

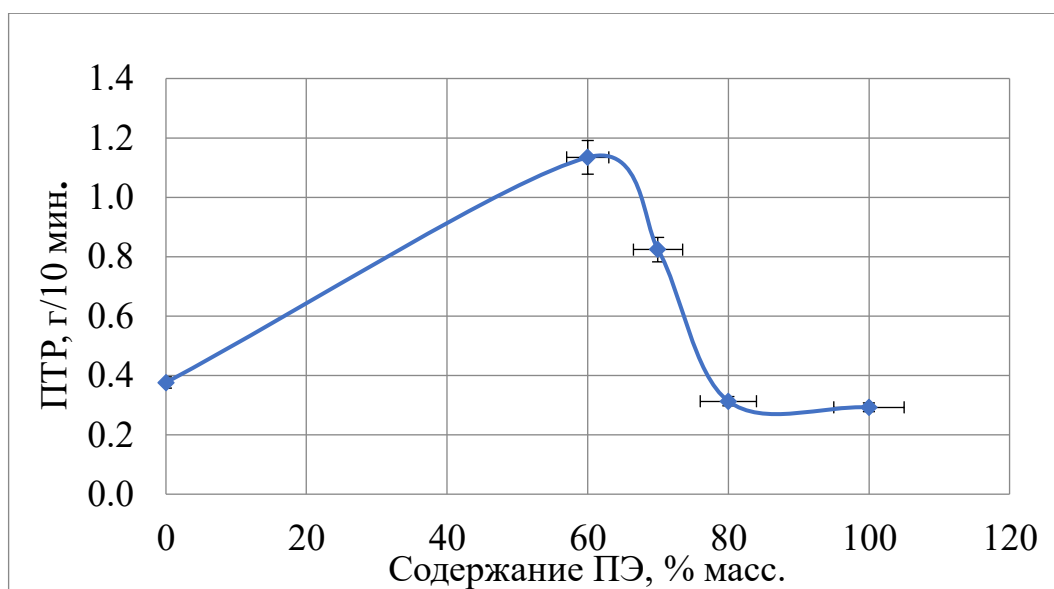


Рис. 1 – Влияние содержания ПЭ в смеси ПЭ+ПП на показатель текучести расплава (ПТР)

Анализ проведённых данных показывает, что зависимость не является линейной. При содержании ПЭ в смеси более 80% масс. ПТР практически остаётся постоянным (рис. 1). Смеси с содержанием ПЭ 80–60% характеризуются снижением ПТР в 2–2,5 раза с увеличением содержания ПЭ, зависимость между показателем и содержанием ПЭ линейная. Для этого интервала изменения состава смеси зависимость ПТР от содержания ПЭ ($C_{ПЭ}$) описывается нижеприведённым линейным уравнением:

$$\text{ПТР} = 3,601 - 0,0411C_{ПЭ}$$

Плотность композиций определяли методов гидростатического взвешивания образцов смесей с использованием аналитических весов с точностью взвешивания до 0,0001 г. Результаты представлены на рис. 2.

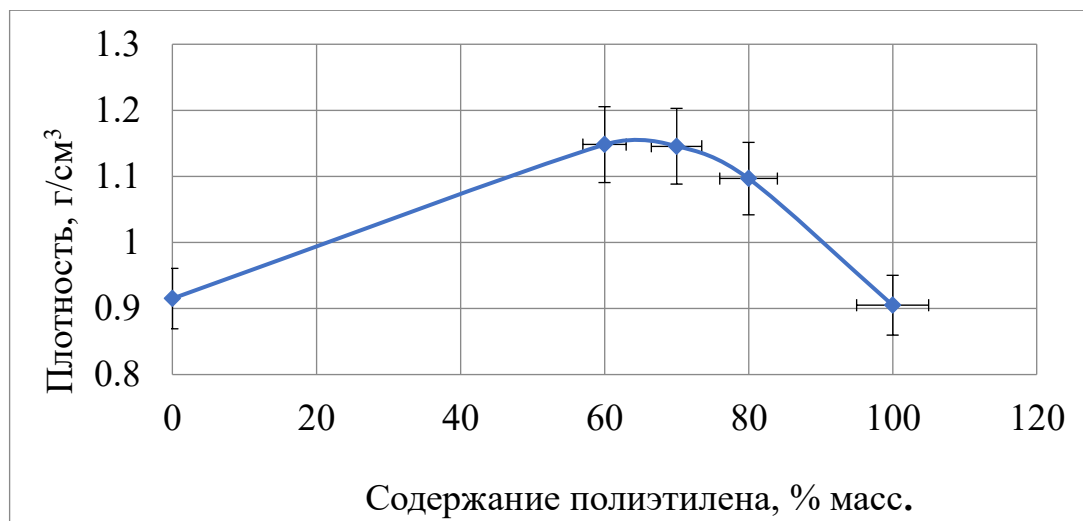


Рис. 2 – Зависимость плотности смеси ПЭ + ПП от состава

Отмечаемое увеличение плотности смеси по сравнению с плотностью исходных полимеров может вызываться влиянием компонентов на процесс кристаллизации, формированием на границе раздела областей ПЭ и ПП межфазного слоя и др. [3].

Наибольшую плотность имеют смеси с содержанием ПЭ 60–70% масс., которая больше плотности исходных компонентов на 25,5%.

Это позволят предположить, что прочностные характеристики смесей ПЭ+ПП с содержанием ПЭ 60–80% будут обладать более высокими прочностными характеристиками, чем исходные полимеры.

Определение температуры начала плавления и каплепадения проводилось по методикам [4, 5] результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Температуры начала плавления и каплепадения смесей ПЭ с ПП

Полимеры	Температура плавления, °С	Температура каплепадения, °С
ПЭ	115,7	184,3
ПП	125,3	191,7
80%ПЭ+20%ПП	119,3	187,3
70%ПЭ+30%ПП	120,7	186
60%ПЭ+40%ПП	122	191,3

Анализ табл. 2 показывает, что температуры плавления и каплепадения смесей ПЭ и ПП находятся внутри диапазона, образованного собственно этими характеристиками ПЭ и ПП, с увеличением содержания более термостойкого материала (ПП), показатели повышаются по сравнению с показателями ПЭ. Характер зависимости нелинейный.

Проведённые исследования свойств смесей ПЭПП и ПП показали, что технологические характеристики зависят от состава композиций, в частности от соотношения содержания компонентов. Так, при содержании в смеси ПЭ более 80 % ПТР композиции практически равен ПТР ПЭ. В смесях с содержанием от 60 до 80% ПЭ отмечено увеличение ПТР с уменьшением содержания ПЭ. Зависимость достаточно точно описывается линейным уравнением, связывающим ПТР с содержанием ПЭ в смеси.

Зависимость плотности от состава смеси ПЭ с ПП имеет нелинейный характер, увеличение плотности смесей указывает на протекание в процессе

получения смеси структурных изменений, связанных с кристаллизацией, образованием межфазных слоёв и т.д. Для исследованных составов композиций максимальная плотность соответствует составу, содержащему 65% ПЭ и составляет 1,15 г/см³.

Определение температуры плавления также указывает на протекание структурных преобразований в смеси полимеров. Оба полимера являются кристаллизующимися, температура смеси находится внутри интервала плавления ПЭ и ПП, с увеличением содержания ПП отмечается увеличение её значением.

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о перспективности получения и переработки смесей ПЭ и ПП, которые сохраняют отличные технологические характеристики исходных полимеров и предположительно позволят получить новые материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Н.М. Ливанова, Е.С. Попова, О.А. Леднева и др. Свойства смесей полипропилен-полиэтилен низкой плотности и фазовая структура компонентов Высокомолекулярные соединения (серия А), 2021, Т. 40, № 1, стр. 51-57.

2. В.Н. Кулезнёв В.Н. Смеси и сплавы полимеров (конспект лекций) – М.: Научные основы и технологии, 2013. – 216 с.

3. Б. Ф. Шклярук, В. А. Герасин, М. А. Гусева, В. В. Малетина. - Влияние кристаллической структуры компонентов и граничного слоя между ними на механические свойства композиций полипропилен-полиэтилен высокой плотности: Высокомолекулярные соединения (серия А), 2021, Т. 63, № 5, стр. 334-343.

4. Н.А. Ерина, С.Г. Карпова, О.А. Леднева и др. Влияние условий смешения на структуру и свойства смеси полипропилен-полиэтилен высокой плотности: Высокомолекулярные соединения, Серия Б, 1995, № 8, с 1398-1402.

REFERENCES:

1. N.M. Livanova, E.S. Popova, O.A. Ledneva, et al. Properties of Polypropylene-Low-Density Polyethylene Mixtures and the Phase Structure of the Components. High-Molecular-Weight Compounds (Series A), 2021, Vol. 40, No. 1, pp. 51-57.

2. V.N. Kuleznev, V.N. Mixtures and Alloys of Polymers (Lecture Notes), Moscow: Scientific Foundations and Technologies, 2013, 216 p.

3. B. F. Shklyaruk, V. A. Gerasin, M. A. Guseva, and V. V. Maletina. - Influence of the crystalline structure of the components and the boundary layer between them on the mechanical properties of polypropylene-high-density polyethylene compositions: High-Molecular-Weight Compounds (Series A), 2021, Vol. 63, No. 5, pp. 334-343.

4. N.A. Erina, S.G. Karpova, O.A. Ledneva, et al. The effect of mixing conditions on the structure and properties of a polypropylene-high-density

polyethylene blend: High-Molecular-Weight Compounds, Series B, 1995, No. 8, pp. 1398-1402.