

К ОЦЕНКЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ НИЗКОПЛАВКИХ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

Е. В. Иноземцева

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

Научный руководитель О. Р. Юркевич

В настоящее время накоплен опыт производства полиэфирных смол (ПЭФ) на ОАО «Могилевхимволокно». Являясь аналогами полиэтилентерефталата (ПЭТФ), ПЭФ обладают рядом преимуществ и, прежде всего, низкой температурой плавления (размягчения), характеризуются широким диапазоном температур переработки. В связи с этим ПЭФ представляют интерес для использования в качестве основы композиционных материалов для получения различного назначения покрытий, облицовок, защитных оболочек кабелей и тросов элементов гибкого провода, клеев-расплавов и т. д.

Предприятие-изготовитель характеризует свойства ПЭФ двумя параметрами: температурой плавления (размягчения) и характеристической вязкостью, что недостаточно для оценки технологических свойств материалов.

Одной из наиболее часто используемых характеристик технологических свойств термопластичных полимеров является показатель текучести расплава (ПТР) [1]. По величине ПТР могут быть установлены границы рекомендуемых методов переработки материалов, а также технологические режимы ведения процессов. Поэтому представляет интерес установить возможность использования ПТР для оценки технологических свойств ПЭФ.

Оценка пленкообразующей способности полимеров путем изучения растекания капель расплава по поверхности твердых тел позволяет получать комплексную информацию о процессах, происходящих на границах взаимодействия расплава полимеров и окружающей среды, судить об их свойствах [2].

Целью настоящей работы явилось исследование влияния температурно-временных параметров на ПТР ПЭФ и характер растекания их расплавов по субстратам различной природы.

Объектом исследования являлись ПЭФ, имеющие характеристики: температура плавления 110, 116,5, 147, 165 °С и температура размягчения 90–167 °С, характеристическая вязкость соответственно – 0,585, 0,689, 0,59, 0,617 и 0,698 дл/г.

ПТР определяли на приборе типа ИИРТ-2 (измеритель индекса расплава термопластов) при использовании нагрузок от 1,2 до 3,8 кгс в интервале температур 160–210 °С по стандартной методике [1], [3]. Предварительные исследования показали, что наиболее оптимальными параметрами для измерения ПТР исследуемых партий ПЭФ является: нагрузка 2,16 кгс и время термостатирования расплава полимеров в плавильном цилиндре прибора – 15 минут.

Контактный угол смачивания Θ_x и фактор растекания α расплавов исследуемых материалов по субстратам различной природы оценивали методом лежащей капли на приборе и по методике, описанной в работе [4]. В качестве субстратов использовали алюминиевую фольгу марки А-99, стальную фольгу марки 08кп, фторопластовую пленку (Ф-4) и стекло (покрывное для микроскопов).

Для определения параметров смачивания и растекания расплава по субстратам использовали модельные частицы, которые изготавливали следующим образом: на приборе ИИРТ-2 с внутренним диаметром капилляра 2,095 мм при температуре 170 °С и нагрузке 2,16 кгс получали экструдат, который разрезали на цилиндры высотой 2 мм. Частицы устанавливали на предварительно обезжиренные спиртом поверхности субстратов и помещали в термостат на время от 5 до 30 мин в интервале температур 170–220 °С.

Зависимости ПТР исследуемых ПЭФ от температуры приведены на рис. 1.

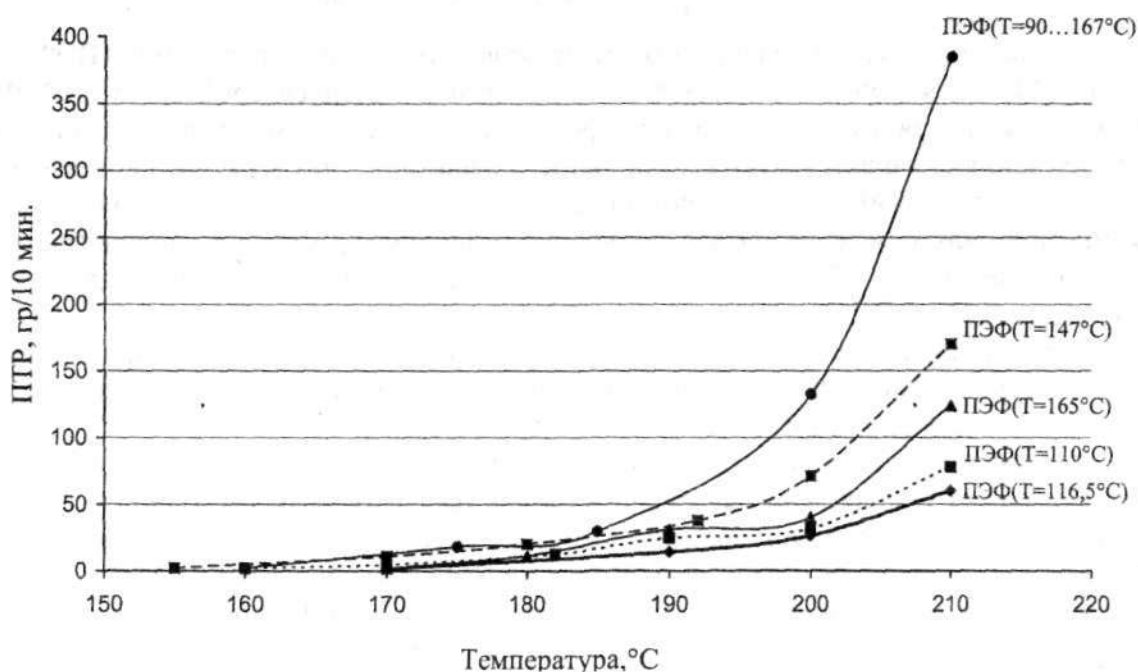


Рис. 1. Показатель текучести расплава ПЭФ при разных температурах

Анализ полученных данных показал, что с увеличением температуры испытания ПТР ПЭФ с различной температурой плавления (размягчения) монотонно растет и его величина примерно одинакова вплоть до температуры 180 °С. В интервале температур 180–210 °С для всех исследованных ПЭФ наблюдается рост ПТР, т. е.

резкое снижение вязкости расплава. Характерно, что более быстрый рост ПТР наблюдается для ПЭФ, способных к кристаллизации, в то время как для аморфных ПЭФ с увеличением температуры происходит медленный подъем кривых. Наименьшей вязкостью расплава в исследованном интервале температур обладают ПЭФ с высокими температурами плавления 165, 147 °С и температурой размягчения 90–167 °С. Наибольшая вязкость расплава характерна для ПЭФ с температурами плавления 116,5 и 110 °С. Таким образом, приводимые для ПЭФ характеристики не позволяют судить о вязкости их расплавов.

Из-за большой вязкости расплавов процесс смачивания субстратов длится продолжительное время. В качестве примера на рис. 2 представлена кинетика растекания расплава ПЭФ с температурой размягчения 90–167 °С по различным субстратам. Видно, что термостатирование образцов вплоть до 60 мин не приводит к установлению равновесия в системе, т. е. угол смачивания остается неравновесным.

Для всех исследуемых полимеров получены зависимости динамического угла смачивания и фактора растекания (при времени термостатирования 30 мин) от температуры. Общей закономерностью является улучшение смачивания твердых поверхностей с уменьшением вязкости ПЭФ, причем по степени увеличения смачивания субстраты располагаются в следующем порядке: фторопласт, алюминий, сталь, стекло, что согласуется с общепринятыми представлениями [5]. Однако в ряде случаев наблюдаются аномалии смачивания. Например, из рис. 2 следует, что природа металлического субстрата практически не влияет на смачивание расплавом ПЭФ с температурой размягчения 90–167 °С. Для расплава ПЭФ с температурой плавления 116,5 °С характерно одинаковое смачивание металлических субстратов и стекла, заметное смачивание поверхности фторопласта. Выяснение причин наблюдаемых закономерностей позволит уточнить специфику молекулярного строения низкоплавких полиэфиров.

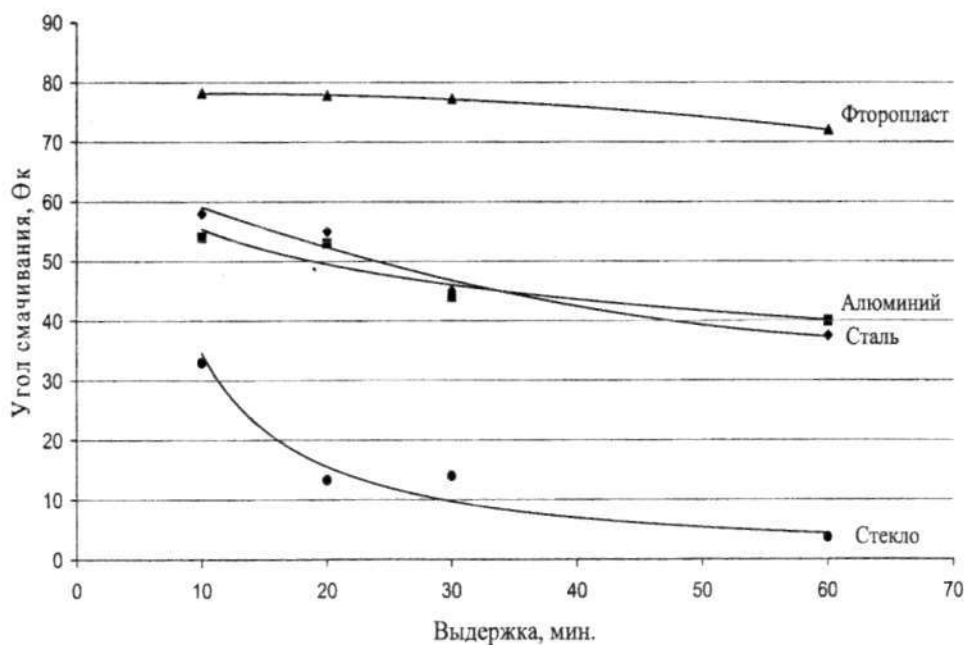


Рис. 2. Кинетика смачивания расплавом ПЭФ (температура размягчения 90–167 °С) субстратов при температуре $T = 200$ °С

Таким образом, по уровню реологических свойств наиболее приемлемыми базовыми полимерами для процессов переработки методом экструзии являются ПЭФ с низкими температурами плавления. ПЭФ с высокими температурами плавления и размягчения целесообразно использовать в качестве основы для композиционных материалов, предназначенных для получения покрытий и пленок. В процессе производства ПЭФ целесообразно дополнительно характеризовать их показателем текучести расплава, который может быть определен при температурах 190 или 200 °С по стандартной методике.

Литература

1. Энциклопедия полимеров / под ред. В.А. Каргина [и др.]. – Москва : Сов. Энцикл., 1972. – Т. 1. – С. 843.
2. Юркевич, О. Р. О характере растекания полимерной капли по поверхности твердого тела / О. Р. Юркевич // Новое в реологии полимеров. – Москва, 1981. – С. 126–128.
3. Калинин, Э. Л. Свойства и переработка термопластов : справ. пособие / Э. Л. Калинин, М. Б. Саковцева. – Ленинград : Химия, 1983. – 288 с.
4. Механика композитных материалов / Л. В. Заборская [и др.]. – 1990. – № 3. – С. 403–407.
5. Сумм, Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. – Москва : Химия, 1976. – 232 с.