

**ВЫБОР ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ЛЕНТ, ПОЛУЧЕННЫХ
ПО ТЕХНОЛОГИИ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКИ****А. С. Астапкин***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Н. С. Винидиктова, И. В. Царенко

Упрочнение полимерных образцов в процессе ориентационной вытяжки происходит вследствие преимущественного расположения макромолекул (а точнее – их участков) вдоль направления действия растягивающей силы. Перестройка структуры материала образцов при вытяжке совершается на масштабных уровнях как макромолекул, так и надмолекулярных образований. Под действием растягивающей силы ослабевают или частично разрушаются связи – межмолекулярные и между фрагментами макромолекул, вследствие чего макромолекулярные цепи ориентируются. Последнее возможно при условии достаточной гибкости макромолекул. Это достигается при высокоэластическом состоянии полимера, которое реализуется при высоких температурах. Чтобы снизить потери на внутреннее трение в полимере, при переводе его в высокоэластическое состояние применяют пластификаторы – термодинамически совместимые с ним вещества, ослабляющие связи между макромолекулами и надмолекулярными структурами [1].

Цель исследовательской работы – выбрать наиболее эффективный пластификатор для получения по технологии ориентационной вытяжки полипропиленовых лент. За основной критерий эффективности пластификатора принимали его способность понижать температуру плавления полимерного композита.

Материалы и методики изготовления образцов и испытаний. Объектом исследований служил полипропилен ПП марки 089901, фирма UNIKO (Ю. Корея) со следующими техническими характеристиками: порошок белого цвета, показатель текучести расплава ПТР 3,4 г/10 мин, прочность $\sigma = 280$ МПа, температура плавления $T = 167,5$ °С.

При выборе пластификатора использовали вещества из различных химических классов.

Парафин (ГОСТ 23683) – воскоподобная смесь предельных углеводородов C_{18} – C_{35} (рис. 1, а), твердое вещество, плотность 0,88–0,91 г/см³, температура плавления $T_{пл} = 45$ –65 °С [2].

Бензамид (ТУ 6-09-14-2096–82) – белое твердое вещество (рис. 1, б) с химической формулой $C_6H_5C(O)NH_2$, плотность 1,34 г/см³, температура плавления $T_{пл} = 125$ –130 °С, температура кипения $T_{кип} = 290$ °С [3].

Веретенное масло (марка И-20А ГОСТ 1642) – минеральное индустриальное масло общего назначения, маслянистая жидкость желтого цвета (рис. 1, в), смесь парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов, плотность 1,34 г/см³, температура плавления $T_{пл} = 125$ –130 °С, температура кипения $T_{кип} = 290$ °С [4].

Вазелиновое масло (ГОСТ 3164) – маслянистая прозрачная жидкость (рис. 1, г), очищенная от вредных органических веществ и их соединений смесь парафиновых и нафтеновых углеводородов, плотность 0,893–0,894 г/см³, температура застывания $T_3 = -45$ °С, температура кипения $T_{кип} = 300$ °С [5].

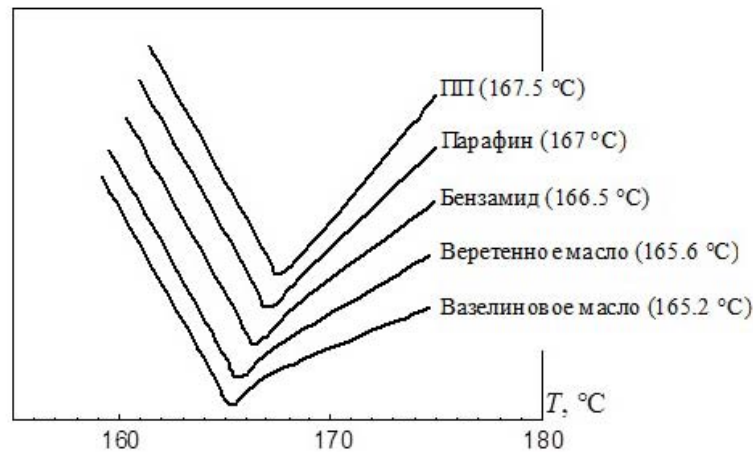


Рис. 1. ДТА-спектры образцов из исходного ПП и композиций ПП-пластификатор (5 %)

Образцы из ПП получали термическим прессованием. Предварительно смешивали механически полимерный порошок и пластификатор, до равномерного распределения пластификатора по всему объему полимерного порошка. Образцы в виде пластин изготавливали на гидравлическом прессе ПППР при температуре 180 ± 5 °С и давлении 10–15 МПа. Полученные пластины 50×100 мм и толщиной 0,5–0,7 мм разрезали на полоски шириной 10 мм. Полученные заготовки подвергали ориентационной вытяжке на оригинальном лабораторном устройстве. Ориентационная вытяжка проводилась при $T \approx 140$ °С. Деформационно-прочностные показатели определяли в соответствии с ГОСТ 14236. На машине Instron (США) проводили испытания по определению разрушающего напряжения при растяжении (прочность σ , МПа) и относительное удлинения (ε , %) лент из исходного ПП и ПП с пластификаторами в концентрации 1, 3, 5, 7 %. Скорость деформирования при растяжении составляла 50 мм/мин. Температуру плавления исходного ПП и пластифицированного (содержащего 5 % пластификатора) определяли с помощью дифференциально-термического анализа (ДТА). Испытания проводили на дериватографе Q–1500 (Венгрия) в среде воздуха при скорости нагрева 5 °С/мин.

Результаты испытаний. Результаты дифференциально-термического анализа (ДТА) образцов композиционного состава ПП-пластификатор, представлены на рис. 1.

Очевидно, что практически все добавки снижают температуру плавления исходного ПП. Таким образом, применение всех рассмотренных пластификаторов позволит снизить температуру переработки ПП. По эффективности пластификации ПП добавки можно расположить в следующий ряд: 1) вазелиновое масло; 2) веретенное масло; 3) бензамид; 4) парафин. Однако с введением наполнителя можно ожидать потерю механических свойств материала. Поэтому было важно оценить влияние пластифицирующих добавок на деформационно-прочностные свойства композита.

В таблице приведены результаты измерения прочности на разрыв лент их исходного ПП и с пластификаторами в концентрации 1, 3, 5, 7 %. Все образцы были подвергнуты ориентационной вытяжке кратности до $\varepsilon_s \approx 8$ –10.

Как и следовало ожидать, введение пластифицирующих веществ в состав ленты приводит к снижению ее прочности. Однако влияние исследуемых пластификаторов не одинаково. Наиболее негативное влияние на прочность оказывает веретенное

масло: при введении его в композит в концентрации 7 % прочность образца уменьшается практически вдвое. Введение парафина и вазелинового масла практически одинаково влияет на разрушающее напряжение. Наибольшей прочностью обладают образцы, пластифицированные бензамидом. Таким образом, по влиянию на прочностные свойства материала добавки можно расположить в следующий ряд: 1) бензамид; 2) вазелиновое масло; 3) парафин; 4) веретенное масло. Неодинаковое влияние оказывают пластификаторы на относительное удлинение материала: введение бензамида и парафина уменьшают значения относительного удлинения, что может ухудшить качество ориентационной вытяжки, тогда как вазелиновое и веретенное масла улучшают этот показатель материала. Так, введение всего 1 мас. % вазелинового масла поднимает значение относительного удлинения ϵ почти в 2 раза (с 25 до 46 %).

Прочность образцов из композиций ПП–пластификатор

Состав	Содержание добавки, мас. %	σ , МПа	ϵ , %
ПП	–	303	25
ПП–бензамид	1	289	23
	3	295	20
	5	290	20
	7	280	18
ПП–парафин	1	260	19
	3	221	13
	5	215	11
	7	210	8
ПП–вазелиновое масло	1	292	46
	3	230	35
	5	215	32
	7	210	28
ПП–веретенное масло	1	171	30
	3	198	38
	5	181	34
	7	160	20

Анализ данных, полученных в ходе исследований, позволяет сделать вывод, что наилучшими характеристиками обладают материалы, модифицированные вазелиновым маслом. Такие материалы обладают оптимальным сочетанием свойств: наилучшими теплофизическими характеристиками и приемлемыми механическими показателями.

Литература

1. Шишенок, М. В. Высокомолекулярные соединения / М. В. Шишенок. – Минск : Выш. шк., 2012. – 535 с.
2. Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Парафин>. – Дата доступа: 04.03.2022.

3. Переведенные турбонаддувы. – Режим доступа: [https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.57260965-62440138-0e762019-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Pyramide_\(benza-mide\)](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.57260965-62440138-0e762019-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Pyramide_(benza-mide)). – Дата доступа: 06.02.2022.
4. Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Индустриальные_масла. – Дата доступа: 04.03.2022.
5. Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вазелиновое_масло. – Дата доступа: 04.03.2022.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Е. С. Глинников

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Н. С. Винидиктова, Д. Л. Стасенко

Крекинг нефти – высокотемпературная переработка нефти и ее фракций с целью получения, как правило, продуктов меньшей молекулярной массы. В настоящей работе нами изучена возможность применения коронного разряда, с целью понижения энергоемкости процесса получения углеводородных продуктов. Воздействие на молекулы нефтепродуктов свободных электронов и ионов, возникающих в электрическом разряде, по физическому эффекту сравнимо с воздействием повышенных температур. Электрическая поляризация молекул жидкости может обуславливать снижение интенсивности физико-химического взаимодействия между ними и облегчать их переход в парогазовую фазу.

Целью данной работы было оптимизировать параметры электрического поля, применяемого для интенсификации процесса превращения нефтепродуктов, снижения температуры и, следовательно, энергоемкости процесса получения углеводородного продукта.

Материалы и методы исследования. В качестве модели рассматривали процесс конвертирования углеводородов под воздействие электрического разряда. На рис. 1 представлена экспериментальная установка.



а)

б)

Рис. 1. Установка для создания коронного разряда:
а – общий вид установки; б – источник коронного разряда