

УДК 541.64:539.2:536.67

Особенности теплофизического и вязкоупругого поведения сформированных *in situ* наполненных смесей линейных полиуретана и полистирола

Л.Ф. Косянчук, Н.В. Яровая, Н.В. Бабкина

Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины
48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина

*Методами дифференциальной сканирующей калориметрии и динамического механического анализа изучены сформированные *in situ* ненаполненные и наполненные аэросилом смеси линейных полиуретана и полистирола ПУ-ПС с соотношением компонентов 70:30, 60:40 и 50:50 % масс. Показано, что введение наполнителя в смесь ПУ-ПС состава 70:30 % масс. приводит к росту доли межфазной области и увеличению совместимости компонентов в смеси. При наполнении смесей ПУ-ПС с соотношением компонентов 60:40 и 50:50 % масс. доля межфазной области уменьшается и образуется более разделенная система.*

Ключевые слова: наполненные полимерные смеси, микрофазовое разделение, межфазная область, температура стеклования, скачок теплоемкости, степень сегрегации.

Введение наполнителя в формируемые *in situ* смеси как линейных, так и взаимопроникающих сеток – (ВПС) полимеров приводит к существенному изменению их свойств вследствие образования межфазных (граничных) слоев, возникающих на поверхности раздела наполнитель–полимер. Свойства таких многокомпонентных систем будут определяться структурой, составом, а также адсорбционным взаимодействием каждого из компонентов с поверхностью наполнителя [1, 2]. Влияние наполнителя на поведение таких систем может быть разным и определяться химической природой их составляющих.

В работе [3] показано дестабилизирующее действие наполнителя введенного в смеси полистирола (ПС) с полиизобутиленом [4] и полиметилметакрилата (ПММА) – сополимер стирола с ацетонитрилом (АН) [5]. Только химическая модификация аэросила (АЭ) приводила к стабилизации таких систем.

Дестабилизирующее влияние активного наполнителя наблюдали и при формировании полу-ВПС на основе линейного и сетчатого ПУ [6], линейного ПУ и сетчатого полиэпоксиданурата [7], что авторы связывали с преимущественной адсорбцией одного из компонентов на наполнителе.

Ранее нами было показано [8], что при введении АЭ в формирующиеся *in situ* смеси ПУ-ПММА с разными по своей природе ПУ растет величина межфазной области (МФО) и замедляется проходящее в них фазовое разделение. Это является свидетельством компатибилизирующего эффекта в таких наполненных смесях. При этом изменение

природы ПУ-компоненты не сказывается на общем характере теплофизического и вязкоупругого поведения смесей и в ходе формирования их фазового разделения. В этой связи представляло интерес изучить поведение наполненных систем при изменении природы компонента, получаемого радикальной полимеризацией.

Целью настоящей работы является установление влияния наполнителя на теплофизические и вязкоупругие свойства смесей линейных ПУ и ПС в зависимости от их состава при разном наполнении АЭ.

Экспериментальная часть.

Объектами исследования служили смеси линейных ПУ и ПС. ПУ синтезировали из макродиизоцианата на основе олигооксипропиленгликоля (ОПГ) с $M_n = 1000$, смеси 2,4- и 2,6- толуилендиизоцианата (65 : 35) (ГДИ) в соотношении 1 : 2 и бутандиола-1,4 (БД) как удлинителя цепи, взятого в эквимольном соотношении к макродиизоцианату. В готовую уретановую смесь вводили рассчитанное количество стирола с растворенным в нем инициатором (динитрилом азобисизомасляной кислоты), с концентрацией 0,02 моль/л.

Аэросил марки А-175 с удельной поверхностью 175 м²/г, предварительно прокаленный при температуре 1073 К в течение 6 ч, вводили в реакционную смесь и тщательно перемешивали на протяжении 20 мин при комнатной температуре. При таком способе введения наполнителя в реакционную смесь без инициатора и катализатора седиментация АЭ в течение длительного времени (более 8 ч.) не наблюдалась. Содержание

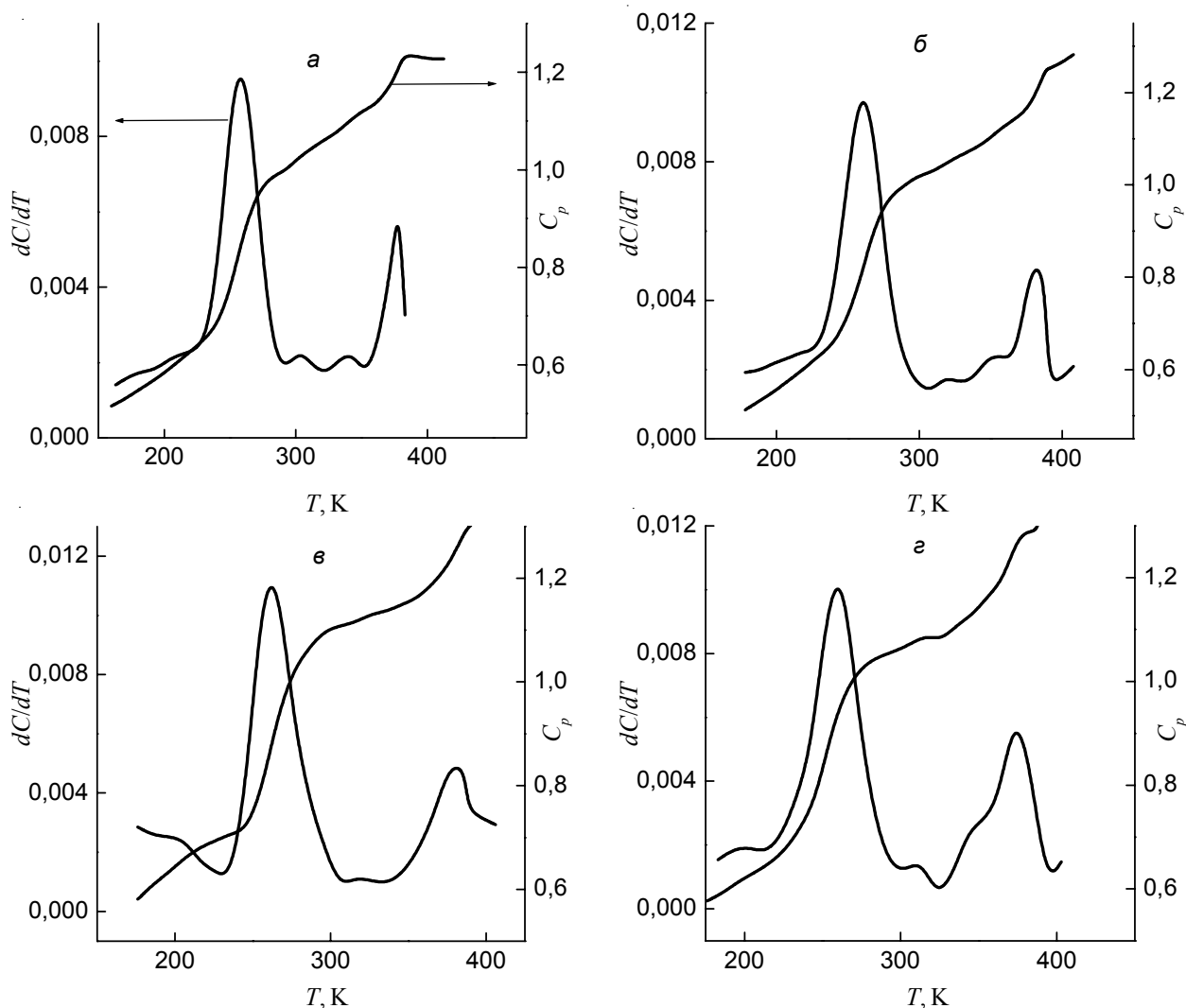


Рис. 1. Зависимость C_p и dC_p/dT от температуры для смеси ПУ–ПС состава 70:30 % мас. без (а) и с 1 (б), 2 (в) и 5 % мас. аэросила (г)

АЭ варьировали от 0 до 5 % мас.

Совместные реакции полиприсоединения (образование ПУ) и свободнорадикальной полимеризации (образование ПС) проводили при температуре 333 К.

Пленки для исследования получали между стеклами на лавсановой подложке с использованием герметических ограничителей, выдерживали при температуре 333 К до полного исчезновения реакционно-способных групп, которое контролировали методом ИК-спектроскопии.

Теплофизические свойства изучали методом ДСК. Калориметрические исследования проводили, используя дифференциальный сканирующий калориметр на диатермической оболочке в интервале температур 133–473 К, скорость нагрева составляла 2 К/мин. Точность определений составляла 2–3 %.

Вязкоупругие свойства линейных смесей ПУ и ПС без наполнителя и наполненных аэросилом исследовали методом динамического механического анализа (ДМА), используя релаксометр при частоте вынуж-

денных синусоидальных колебаний 100 Гц. Измерения проводили в температурном интервале от 170 до 450 К со скоростью нагрева 2 К/мин. Температуру релаксационных переходов (T_α) определяли из температурных зависимостей механических потерь ($\text{tg}\delta$) по положению максимума.

По параметрам релаксационных максимумов (температуре и интенсивности) согласно методу, предложенному в работе [9] рассчитывали степень сегрегации (степень разделения) компонентов для исследуемых смесей.

Результаты исследования и их обсуждение.

Теплофизические свойства смесей ПУ–ПС.

С целью установления особенностей теплофизического поведения наполненных смесей линейных ПУ и ПС были изучены методом ДСК смеси ПУ - ПС разного соотношения и при разной степени наполнения.

Так как температурные зависимости удельной теплоемкости и ее дифференциального значения от

Таблица 1. Теплофизические характеристики ненаполненных и наполненных аэросилом смесей ПУ–ПС при различном соотношении компонентов

ПУ–ПС	Сод. АЭ, %	T_c , К		ΔC_p , Дж/(г·град)		1 - F	Время начала фаз. разд., мин. [8]
		ПУ	ПС	ПУ	ПС		
100 : 0	-	262	-	0,68	-		-
0 : 100	-	-	363	-	0,21		-
70 : 30	-	258	380	0,55	0,18	0,19	22,5
70 : 30	1	255	378	0,50	0,15	0,26	27,5
70 : 30	2	261	380	0,45	0,14	0,33	30,0
70 : 30	5	260	375	0,43	0,11	0,38	32,0
60 : 40	-	255	378	0,54	0,16	0,21	22,0
60 : 40	1	255	379	0,56	0,15	0,20	17,5
60 : 40	2	258	380	0,58	0,15	0,17	13,0
60 : 40	5	258	377	0,6	0,15	0,15	11,0
50 : 50	-	250	375	0,54	0,14	0,23	15,0
50 : 50	1	253	382	0,54	0,15	0,22	15,0
50 : 50	2	255	380	0,55	0,15	0,22	13,0
50 : 50	5	255	378	0,56	0,17	0,19	10,0

количества введенного наполнителя являются типичными для смесей всех составов, мы ограничились иллюстрацией одного состава ПУ -ПС = 70 : 30. На рис. 1 приведены температурные зависимости теплоемкости $C_p=f(T)$ и $\frac{dC_p}{dT} = f'(T)$ для исходного состава и с различной степенью наполнения. Приведенные кривые являются типичными для бинарных несовместимых полимерных смесей, о чем свидетельствует наличие на них двух изломов на температурных зависимостях теплоемкости $C_p=f(T)$, соответствующих двухфазной системе: низкотемпературный скачок теплоемкости ΔC_p относится к ПУ-, а высокотемпературный – к ПС-обогащенным фазам.

Определенные из зависимостей $C_p=f(T)$ скачки теплоемкости (ΔC_p) и температуры стеклования (T_c) обеих фаз приведены в табл. 1. Анализ теплофизического поведения ненаполненных смесей различного состава показал, что T_c ПС-обогащенной фазы в смесях всех составов выше таковой чистого ПС, а T_c ПУ-обогащенной фазы ниже таковой чистого ПУ (табл. 1). При этом T_c высокотемпературной фазы растет с увеличением содержания ПУ в системе, а T_c низкотемпературной фазы падает с ростом количества ПС в смеси. Подобные результаты повышения T_c ПС-обогащенной фазы были получены при исследовании ВПС на основе ПС и ПУ разной природы [10–12], механической смеси линейных ПС и ПУ [13], ударпрочного ПС [14]. Детальный механизм такого повышения T_c приведен в работе [10] на основании анализа данных, приведенных в работах [12, 13]. Наблюдаемый эффект авторы [12–14] связали с образованием $n-\pi$ комплексов между уретановыми группами ПУ и бензойными кольцами

ПС. Кроме того, при исследовании методами трансмиссионной (ТЭМ) и электронной (СЭМ) микроскопией смесей ПУ-ПС показано [10], что с увеличением ПУ в системе наблюдается образование доменов ПС-фазы меньших размеров (увеличение поверхности и более широкой зоны контакта их с фазой ПУ), следствием чего является снижение подвижности ПС-цепей и повышение T_c ПС-обогащенной фазы.

Температура стеклования ПУ-обогащенной фазы снижается по сравнению с T_c чистого ПУ. При этом, чем больше содержание ПС в смеси тем ниже T_c фазы обогащенной ПУ (табл. 1). Это может быть связано с тем, что с ростом количества стирола в исходной системе концентрация уретановых компонентов падает, что приводит к замедлению скорости реакции образования ПУ, снижению молекулярных масс ПУ и падению T_c .

Остановимся на особенностях наполненных систем ПУ - ПС. Температура стеклования ПС-обогащенной фазы в смесях разных составов и при разной степени наполнения не претерпевает существенных изменений, а T_c ПУ-фазы имеет тенденцию к росту, что может быть связано с ограничением молекулярной подвижности цепей в поверхностном слое на границе раздела с наполнителем (табл. 1). Такое поведение, по-видимому, обусловлено тем, что в таких системах имеет место преимущественная адсорбция макромолекул ПУ на поверхности АЭ. Такое предположение может исходить из того, что взаимодействие уретановых и простых эфирных групп в ПУ с ОН-группами на поверхности АЭ будет превалировать над взаимодействием последних с бензольными кольцами ПС.

Анализ скачков теплоемкости для обеих фаз в смесях состава 70 : 30 падает при введении аэросила. В смесях состава 60 : 40 и 50 : 50 различной степени

наполнения величины ΔC_p практически не меняются.

Смеси полимеров и ВПС представляют собой иерархические структуры, образованные двумя компонентами и характеризующиеся различными уровнями структурной организации. Эти системы термодинамически неравновесны вследствие незавершенности в них процессов фазового разделения в силу кинетических причин и диффузионных ограничений. Образующиеся фазы разделены переходной или межфазной областью (МФО), свойства и содержание которой вносят существенный вклад в физико-механические свойства материалов. Механизмы ее формирования подробно рассмотрены в монографии [15]. Межфазную область можно представить как область, где „замораживается” степень совместимости, которой реакционная система характеризовалась до начала фазового разделения.

Представляло интерес оценить долю МФО и проследить, как она меняется при изменении соотношения компонентов смеси и степени наполнения. Для ее расчета МФО исследованных систем использовали приближение Фрида [16]:

$$1 - F = 1 - \frac{W_1 \Delta C_{p1} + W_2 \Delta C_{p2}}{W_1 \Delta C_{p1}^0 + W_2 \Delta C_{p2}^0},$$

где: $(1 - F)$ – доля межфазной области; W_1, W_2 – общие массовые доли компонентов; $\Delta C_{p1}, \Delta C_{p2}$ – скачки теплоемкости фаз 1 и 2; $\Delta C_{p1}^0, \Delta C_{p2}^0$ – скачки теплоемкости индивидуальных ПУ и ПС. Если величина $(1 - F) = 0$, МФО отсутствует, если $(1 - F) = 1$ – система полностью совместима. Все полученные результаты приведены в табл. 1. Из данных таблицы видна хорошая корреляция между величинами МФО и временем начала фазового разделения. При большем содержании стирола в смеси (составы ПУ – ПС = 60 : 40 = 50 : 50) с увеличением концентрации АЭ величина МФО и времени начала фазового разделения имеет тенденцию к снижению. Этим системы ПУ–ПС кардинально отличаются от смеси ПУ–ПММА, где с ростом содержания АЭ наблюдается рост МФО для всех составов смесей.

Такое отличие процессов фазового разделения в этих системах, по-видимому, можно связать с различным влиянием проходящих в них адсорбционных процессов на поверхности аэросила. Так, для смесей ПУ–ПММА из-за наличия уретановых и карбонильных групп ($>C=O$) в ПУ, и в ПММА, а также атомов кислорода простых эфирных групп ($\equiv C-O-C \equiv$) олигоэфирного блока ПУ возможно образование водородных связей между ними и силанольными группами ($\equiv Si-OH$) АЭ, т.е. в данном случае АЭ действует как компатибилизатор, что и приводит к замедлению процесса фазового разделения в рассматриваемой системе. Для смесей ПУ–ПС, как уже отмечалось выше, возможна преимущественная адсорбция макромолекул ПУ вследствие их большего взаимо-

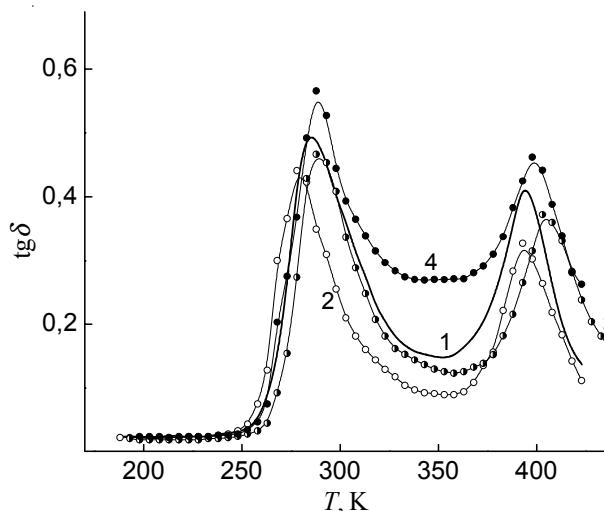


Рис. 2. Температурная зависимость механических потерь для смесей ПУ–ПС с соотношением компонентов 70:30 % мас. без наполнителя (1) и наполненных аэросилом в количестве 1 (2), 2 (3) и 5 % мас. (4)

действия с поверхностью АЭ по сравнению с более слабым взаимодействием бензольного кольца ПС. Это и может приводить к дестабилизации системы. При большом содержании ПУ в смеси ПУ/ПС состава 70 : 30 % мас. с увеличением концентрации вводимого аэросила даже при предполагаемой преимущественной адсорбции на нем ПУ большая исходная вязкость системы может быть причиной снижения скорости фазового разделения.

Вязкоупругие свойства.

Ранее было показано [17], что смеси линейных полимеров ПУ и ПС в диапазоне составов от 50 : 50 до 70 : 30 % мас. являются двухфазными полимерными системами, и степень фазового разделения практически не зависит от состава смеси. Введение наполнителя в процессе формирования двухфазных гетерогенных полимерных систем приводит к изменению фазовой структуры [3, 18–21]. Известно, что ДМА является одним из эффективных методов изучения вязкоупругих свойств полимерных систем, позволяющий оценить области температурных переходов, а также уровень микрофазового разделения, сопровождающего формирование смесей [9, 23].

На рис. 2 представлены температурные зависимости механических потерь ($tg \delta$) для смеси ПУ – ПС с соотношением компонентов 70:30 % мас. как без наполнителя (кривая 1), так и наполненной в 1 (кривая 2), 2 (кривая 3) и 5 % мас. аэросила (кривая 4). Наличие двух максимумов потерь свидетельствует о том, что ненаполненная и наполненные АЭ смеси ПУ – ПС состава 70:30 % мас. являются двухфазными системами. В табл. 2 приведены соответственно значения T_{α} и высоты релаксационных переходов

Таблица 2. Параметры релаксационных переходов и степень сегрегации для смесей линейных ПУ и ПС, наполненных аэросилом

ПУ : ПС, % мас.	Аэросил, % мас.	ПУ		ПС		α
		$T_{\alpha 1}, K$	$tg \delta_{max1}$	$T_{\alpha 2}, K$	$tg \delta_{max2}$	
70 : 30	0	285	0,49	395	0,41	0,23
70 : 30	1	278	0,44	395	0,32	0,21
70 : 30	2	288	0,46	403	0,37	0,20
70 : 30	5	288	0,55	398	0,46	0,17
50 : 50	0	283	0,43	388	0,76	0,24
50 : 50	1	293	0,40	398	0,85	0,26
50 : 50	2	293	0,34	398	0,83	0,26
50 : 50	5	293	0,30	398	0,79	0,27

($tg \delta_{max}$) каждой из фаз. Изменение вида зависимостей $tg \delta(T)$ для наполненных смесей (кривые 2–4) относительно ненаполненной (кривая 1) указывает на то, что введение даже небольшой доли АЭ влияет на протекание релаксационных процессов в каждой из фаз. Для смеси ПУ – ПС с 1 % мас. АЭ наблюдается небольшое снижение T_c для ПУ-фазы ($T_{\alpha 1}$), уменьшение высоты релаксационного перехода для каждой из фаз (табл. 2) и в межфазной области между максимумами $tg \delta$ (рис. 2, кривая 2), что указывает на формирование полимерной системы с более дефектной структурой.

Однако при более высоком содержании АЭ в смеси (2 и 5 % мас.) отмечается повышение как $T_{\alpha 1}$, так и T_c , соответствующее ПС-фазе ($T_{\alpha 2}$), что указывает на ограничение молекулярной подвижности в каждой из фаз. Повышение $T_{\alpha 1}$ и $T_{\alpha 2}$, увеличение значений $tg \delta_{max1}$ и $tg \delta_{max2}$ при повышении содержания наполнителя в смеси ПУ – ПС с соотношением компонентов 70:30 % мас. (табл. 2) свидетельствует об изменении фазовой структуры и, возможно, состава фаз в полимерной системе. Существенное изменение

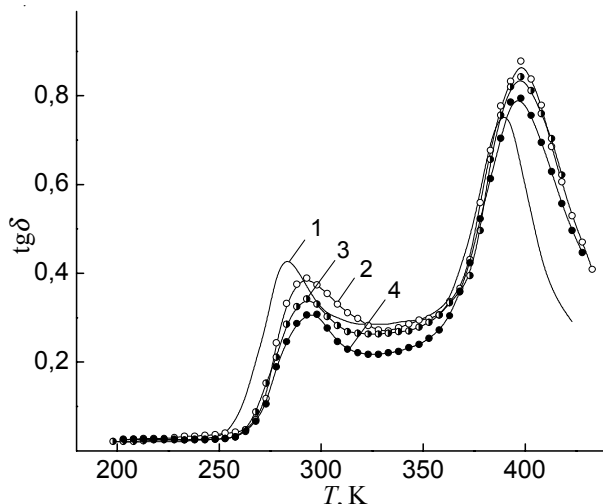


Рис. 3. Температурная зависимость механических потерь для смесей ПУ–ПС с соотношением компонентов 50:50 % мас. без наполнителя (1) и наполненных аэросилом в количестве 1 (2), 2 (3) и 5 % мас. (4)

релаксационного поведения наблюдается для смеси ПУ – ПС состава 70:30 % мас., содержащей 5 % мас. АЭ, а именно значительное повышение уровня механических потерь между релаксационными максимумами (рис. 2, кривая 4), что может быть связано с увеличением доли межфазной области в системе, и подтверждается также приведенными выше расчетами доли МФО по результатам теплофизических исследований.

Для смеси ПУ – ПС с меньшим содержанием ПУ наблюдается несколько иная тенденция изменения релаксационного поведения при введении наполнителя (рис. 3). Так, при введении 1 % мас. АЭ в процессе формирования смеси линейных ПУ и ПС состава 50:50 % мас. оба релаксационных максимума, соответствующие ПУ и ПС фазам, смещаются в сторону более высоких температур (кривая 2), что свидетельствует об ограничении молекулярной подвижности в каждой из фаз, в то время как для смеси ПУ – ПС с соотношением компонентов 70:30 % мас. такое же количество введенного наполнителя, как было показано выше, приводит к дефектности структуры смеси. Для смеси ПУ – ПС состава 50 : 50 % мас. с 1 % мас. АЭ в отличие от соответствующей смеси с соотношением компонентов 70:30 % мас. наблюдается увеличение высоты и расширение релаксационного перехода для ПС составляющей, что указывает на увеличение неоднородности ПС фазы. Повышение же содержания наполнителя в смеси ПУ – ПС состава 50 : 50 % мас. не приводит к изменению $T_{\alpha 1}$ и $T_{\alpha 2}$, отмечается лишь незначительное уменьшение значений $tg \delta_{max1}$ и $tg \delta_{max2}$ (табл. 2). Таким образом, исследование вязкоупругих свойств наполненных АЭ смесей линейных ПУ и ПС, показало, что изменение фазовой структуры при введении наполнителя и увеличении его содержания в значительной мере определяется составом смеси.

Использование аналитического выражения для расчета степени сегрегации (α) в двухфазных полимерных системах [9] позволило по параметрам релаксационных максимумов оценить уровень микрофазового разделения в наполненных смесях ПУ – ПС аналогичным образом, как это было сделано для

смесей без наполнителя [17]. Параметр α является относительной величиной, характеризующей уровень микрофазового разделения (или совместимости) компонентов в двухфазной полимерной системе. При полном фазовом разделении $\alpha=1$, а при полном смешении $\alpha=0$. Однако в большинстве случаев в процессе формирования двухфазной полимерной системы происходит неполное микрофазовое разделение и образуются системы с частичной совместимостью компонентов.

Расчет α показал, что увеличение концентрации аэросила в смеси ПУ – ПС с соотношением компонентов 70:30 % мас. приводит к уменьшению степени сегрегации (табл. 2), т.е. к уменьшению фазового разделения в системе. В то же время для смеси ПУ – ПС состава 50:50 % мас. при повышении содержания наполнителя значение параметра α увеличивается. Это означает, что введение АЭ и увеличение его концентрации способствует увеличению фазового разделения в смеси с

соотношением ПУ и ПС 50:50 % мас. Приведенные расчеты степени сегрегации согласуются с расчетами доли МФО (табл. 1) и подтверждают вывод о компатибилизирующем влиянии АЭ для линейной смеси ПУ – ПС, содержащей 70 % мас. ПУ, и формировании более фазоразделенных полимерных систем при наполнении смесей с меньшим содержанием ПУ.

Таким образом, проведенные исследования показали, что фазовая структура сформированных *in situ* смесей линейных полимеров в значительной мере зависит от соотношения компонентов и степени наполнения. В смесях с содержанием 70 % мас. ПУ рост концентрации наполнителя тормозит фазовое разделение смесей, проходящее в ходе их формирования, что проявляется расширением доли межфазной области. С уменьшением доли ПУ в смесях и увеличением степени наполнения аэросилом МФО уменьшается, что является свидетельством образования более фазоразделенных систем.

Литература

1. Lipatov Yu.S., Alekseeva T.T. // Adv. Polym. Sci. - 2007. - V. 208. - P. 1.
2. Lipatov Yu.S. // J. Macromol. Sci. Part Phys.- 2006.- 45, № 5.- P. 871.
3. Косянчук Л.Ф., Бабкина Н.В., Ярова Н.В., Антоненко О.И. // Вопр. химии и хим. технологии. - 2009. - № 2. - С. 53-60.
4. Karim A., Liu D.-W., Douglas J.F., Nakatani A.I., Amis E.J. // Polymer. - 2000. - 41, № 23. - P. 8455.
5. Chung H.-J., Ohno K., Fukuda T., Composto R.J. // Nano Lett. - 2005. - 5, № 10. - P. 1878.
6. Brovko O.O., Sergeeva L.M., Kuznetsova V.P., Lemeshko V.N. // Eur. Polym. J. - 1999. - 35, № 11. - P. 2045.
7. Сергеева Л.М., Слинченко Е.А., Бровко А.А., Файнлейб А.М., Недашковская Н.С. // Высокомолекуляр. соединения. Сер. Б. - 1996. - 38, № 5. - С. 913.
8. Косянчук Л.Ф., Игнатова Т.Д., Антоненко О.И., Маслак Ю.В. // Высокомолекуляр. соединения. Сер. Б. - 2010. - 52, № 5. - С. 868-879.
9. Липатов Ю.С., Росовицкий В.Ф. // Докл. АН СССР- 1985. - 283, № 4.- С. 910-913.
10. Hourston D.J., Schafer F.-U., Gradwel M.H.S., Song M. // Polymer. - 1998. - 39, N 23. - P. 5609-5617.
11. Бабкина Н.В., Грищук С.И., Алексеева Т.Т., Липатов Ю.С., Яровая Н.В. // Вопр. химии и хим. технологии. - 2002. - № 3. - С. 5-11.
12. Chughtai N.Ph.D. // Thesis, Lancaster University, Lancaster, UK, 1993.
13. Theocaris P.S., Kefalas V. // J. Appl. Polym. Sci.- 1991.- Vol. 42.- P. 3059-3065.
14. Kefalas V., Theocaris P.S., Konton E. // Polym. Composites. - 1988. - Vol. 9. - P. 229-237.
15. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991. - 260 с.
16. Fried J.R. Thesis. Univ. of Massachusetts, 1976.
17. Косянчук Л.Ф., Бабкина Н.В., Яровая Н.В., Тодосийчук Т.Т., Гетманчук И.П. // Полімер. журн. – 2011.- 33, № 1.- С. 24-31.
18. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991.- 260 с.
19. Липатов Ю.С., Сергеева Л.М., Карабанова Л.В., Росовицкий В.Ф., Скиба С.И., Бабкина Н.В. // Высокомолекуляр. соединения. Сер. А. - 1988. - 30, №3. - С. 640-655.
20. Lipatov Y.S., Alekseeva T.T., Rosovitsky V.F., Babkina N.V. // Polymer International. - 1995. - 37, № 2. - P. 97-104.
21. Бабкина Н.В., Алексеева Т.Т., Грищук С.И., Липатов Ю.С. // Укр. хим. журн. 2002. - 68, №8. - С. 107-110.
22. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. - М.: Химия, 1979. - 440 с.

Поступила в редакцию 21 января 2013 г.

Особливості теплофізичної і в'язкопружної поведінки сформованих *in situ* наповнених сумішей лінійних поліуретану та полістиролу

Л.Ф. Косянчук, Н.В. Ярова, Н.В. Бабкіна

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

*Методами диференціальної скануючої калориметрії і динамічного механічного аналізу вивчені сформовані *in situ* ненаповнені і наповнені аеросилом суміші лінійного поліуретану і полістиролу ПУ-ПС зі співвідношенням компонентів 70 : 30, 60: 40 і 50: 50 % мас. Показано, що введення наповнювача в суміш ПУ-ПС складу 70 : 30 % мас. призводить до зростання долі міжфазної області і збільшення сумісності компонентів у суміші. При наповненні сумішей ПУ-ПС із співвідношенням компонентів 60:40 і 50:50 % мас. доля міжфазної області зменшується і утворюється більше розділена система.*

Ключові слова: наповнені полімерні суміші, мікрофазове розділення, міжфазна область, температура склування, стрибок теплоємності, ступінь сегрегації.

Features of thermal and viscoelastic behavior formed *in situ* filled with mixtures of linear polyurethane and polystyrene

L.F. Kosyanchuk, N.V. Yarova, N.V. Babkina

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine
48, Kharkivske shause, Kyiv, 02160, Ukraine

*The unfilled and filled with aerosil blends of linear polyurethane (PU) and polystyrene (PS) with PU-PS ratio of 70:30, 60:40 and 50:50 wt.% formed *in situ* have been studied by methods of differential scanning calorimetry and dynamic mechanical analysis. It is shown that introduction the filler in a PU-PS blend of 70:30 wt.% leads to increase of the fraction of an interfacial region and increase of the compatibility of components in a blend. For the filled PU-PS blends of 60:40 and 50:50 wt.% the fraction of an interfacial region decreases and the more separated system is formed.*

Key words: interfacial region, phase separation, segregation degree, filled polymer blends, glass temperature, increment of heat capacity.