

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА
ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ И ТЕРМОЗОЛЫ БЫТОВЫХ
ОТХОДОВ**

По мере расширения областей применения промышленных полимерных материалов в различных областях машиностроения, судостроения, авиастроения, военной и космической техники и т.д. все острее возникала проблема улучшения их качества и эксплуатационных характеристик [1]. Предпринимались различные приемы модификации их структуры и свойств путем введения минеральных и полимерных наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов, агентов смазки, смешения полимера с полимером, химического сшивания и т.д. Совершенно очевидно, что для синтеза полимерных материалов с заданными свойствами для различных технических направлений не всегда представляется целесообразным и эффективным. Поэтому, целенаправленное изменение свойств полимерам придается крупнотоннажным полимерам уже непосредственно в процессе их переработки. Тут возникает не только проблема получения полимерного материала нужного качества, но и проблема снижения ее себестоимости. В этом отношении использование отходов производств в качестве модификатора промышленных полимеров всегда было в центре внимания специалистов в области переработки и применения композитных материалов [2]. Рассматриваемая проблема приобретает еще большую актуальность, если в качестве наполнителя используются наноразмерные частицы термозолы. Эта проблема относительно новая и малоизученная.

С этой целью в данной работе основное внимание уделяется изучению комплекса физико-механических и технологических характеристик нанокompозитных материалов на основе полиэтилена высокой плотности и термозолы бытовых отходов.

В качестве объекта исследований использовали промышленные образцы полиэтилена высокой плотности (ПЭВП), а также термозолу бытовых отходов. В качестве наполнителя использовали термозолу бытовых отходов, полученный при 1200°C в термopечи Балаханского мусороперерабатывающего завода г.Баку [3].

Наночастицы термозолы получали на аналитическом приборе А-11 при скорости вращения ротора 30000 об/мин.

Размер частиц термозолы определяли с помощью прибора STA RT1600 Linseiz (Германия), он составлял 75-110 нм, 300-500нм, 1200-2000нм. Из полученных 3-х помолов наночастицами являлись образцы термозолы, имеющие размеры - 75-110 нм.

Композиты на основе ПЭВП и термозолы получали путем смешения на вальцах при температуре 160-170°C. После расплавления ПЭВП на вальцах в течении 8 мин. термозолу вводили по частям. На основе полученного полимерного композита прессовали пластины толщиной 2мм при температуре 190°C, время выдержки под давлением 30 мин. Под давлением 90 МПа снижали температуру прессованной пластины до 90°C.

В таблице-1 приводятся результаты исследования влияния концентрации термозолы и размера их частиц на характер изменения свойств. Сопоставляя данные представленные в этой таблице можно установить, что размер частиц наполнителя оказывает существенное влияние на физико-механические свойства. Из сопоставительного анализа представленных данных можно заметить, что сравнительно высокими значениями прочности и теплостойкости характеризуются образцы, полученные на основе наночастиц термозолы с размером 75-110нм. Характерно, что с увеличением размера частиц наполнителя намечается общая тенденция к ухудшению свойств композитов. При этом, наиболее чувствительными к изменению концентрации и размера частиц термозолы являются такие показатели, как относительное удлинение, разрушающее напряжение и теплостойкость.

Известно, что введение частиц наполнителя в состав полимерной матрицы всегда сопровождается формированием гетерогенных центров зародышеобразования, которые, как правило, оказывают ощутимое влияние не только на механизм процесса кристаллизации, но и на размер сферолитных образований [4]. В расплаве полимерной матрицы в отсутствие наполнителя в основном образуются гомогенные центры зародышеобразования, представляющие собой скопление ориентированных друг к другу макроsegmentов. Прочность связей между ориентированными макроsegmentами ПЭВП в основном зависит от ван-дер-ваальсовского взаимодействия. Поэтому, эти структуры в расплаве менее устойчивы к термомеханическому воздействию, в связи с чем, процесс их распада и восстановления основана на установлении термодинамического равновесного состояния. Введение частиц

Таблица-1. Влияние концентрации и размера частиц термозолы на основные физико-механические свойства композитных материалов на основе ПЭВП.

№ №	Состав композитов на основе ПЭВП+термозола (тз)	Размер частиц термозолы нм	Разрушающее напряжение, МПа	Относительное удлинение, %	Показатель текучести расплава, г/10мин	Теплостойкость по Вика С°
1	ПЭВП	-	31.4	475	1.25	124
2	95ПЭВП+5тз	75-110	36.7	125	1.54	125
3	90ПЭВП+10тз		33.2	85	1.46	128
4	80ПЭВП+20тз		26.3	45	1.33	130
5	70ПЭВП+30тз		23.5	35	1.01	130
6	60ПЭВП+40тз		21.7	30	0.82	135
7	95ПЭВП+5тз		300-500	31.3	95	1.42
8	90ПЭВП+10тз	32.7		65	1.05	126
9	80ПЭВП+20тз	25.1		30	0.93	128
10	70ПЭВП+30тз	22.0		25	0.97	129
11	60ПЭВП+40тз	19.1		20	0.68	131
12	95ПЭВП+5тз	1200-2000	28.8	55	1.45	125
13	90ПЭВП+10тз		28.4	35	0.94	126
14	80ПЭВП+20тз		23.3	20	0.88	126
15	70ПЭВП+30тз		19.6	20	0.87	127
16	60ПЭВП+40тз		17.2	15	0.55	128

наполнителя способствует адсорбции макроцепей на их поверхности с дополнительным образованием гетерогенных структурных единиц-зародышей кристаллизации. Таким образом, в наполненных системах одновременно формируются гомогенные и гетерогенные центры зародышеобразования. И, чем больше развита поверхность частиц и больше их концентрация, тем выше вероятность ориентации на них макросегментов. В данном случае прочность физической связи макросегментов с частицами основана не только на ван-дер-ваальсовской, но и адгезионной связи. Поэтому, гетерогенные структуры более устойчивы к термическому воздействию, т.е. с большей вероятностью способны формировать стабильные микрокристаллические образования. По мере снижения температуры и отверждения расплава на этих центрах происходит кристаллизация макросегментов с образованием мелкосферолитных надмолекулярных структур, которые всегда способствуют повышению прочности образцов. Однако, концентрация и размер частиц наполнителя оказывает неоднозначное влияние на свойства композитов. Как видно из таблицы-1, если наибольшее значение разрушающего напряжения для нанокомпозитов проявляется при концентрации 5.0% масс., то у композитов с относительно крупными размерами частиц

максимальная прочность образуется у образцов с содержанием термозолы до 10%масс.включительно. В 1г наноразмерной термозолы содержится значительно большее число частиц, чем в 1г обычного дисперсного наполнителя. Именно поэтому, введение минимального количества (5.0%масс.) наноразмерной термозолы оказывается достаточной для существенного роста прочности нанокompозита.

Следует отметить, что в отличие от наночастиц введение 10%масс. дисперсных частиц термозолы в состав ПЭВП приводит к некоторому снижению текучести расплава. Все эти обстоятельства имеют важные значения, так как позволяют утверждать о том, что термозола в отличие от других минералов способствует сохранению текучести расплава композитов даже при ее 40%масс. содержании в ПЭВП. Другими словами, полученные полимерные композитные материалы представляется возможным перерабатывать стандартными методами литья под давлением и экструзии.

Таким образом, можно констатировать, что из числа наполненных термозолой композитов нанокompозиты обладают сравнительно лучшими физико-механическими и технологическими характеристиками. Даже при высоких концентрациях наполнителя композиты сохраняют способность перерабатываться на стандартных оборудованьях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошман В.Г. Принципы создания композиционных материалов. М.: Химия. –1990. –240 с.
2. Симонов-Емельянов, И.Д. Обобщенные параметры дисперсной структуры наполненных полимеров / И.Д. Симонов-Емельянов, В.Н. Кулезнев, Л.З. Трофимичева // Пластические массы. –1989. –№1. –С.19-22.
3. Kakhramanov, N.T. Crystallization regularities of a high and low density polyethylene blend and composite materials on its basis / N.T. Kakhramanov, F.A. Mustafayeva, N.S. Koseva // International scientific journal “Material science”. –2019. №3. –P.96-98.
4. Петрюк, И.П. Влияние параметров дисперсной структуры на содержание межфазного слоя в наполненных полимерах / И.П. Петрюк // Пластические массы. –2014. –№5-6. –С.7-9.