

УДК 678.01:541.68

Аллахвердиева Х.В., Намазлы У.В., Кахраманов Н.Т.
(Институт Полимерных Материалов НАНА, г. Сумгайыт)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ И АЛЮМИНИЯ

По мере совершенствования техники и технологии в различных отраслях промышленности все более остро встает проблема получения новых типов полимерных материалов, обладающих специфическими конструкционными свойствами. В этой связи, значительно возросли исследования по модификации структуры выпускаемых в промышленности полиолефинов, путем введения в их состав наполнителей, стабилизаторов, структурообразователей, пластификаторов, компатибилизаторов, смешения полимера с полимером, физического и химического сшивания и т.д., открывающие новые перспективные возможности получения конструкционных материалов с заранее заданными свойствами. Однако, все попытки, направленные на использование инородных веществ в составе полиолефинов, как правило, способствовали необходимости решения проблемы технологической совместимости компонентов смеси. Отсутствие достаточной технологической совместимости между неполярным полиолефином и полярными компонентами всегда сопровождалось закономерным ухудшением свойств или незначительным их возрастанием. Это обстоятельство особенно отчетливо проявлялось при использовании металлических порошкообразных наполнителей.

В связи с этим, в данной работе основное внимание акцентируется на использовании полярных полимерных компатибилизаторов, способных улучшить технологическую совместимость и свойства металлонаполненных композитных материалов.

В качестве исходных компонентов смеси использовали полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) характеризующийся следующими свойствами - разрушающее напряжение – 10.1МПа, модуль упругости на изгиб- 196 МПа, плотность – 927кг/м³, относительное удлинение-720%, теплостойкость-85°С, температура плавления – 106°С, ПТР=1.9г/10мин., степень кристалличности 57%.

Компатибилизатор - функционализированный 5.7%масс. малеиновым ангидридом полиэтилен – ПЭМА.

В качестве металлического наполнителя использовали алюминиевую пудру (Ал) размером частиц 80нм.

Смеси на основе ПЭНП, алюминиевой пудры и ПЭМА готовили на горячих вальцах при температуре 150°С путем введения наполнителя в расплав полимера в течении 10 минут. В начале вводили ПЭМА в состав ПЭНП, а затем наполнитель.

Совершенно очевидно, что при исследовании металлонаполненных полимерных систем необходимо было, прежде всего, исходить из понятия о том, что «подобное растворяется в подобном». С этой целью для придания полиолефину полярности, в качестве компатибилизатора использовали ПЭМА. Важно было выяснить, как в зависимости от типа полиолефина, компатибилизатора и концентрации мелкодисперсного порошка алюминия изменяются основные физико-механические свойства композитов. С этой целью приводятся результаты исследования влияния концентрации алюминия и компатибилизатора на разрушающее напряжение, относительное удлинение, модуль упругости на изгиб, теплостойкость и ПТР композитов на основе ПЭНП.

В таблице-1 приводятся экспериментальные данные по физико-механическим свойствам композитов на основе ПЭНП и алюминия. Сопоставляя данные в этой таблице можно установить, что с увеличением концентрации алюминия от 0.5 до 30%масс. (образцы -1-6) наблюдается закономерное увеличение разрушающего напряжения и модуля упругости на изгиб композитов, а относительное удлинение заметно ухудшается. В то же время, введение алюминия в состав композиции ПЭНП+ПЭМА также сопровождается возрастанием разрушающего напряжения и прочности на изгиб. Различие заключается лишь в том, что значения разрушающего напряжения, прочности на изгиб и относительного удлинения у композитов, содержащих компатибилизатор ПЭМА несколько выше, чем у немодифицированных образцов (1-6).

Сам факт возрастания разрушающего напряжения у композитов однозначно свидетельствует в пользу того, что алюминий, как наполнитель является усилителем ПЭНП. Известно, что в расплаве полимерной матрицы существуют одновременно гомогенные и гетерогенные центры зародышеобразования. Гомогенные центры образуются в результате взаимной ориентации макроцепей в расплаве, а гетерогенные – в процессе ориентации макроцепей на развитой поверхности частиц наполнителя [1, 2]. Есть основание полагать, что в результате такого ориентационного эффекта прочность

адгезионной связи будет усиливаться в присутствии ПЭМА. Иными словами, увеличение полярности полиэтилена в присутствии ПЭМА

Таблица-1. Влияние концентрации алюминия на свойства композитов на основе ПЭНП+Ал и ПЭНП+Ал+ПЭМА

№	Состав композита	Разрушающее напряжение, МПа	Относительное удлинение, %	Модуль упругости на изгиб, МПа	ПТР, г/10мин.
1	ПЭНП+0.5%Ал	10.5	510	209	1.95
2	ПЭНП+1.0%Ал	11.0	420	225	1.83
3	ПЭНП+5.0%Ал	12.1	110	243	1.52
4	ПЭНП+10%Ал	12.3	35	266	1.32
5	ПЭНП+20%Ал	13.9	25	287	1.06
6	ПЭНП+30%Ал	14.2	20	298	0.85
7	ПЭНП+0.5%Ал+1.0%ПЭМА	10.6	465	234	1.82
8	ПЭНП+1.0%Ал+1.0%ПЭМА	11.5	545	247	1.64
9	ПЭНП+5.0%Ал+1.0%ПЭМА	11.7	145	276	1.25
10	ПЭНП+10%Ал+2.0%ПЭМА	13.3	65	305	1.02
11	ПЭНП+20%Ал+2.0%ПЭМА	14.5	35	328	0.74
12	ПЭНП+30%Ал+2.0%ПЭМА	16.2	35	345	0.48

Ал- алюминий

будет безусловным образом сказываться на увеличении адгезионной связи макроцепи на поверхности частиц алюминия. Образованные в расплаве композита центры зародышеобразования, в процессе охлаждения становятся центрами кристаллизации [2]. Таким образом, если часть алюминия участвуют в создании центров зародышеобразования, то другая ее часть в процессе охлаждения и роста кристаллов вытесняется в межсферолитное пространство (аморфную область), блокируя конформационную подвижность «проходных» цепей [2-4]. Последнее обстоятельство безусловным образом сказывается на увеличении жесткости и хрупкости образцов, сопровождающееся соответственно снижением относительного удлинения композитов в процессе одноосного растяжения.

Было установлено также, что во всех образцах с увеличением концентрации алюминия наблюдается общая тенденция к уменьшению ПТР композитов, что может быть интерпретировано возрастанием вязкости расплава. Возрастание вязкости расплава наполненных композитов можно связать с образованием на поверхности частиц алюминия «переходного монослоя», которая еще более усиливается в присутствии ПЭМА. Подтверждением сказанному являются сравнительно низкие значения ПТР у образцов 7-14, содержащих ПЭМА.

Вместе с тем, установлено, что с увеличением концентрации алюминия в составе ПЭНП от 0.5 до 30%масс. наблюдается повышение температуры плавления композитов от 101 до 103°C, а теплостойкость композитов возрастает от 86 до 92°C. У алюминийсодержащих композитов ПЭНП, содержащих ПЭМА теплостойкость изменяется соответственно от 88 до 97°C. Все эти факты однозначно подтверждают наше предположение об увеличении адгезионной прочности связи ПЭМА на поверхности частиц алюминия.

На основании вышеизложенного можно прийти к выводу о том, что металлонаполненные композиты на основе ПЭНП, алюминия и компатибилизатора - ПЭМА оказывают существенное влияние на физико-механические свойства композитов на их основе.

Показано, что введение ПЭМА в состав композита ПЭНП+Ал приводит к заметному повышению разрушающего напряжения, что интерпретируется улучшением процесса ориентации макроцепей полимерной матрицы и ПЭМА на поверхности частиц алюминия и повышением адгезионного взаимодействия между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кахраманов, Н.Т. Физико-механические свойства композитов на основе везувиана и сополимера этилена с бутиленом. / Н.Т. Кахраманов, И.В. Байрамова, Н.С. Косева, Р.Ш. Гаджиева // Перспективные материалы. –2019. –№3. –С.47-53.
2. Kakhramanov, N.T. Influence of the aluminum powder concentration on the mechanism and kinetic regularities of the crystallization of composites based on low density polyethylene / N.T. Kakhramanov, Kh.V. Allakhverdieva, M.I.Abdullin, F.A. Mustafayeva // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.. –2020. –V. 63, –№ 2. –P.77-83.
3. Атлуханова, Л.Б. Взаимосвязь структуры нанонаполнителя и свойств полимерных нанокомпозитов: фрактальная модель / Л.Б. Атлуханова, Г.В. Козлов, И.В. Долбин // Материаловедение. –2019. –№7. –С.19-22.
4. Симонов-Емельянов, И.Д. Параметры решетки и структуры дисперсно-наполненных полимерных композиционных материалов с регулируемым комплексом свойств / Симонов-Емельянов И.Д. // Конструкции из композиционных материалов. –2019. –№3. –С. 37-46.