

ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шашура Л.И, Кравцевич А.В., Ровба И.А., Свириденко А.И.

*Гродненский филиал НИЦПР ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси,
г.Гродно, Республика Беларусь,
resource@mail.grodno.by*

Введение

Полимерные листовые материалы широко применяются в различных отраслях белорусской промышленности: химической, машиностроении, строительстве, медицине, приборостроении и др. Их производят из поликарбонатов, поливинилхлоридов, полистиролов, полиолефинов и других полимеров, многие из которых импортируются. Поэтому важной научной проблемой является разработка отечественных импортозамещающих составов и технологий изготовления материалов.

Химическая промышленность Беларуси производит в год более 500 000 тонн полимеров, в том числе, полиамидов, полиэтиленов и полиэфиров. Для получения листовых материалов, как правило, используют полиэтилены, производимые заводом «Полимир» (г. Новополоцк). Оптимизация механических свойств данных материалов позволит расширить области их применения в качестве листовых изделий.

В настоящей работе рассмотрены возможности улучшения свойств отечественного вторичного полиэтилена высокого давления (ПЭВД марки А1) за счет его модифицирования наноглиной [1–2].

Методика подготовки и исследования образцов

Для решения этой задачи были использованы промышленно производимые наночастицы монтмориллонита (ММТ) с удельной поверхностью $65,2 \text{ м}^2/\text{г}$ в комбинации с МАН. Наномодифицирование листовых материалов осуществляли следующим образом. На первом этапе получали гранулированный наноконцентрат ПЭВД, содержащий 15 масс.% ММТ и 5 масс.% МАН методом смешения в расплаве в двухшнековом экструдере. В качестве полимера-носителя использовали полиэтилен с низкой вязкостью расплава марки 12203-250. Аналогичным образом были получены контрольные образцы концентратов чистых ММТ и МАН.

На втором этапе на листовальной линии МКЮЖ. ЛЛ.575.00.00.000 РЭ (рис. 1) были изготовлены следующие образцы листовых материалов:

- ПЭВД вторичный (контроль),
- смесь вторичного ПЭВД и ПЭВД марки 12203-280 в соотношении, соответствующем их пропорции в композите с 3%-содержанием ММТ,
- ПЭВД с 3%- ММТ,
- ПЭВД с 3%- ММТ и 1% МАН,
- ПЭВД с 1%- МАН.

Влияние наномодифицирования оценивали по изменению предела прочности при растяжении и относительной деформации. Из каждого варианта листового материала стандартным резаком были вырублены образцы в продольном и поперечном направлении ориентации вытяжки. Скорость движения активного зажима разрывной машины 100 мм/мин, расстояние между зажимами 50 мм.

Микротвердость по Виккерсу (HV) определяли при помощи микротвердомера ПМТ–3М при нагрузке 80 г.



Рис. 1. Линия для изготовления листовых материалов из полимеров

Результаты исследований

Предел прочности определяли как отношение нагрузки в момент разрушения к площади первоначального поперечного сечения образца. Экспериментальные данные исследований представлены на рис. 2.

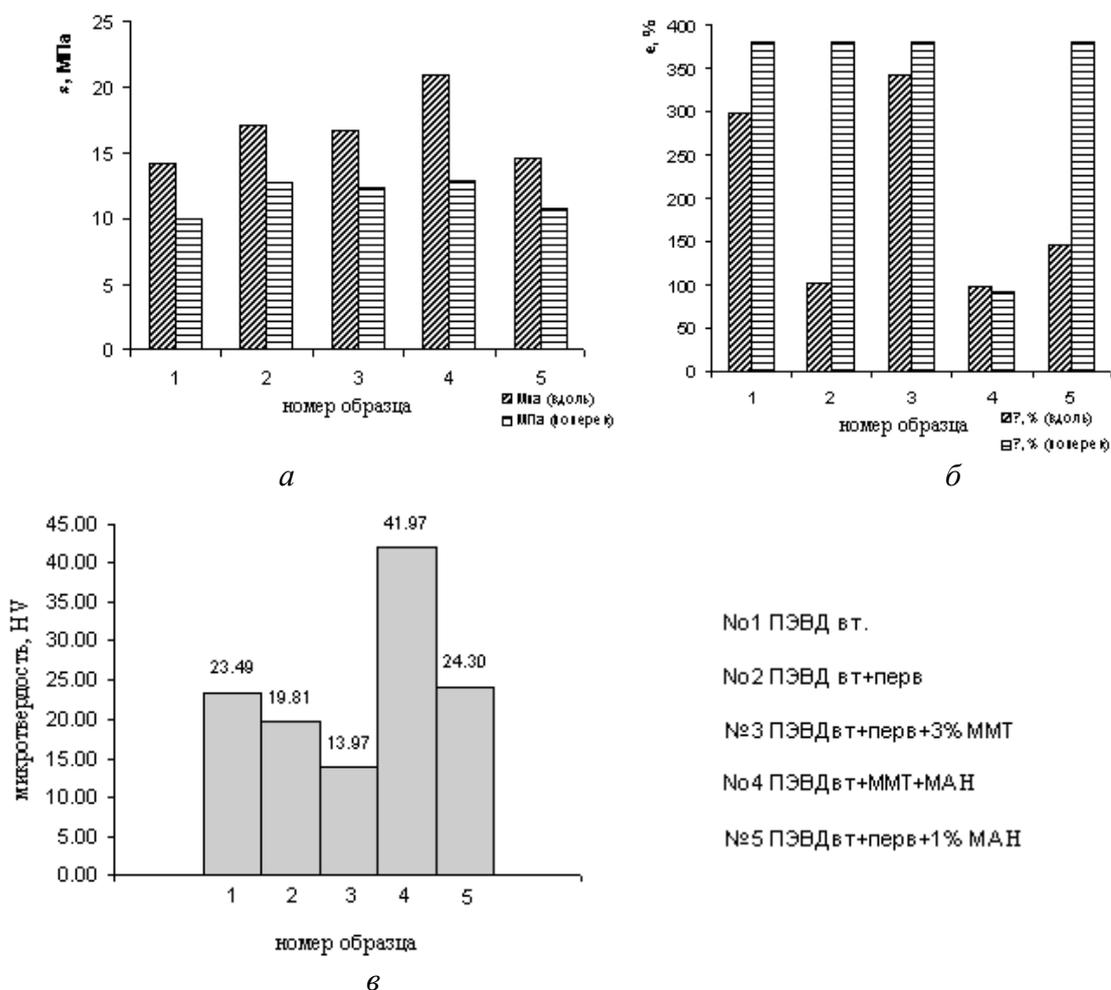


Рис. 2. а – предел прочности при растяжении; б – относительное удлинение образца при разрушении; в – микротвердость по Виккерсу.

Из рис. 2 следует, что наибольший предел прочности при растяжении был получен при модификации полиэтилена комплексом ММТ+МАН: в направлении ориентации вытяжки он повысился в 1,5 раза. Для образцов с поперечной ориентацией вытяжки предел

прочности вырос на 23%. В случае использования ММТ и МАН по отдельности (образцы № 3 и № 5 соответственно) эффекта усиления полимера не выявлено. Вероятно, это свидетельствует о том, что сдвиговые усилия при экструзии, а затем и при формовании листового материала способствуют взаимодействию ММТ и МАН, приводя к расслоению наноглины.

Интересны результаты деформирования (рис. 2 б): в образцах, модифицированных комплексом ММТ-МАН, произошло почти трехкратное снижение относительного удлинения при растяжении по сравнению с контрольными образцами.

С деформационно-прочностными свойствами согласуются и изменения микротвердости – ее наибольшее значение, которое превышает исходные в 1,5 раза, получено для комплексно модифицированных (ММТ+МАН) образцов на основе ПЭВД (рис. 2 в).

Выполнены измерения краевого угла смачивания (КУС) дистиллированной водой поверхностей полимерных композитов на основе ПЭВД по методу сидячей капли. Снимки профилей капель, помещенных на поверхность образцов, получали с помощью горизонтального микроскопа МБС-10, оснащенного цифровой видеокамерой (рис. 3) производили с помощью программы nanoImages. Результаты измерений приведены в таблице 1.



Рис. 3. Фотоснимки профилей капель воды на поверхности образцов:
а) ПЭВД втор; б) ПЭВД + 3% ММТ+МАН

Таблица 1. Краевые углы смачивания композиционных образцов

Образец	ПЭВД втор	ПЭВД вт+ ПЭВД перв;	ПЭВД +3% ММТ;	ПЭВД + 3% ММТ+1% МАН	ПЭВД + 1% МАН
КУС, град.	72	72	76	89	84

Введение рассмотренных модификаторов в состав ПЭВД увеличивает гидрофобность поверхности. Причем максимальные значения КУС (до 89°) у композитов на основе ПЭВД достигаются при совместном использовании модификатора МАН и наполнителя ММТ.

Выводы

Получены композиционные листовые материалы на основе вторичного ПЭВД и ММТ с улучшенными механическими характеристиками (предел прочности увеличился на 48% в продольном направлении ориентации вытяжки, микротвердость – на 50%). Данный эффект достигнут за счет применения модифицирующей добавки МАН.

Список литературы

1. Полимерные нанокompозиты. Под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю.-М., - 2011, - 688с.
2. Advances in polymer nanocomposites. Ed. by F. Gao, – 2012, - 310 pp.