

С.В. Нестерова, инж.; Н.Р. Прокопчук, проф., д-р техн. наук, член-кор.
НАН Беларуси; Э.Т. Крутько, проф., д-р техн. наук;
С.Г. Михаленок, канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ АЗАСОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ФОТО- И ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Настоящие исследования включают в себя попытку решения двух актуальных для современной науки и промышленности задач. Во-первых, полимерные материалы и композиты, благодаря наличию весьма разнообразных свойств, приобретают все более важное место в науке и технике. В этой связи становится весьма целесообразной и перспективной задача поиска новых отечественных недорогих стабилизирующих добавок к полимерным материалам, способных повысить долговечность последних, снизив тем самым негативную нагрузку на окружающую среду и сэкономив ценное сырье при производстве. Во-вторых, в области синтетической органической химии достаточно актуальным является поиск возможного применения синтезированных соединений.

Проведение эксперимента по модификации полимерной матрицы, в качестве которой был использован полиэтилен высокого давления – ПЭВД производства ОАО «Полимир» (г. Новополоцк), марка 10803-020 согласно ГОСТ 16337-77, новыми азотсодержащими гетероциклическими органическими соединениями осуществлялось в два этапа. Первый заключался в синтезе потенциальных стабилизирующих добавок 1–3 (таблица 1) и доказательстве их химической структуры современными физико-химическими методами. На втором этапе азотсодержащие гетероциклы вводились в полимерные образцы, из полученной композиции формировались пленки, которые подвергались ускоренным фото- и термостарению. Впоследствии был измерен один из основных показателей механических свойств – относительное удлинение при разрыве, на основании изменения которого по сравнению с нестабилизированным образцом нами делались выводы об эффективности применения полученных стабилизирующих добавок.

Результаты измерений представлены в таблице 2 и 3 для образцов, подвергшихся фото- и термостарению соответственно.

Таблица 1— Характеристика исследуемых стабилизаторов

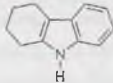
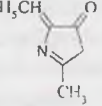
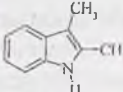
№	Название	М.м, г/моль	T пл., °С	Брутто- формула	Структурная формула
1	1,2,3,4-тетрагидрокарбазол	171	116–117	C ₁₂ H ₁₃ N	
2	4-Бензилиден-2-метил-4H-оксазол-5-он	184	148–150	C ₁₂ H ₁₂ O	
3	2,3-диметилиндол	145	104–106	C ₁₀ H ₁₁ N	

Таблица 2 — Значения относительного удлинения ϵ для образцов ПЭВД, подвергшихся ускоренному фотостарению в течение 40 ч

Доба вка	Стабилизатор А			Стабилизатор В			Стабилизатор С			10803-020
	0,2 %	0,4 %	0,6 %	0,2 %	0,4 %	0,6%	0,2 %	0,4 %	0,6 %	
ϵ , %	390	510	460	0	10	20	180	450	500	355
	500	500	530	0	20	20	180	420	510	
	460	480	370	0	20	20	520	510	500	
	220	470	570	10	20	20	180	420	510	
	540	450	570	10	10	30	220	480	520	
ϵ ср., %	422	482	500	4	16	22	256	456	508	355

Таблица 3 — Значения относительного удлинения ϵ для образцов ПЭВД, подвергшихся ускоренному термостарению в течение 120 ч при T = 100°C

Доба вка	Стабилизатор А			Стабилизатор В			Стабилизатор С			10803-020
	0,2%	0,4 %	0,6 %	0,2%	0,4%	0,6 %	0,2 %	0,4%	0,6 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ϵ , %	150	160	300	250	400	200	650	250	170	355
	150	170	380	340	440	350	650	300	220	
	150	170	380	260	440	300	650	260	180	
	160	160	380	350	430	340	640	270	190	
	150	160	370	350	440	340	640	280	210	
ϵ ср., %	152	164	362	310	430	306	646	272	194	355

Из сравнения результатов видно, что эффективность стабилизирующего действия добавки **A** увеличивается с возрастанием концентрации последней в полимере. Так, прибавление 0,6% мас. 1,2,3,4-тетрагидрокарбазола к полиэтилену защищает его от разрушающего действия УФ-излучения. Исходя из химической структуры можно предположить, что механизм фотостабилизирующего действия данной добавки заключается в восприятии на себя энергии светового излучения, в результате чего протекает окисление молекул тетрагидрокарбазола, сопровождающееся ароматизацией конденсированного бензольного кольца. Добавка не выцветает, обладает хорошей совместимостью с полимером и относится к слабо окрашивающим стабилизаторам.

Соединение **B** может быть использовано исключительно как термостабилизатор. Оптимальная концентрация составляет 0,2 % мас., причем при ее возрастании эффективность действия уменьшается. В результате воздействия избыточной УФ-энергии вероятно перегруппировка, при которой идет окисление гетероцикла и образование радикала со свободной валентностью на атоме кислорода. Это может способствовать отрыву протона от полимерной цепи, в результате чего в ней образуются ненасыщенные связи, из-за чего происходит ухудшение эксплуатационных свойств полимера. Добавка практически не окрашивает пленку.

Соединение **C** наиболее оптимально в качестве стабилизатора. Данная добавка является наилучшей и с точки зрения экономики. На сегодняшний момент в промышленности широко используются 2-метилиндол и β -фенилиндол для стабилизации полимеров различной природы. Действие добавки, вероятно, основано на механизме сцинтилляции. Молекула при поглощении фотона получает энергию возбуждения, которая может расходоваться при рассеивании в результате излучательных и безызлучательных переходов электронов в основное состояние. Избыток энергии рассеивается тепловым движением молекул. 2,3-Диметилиндол окрашивает пленку ПЭВД в желтый цвет, относится к невыцветающим стабилизаторам.

УДК 620.22-419

Максимов П.О., магистр; Ревяко М.М., проф. д-р техн. наук;
Яценко В.В., доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Важность процесса утилизации и переработки термопластов является актуальной народнохозяйственной задачей. Объем их