

Таблица 2 - Физико-механические свойства композиций для изготовления цветного слоя

Наименование показателя	Образцы						
	6	7	8	9	10	11	12
Условная прочность при растяжении, МПа	5,9	6,3	6,8	6,9	7,0	7,2	7,5
Относительное удлинение при разрыве, %	350	340	320	310	300	290	280
Твердость по Шору А, ед. Шора	55	60	65	67	67	68	70
Сопrotивление истиранию, Дж/мм ³	2,5	2,1	1,8	1,6	1,2	0,9	0,9

По результатам проведенных экспериментальных исследований на ОАО «Беларусьрезинотехника» были изготовлены опытные образцы изделий плит напольных, которые можно использовать в качестве полов в цехах и как покрытия на спортивных площадках.

УДК 678. 042

Л.А. Попова, асп.;

Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;

В.В. Яценко, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

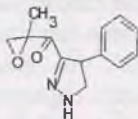
УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИЭТИЛЕНА

В настоящее время в связи с быстрыми темпами роста промышленного производства, очень остро встает вопрос охраны окружающей среды от последствий деятельности человека. С каждым годом увеличиваются объемы использования полимерных материалов при производстве изделий в таких направлениях промышленности как: автомобилестроение, электротехника, строительство, упаковка и т.д. Одним из возможных направлений увеличения срока эксплуатации изделий из полимерных материалов является их стабилизация, которая осуществляется введением специальных добавок. Изделия из пластмасс подвержены воздействию негативных факторов (температура, кислород, агрессивные среды), что приводит к ухудшению физико-механических, деформационных характеристик, а иногда и к полной потере свойств. При введении стабилизирующих добавок замедляются процессы деструкции, протекающие в полимере. За счет этого изделия из полимерных материалов могут использоваться более длительное время, осуществляется экономия материальных и энергетических затрат.

Объектом данного исследования являлись композиционные материалы на основе ПЭВД марки 15803-020 и наполнителя, а также композиции, содержащие стабилизирующую добавку. Все компоненты вводились в ПЭ методом вальцевания при температуре 120-140 °С, время вальцевания составляло 1-2 минуты. Технологические параметры вальцевания были постоянны для всех композиций и обеспечивали получение гомогенизированной массы. Композиции получали следующим образом: сначала в расплав добавлялся наполнитель, а затем стабилизатор. Из полученного вальцованного материала прессовались пленки толщиной 120 мкм. Из пленок вырезались стандартные образцы для испытаний на разрывной машине РМИ-60. В соответствии с ГОСТ 11262-80 определялись прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве до и после старения. Фотостарение проводилось облучением ртутно-кварцевой лампой ПРК-50, при этом образцы экспонировались на расстоянии 400 мм при включенной precisely-вытяжной вентиляции.

В качестве стабилизатора применялся 3-(2-метил-2,3-эпоксипропионил)-4-фенил-4,5-дигидро-(1H)-пиразол (таблица 1). Он относится к пятичленным гетероциклическим соединениям, ранее не использовался в качестве стабилизирующей добавки к полимерам. Из литературных данных известно, что некоторые ди- и тризамещенные пиразолы являются физиологически безвредными термо- и светостабилизаторами полимеров, в частности как стабилизаторы сополимеров винилиденхлорида и полиолефинов, обладают металлодеактивирующим и УФ-абсорбирующим действием. Некоторые производные имидазолина применяются в качестве пластификаторов и стабилизаторов ПВХ, повышающих термостабильность и адгезионную способность полимера [1].

Таблица 1 - Характеристика стабилизатора

Название стабилизатора	Химическая формула	Температура плавления, °С	Молекулярная масса, г/моль
3-(2-метил-2,3-эпоксипропионил)-4-фенил-4,5-дигидро-(1H)-пиразол		124-127	230

В качестве наполнителя использовалось рубленое стекловолокно. Композиции полимеров, наполненные стекловолокном, отличаются размерной стабильностью, водостойкостью, химической стойко-

стью, высокой прочностью и твердостью. Использование рубленого волокна позволяет перерабатывать такие материалы в изделия высокопроизводительными методами экструзии и литья под давлением.

В данной работе для прогноза совместимости стабилизатора с полиэтиленом использовался параметр растворимости Гильдебранда δ [2]. Показателем совместимости полимера и стабилизатора согласно расчетам является разность параметров растворимости полимера и стабилизатора.

Условием хорошей совместимости выступает следующее неравенство: $(\delta_p - \delta_n) \leq 8$. Параметр растворимости для 3-(2-метил-2,3-эпокси-пропионил)-4-фенил-4,5-дигидро-(1H)-пиразола составляет $22,1 (\text{Дж}/\text{см}^3)^{1/2}$, а для ПЭ — $17,7 (\text{Дж}/\text{см}^3)^{1/2}$. Таким образом, можно предположить хорошую совместимость стабилизатора с полимером.

Стабилизатор вводился в композиции в концентрациях 0,1 %, 0,3 %, 0,5 %, 0,7 % мас. При изучении литературы, посвященной наполнению полимерных материалов, выяснилось, что для полиэтилена, наполненного стекловолокном и вискозным волокном, степень наполнения составляет 20–30 мас.% [3]. Введение стекловолокна в количестве более 30 масс. % является нерациональным, т.к. при этом вязкость расплава резко возрастает, волокно измельчается в процессе формирования изделий, и тонкая пленка полимера не выдерживает напряжений, обусловленных различием в термоупругих свойствах матрицы и наполнителя. Поэтому, в данной работе степень наполнения полиэтилена составляла 10 %, 20 % и 30 % мас.

Результаты испытаний по определению деформационно-прочностных свойств стабилизированных наполненных композиций ПЭ до и после УФ-старения представлены в таблице 2. Необходимо отметить, что для ПЭ без стабилизатора наблюдается резкое ухудшение деформационных характеристик уже после 50 часов облучения. При испытании образцов, подвергавшихся дальнейшему облучению, сразу происходит разрушение образцов.

При введении стабилизатора деформационно-прочностные свойства ненаполненного ПЭ изменяются незначительно, даже после облучения УФ в течение 100 часов. При стабилизации наполненных композиций ПЭ не происходит резкого падения свойств.

Из полученных данных видно, что старение наполненных композиций происходит более интенсивно по сравнению с ненаполненными. Это особенно очевидно для ПЭ, содержащего 30 % мас. стекловолокна, т. к. происходит значительное снижение деформационных характеристик композиций.

Таблица 2

Концентрация стабилизатора, % мас.	Концентрация наполнителя, % мас.							
	0		10		20		30	
	$\epsilon_{pp}, \%$	$\sigma_{pm}, \text{МПа}$	$\epsilon_{pp}, \%$	$\sigma_{pm}, \text{МПа}$	$\epsilon_{pp}, \%$	$\sigma_{pm}, \text{МПа}$	$\epsilon_{pp}, \%$	$\sigma_{pm}, \text{МПа}$
<i>Без облучения</i>								
0,1	520	9,2	60	8,8	30	7,2	20	6,9
0,3	540	7,7	50	7,4	20	8,5	20	9,1
0,5	480	7,1	60	8,0	30	8,4	20	8,7
0,7	470	7,5	280	8,4	140	8,1	30	8,0
<i>После УФ-облучения в течение 50 часов</i>								
0,1	490	7,6	30	6,1	10	9,2	0	10,3
0,3	490	8,2	10	9,9	0	9,7	0	11,6
0,5	490	7,5	0	10,4	0	11,4	0	11,1
0,7	440	6,9	20	9,5	5	11,3	0	11,6
<i>После УФ-облучения в течение 100 часов</i>								
0,1	520	7,6	30	9,6	30	10,6	0	10,1
0,3	360	7,5	5	12,3	0	8,6	0	10,4
0,5	480	8,7	50	8,8	50	9,0	0	9,7
0,7	-	-	50	8,6	10	10,5	0	11,7

Относительное удлинение при разрыве для наполненного ПЭ, подвергнутого УФ-облучению, принимает нулевые значения. В то время как для ненаполненных композиций даже после облучения в течение 100 часов относительное удлинение при разрыве сохраняется практически на первоначальном уровне, что является подтверждением эффективности стабилизатора.

Необходимо отметить, что для ненаполненных композиций с увеличением времени УФ-старения происходит некоторое снижение прочностных характеристик: прочность при растяжении уменьшается. При введении в полимер наполнителя в количестве 10–30 % мас. наблюдается обратное явление: происходит увеличение прочности при растяжении при увеличении времени УФ-облучения от 0 до 150 часов. Но при пересчете на разрушающее напряжение значения прочности до и после облучения оказываются приблизительно одинаковыми. Сохранение прочности при растяжении на высоком уровне после старения можно объяснить частичным сшиванием полиэтилена под воздействием УФ-излучения. Для объяснения наблюдаемых явлений необходимо проводить дальнейшие исследования наполненных стабилизированных полимерных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Фойгт, И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла / И. Фойгт. – Л.: Химия, 1972. – С. 544.

2 Аскадский, А. А. Компьютерное моделирование полимеров. Т.1. Атомно-молекулярный уровень / А. А. Аскадский, В. И. Кондращенко. – М.: Научный мир, 1999. – 544 с.

3 Липатов, Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров / Ю. С. Липатов – М.: Химия, 1977. – 304 с.

УДК 678.042

А.К. Новиков, К.С. Матвеев, Т.С. Куксёнок (ВГТУ, г. Витебск)

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ЭКСТРУЗИОННОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Переработка отходов является существенной частью всех процессов на производстве. Часто отходы не могут быть использованы в том же процессе, в котором были получены и применяются для производства менее ответственных изделий. В зависимости от того насколько материалоемкой является профилирующая продукция, настолько сопоставимо велики объёмы материалов, которые необходимо утилизировать.

Структура отходов на обувных предприятиях города Витебска такова, что количество отходов термопластичных материалов в несколько раз меньше отходов ткани, кожи и картона. К тому же термопластичные материалы в зависимости от своей марки отличаются по режимам переработки. Поэтому для переработки отходов перспективен путь создания композиционных материалов, в которых один компонент (с более низкой температурой плавления) является матрицей для одного или более наполнителей. За счёт армированной структуры такие материалы, как правило, обладают высокими эксплуатационными характеристиками.

Основной технологией переработки отходов обувных предприятий в композиционный материал является **экструдирование на шнековых машинах**. Имеющиеся на обувных предприятиях экструдеры в большинстве своём спроектированы для работы с расплавами. Это означает, что длина шнека, глубина канавки шнека, длины зон загрузки, сжатия и дозирования должны быть таковыми, чтобы, за счёт разогрева, полностью расплавить материал и подать его в матрицу под определённым давлением. Назначение и производительность любого червячного экструдера определяется конструкцией червяка (шнека), корпуса и матрицы (головки). Проблема заключается в том, что при экструзии композиционного материала назначение шнека и формирующей головки несколько изменяется. Если при экструзии чистых термопластов свойства получаемого материала формируются в корпусе экструдера, а головка лишь определяет профиль изделия, то при экструзии