

А. Ф. Петрушеня, доц., канд. техн. наук;
О. М. Касперович, доц., канд. техн. наук;
А. Г. Любимов, доц., канд. техн. наук;
Л. А. Ленартович, доц., канд. техн. наук;
А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук;
Д. И. Семёнова, магистрант;
Д. А. Тишко, студ. (БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОД-КРЕМНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ЗОЛЫ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ СВЕТОСТАБИЛИЗАТОРА ДЛЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

На протяжении последних лет наблюдается тенденция к резкому росту спроса на полиэтиленовые пленки. Одновременно с этим, в связи с ростом конкуренции на рынке пленочных материалов, возрастает количество требований, предъявляемых к современной эксплуатируемой пленке. Так, наряду с барьерной стойкостью, прочностью она должна отвечать и таким повышенным требованиям как светостойкость [1]. Известно, что одним из наиболее агрессивных факторов, обуславливающих преждевременный выход из строя изделий из полимерных материалов, является УФ-излучение, под воздействием которого в материале начинают протекать необратимые химические изменения. Для предотвращения протекания радикальных цепных реакций используют специальные функциональные добавки – светостабилизаторы [2].

Одним из первых широко применяемых наполнителей такого рода является технический углерод. Так, в исследовании [3] установили, что присутствие технического углерода значительно улучшает стойкость к ультрафиолетовому излучению экструдированной LLDPE пленки по мере увеличения концентрации углерода с 1,5 до 3,5% масс.

В мире повсеместно проводятся исследования, нацеленные на создание новых типов наполнителей, отвечающих современным требованиям. Среди них могут быть наполнители, полученные из природного сырья. Возобновляемое сырье растительного происхождения является доступным и достаточно дешевым источником для производства наполнителей для полимерных композиций.

Широко распространенным натуральным растительным сырьем для производства углеродных наполнителей является рисовая шелуха. В исследовании [4] был произведен анализ состава золы рисовой шелухи, который показал, что она состоит на 97,64% из аморфного диоксида кремния и технического углерода (50,38% оксида кремния,

47,26% углерода и 2,36% примесей оксидов металлов различной природы). Светостабилизирующее действие наполнителя золы рисовой шелухи было проверено на пленочных образцах толщиной 100–120 мкм на основе линейного полиэтилена низкой плотности марки М3204RUP. Образцы были получены на лабораторном двухшнековом экструдере фирмы Rondol с использованием плоскощелевой головки, при температуре переработки 170–195°C по зонам цилиндра, с последующим охлаждением на валах температурой 70°C. Зола рисовой шелухи вводилась в количестве 1, 2, 3, 4 и 5 масс. %.

Пленочные образцы помещали в блок экспонирования (длина 60 см, ширина 40 см, высота 60 см) на расстоянии 20 см от источника излучения. В качестве источника УФ-излучения использовались четыре ультрафиолетовые 15 Вт лампы, с максимальной интенсивностью при 245 нм. Образцы помещались на срок 84 и 110 часов (что равносильно 10 и 14 годам естественного солнечного облучения).

Механические свойства образцов были получены на тензомере Т2020 DC 10S в соответствии с ГОСТ 11262. Скорость разрыва составляла 100 мм/мин. В ходе обработки полученных результатов мы получили следующие зависимости:

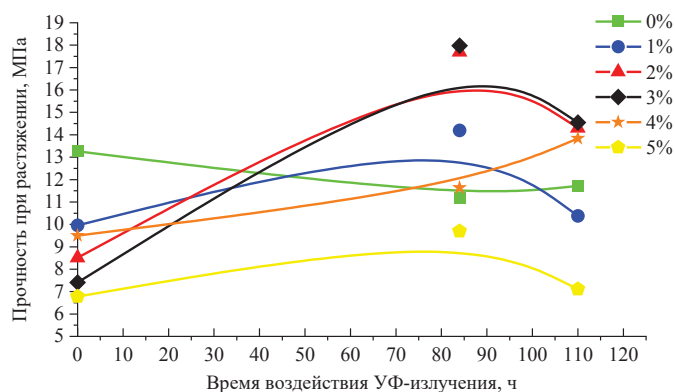


Рисунок 1 – Зависимость прочности при растяжении от времени воздействия УФ-излучения

На первом рисунке представлены зависимости прочности при растяжении от времени воздействия УФ-излучения. Проанализировав данные кривые, можно заметить, что с увеличением степени наполнения прочностные свойства несостаренных композиций снижаются. Однако при действии УФ-излучения наблюдается совершенно другая картина – прочность всех наполненных композиций возрастает, в отличие от прочности исходного ПЭ. При 84-часовом облучении наибольшие значения прочности наблюдались при введении 2 и 3 масс. % наполнителя и составляли на 58,31 и 60,82% больше прочности ненаполненного полиэтилена. При дальнейшем увеличении времени воздействия излучения прочность практически всех компо-

зиций снижалась. Различие в свойствах образцов можно объяснить тем, что в ходе исследования в полученных наполненных композициях, как мы предполагаем, происходит реакция сшивки. Поскольку при действии УФ-излучения в материале одновременно протекает два конкурирующих процесса – деструкция и сшивка, и в зависимости от условий один из них может быть преобладающим.

Также было замечено, что введение более 3 масс. % наполнителя приводит к появлению продольных разрывов на полотне пленки, что, в свою очередь, делает невозможным получение качественных изделий с должными эксплуатационными свойствами.

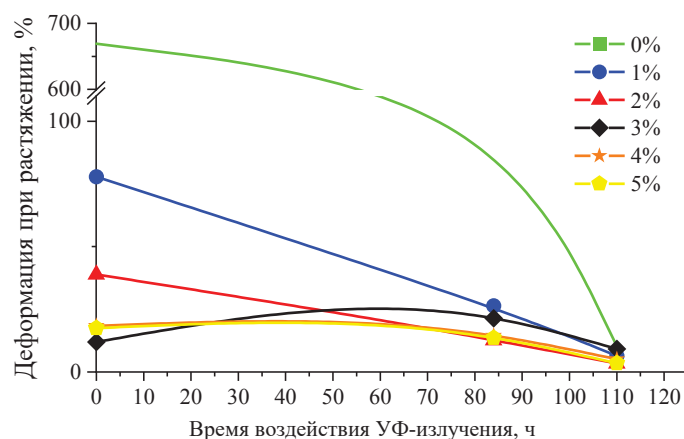


Рисунок 2 – Зависимость деформации при растяжении от времени воздействия УФ-излучения

Из зависимостей деформации при растяжении от времени воздействия излучения, представленных на рис. 2, видно, что деформация резко снижается при наполнении золой рисовой шелухи у всех композиций. Если сравнивать исходный ненаполненный ПЭ и несостаренную композицию с 1 масс. % наполнением, можно увидеть, что значение деформации уменьшилось на 88,4%; при дальнейшей степени наполнения процент деформации снижался. При рассмотрении композиций после действия УФ-излучения в диапазоне 84 и 110 ч. мы наблюдаем схожую картину – пропорциональное снижение деформации композиции с увеличением времени облучения.

Таким образом можно сделать вывод, что зола рисовой шелухи может применяться в качестве светостабилизатора для полиэтилена, однако рекомендуемое количество ввода до 3 масс. %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Scott G. Mechanisms of Polymer Degradation and Stabilisation. New York: Springer Dordrecht, 1990. 329 p.
2. Смирнова А. И., Жук Н. А. Функциональные материалы в производстве пластмасс: Стабилизаторы: учебное пособие / ВШТЭС-

ПБГУПТД. СПб., 2016. 48 с.

3. Liu M., Norricks A. R. Влияние технического углерода на УФ-стойкость пленок ЛПЭНП в условиях искусственного выветривания // Деградация и стабильность полимера. Великобритания, 2001. – С. 485–499.

4. Боброва В. В. [и др.]. Углерод-кремнистый наполнитель для эластомерных композиций // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. Минск, 2022. № 1 (253). С. 89–95.

УДК 665.64+661.666.2

А. И. Юсевич, доц., канд. хим. наук;
Д. В. Кузёмкин, зав. кафедрой НГПиНХ, канд. техн. наук,
К. И. Трусков, ассист. (БГТУ, г. Минск)

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПЕКОВ НА ОСНОВЕ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И АСФАЛЬТА ПРОПАНОВОЙ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА

Нефтяные пеки применяются при получении различных углеродных материалов, включая анодную массу для выплавки алюминия, углеродные волокна для углепластиков, а также синтетический графит, из которого изготавливают электроды для сталеплавильного и электроугольного производств, термически и химически стойкую футеровку для технологических аппаратов, аноды аккумуляторных батарей и пр. [1–3]. Направление использования нефтяного пека зависит от его свойств, которые определяются характеристиками сырья и условиями его термообработки. Поэтому представляло интерес изучить различия в составе и свойствах пеков, полученных из нефтяных остатков первичного и вторичного происхождения.

В качестве сырья использовали асфальт пропановой деасфальтизации гудрона и тяжелую пиролизную смолу (ТПС) этиленпропиленового производства ОАО «Нафтан». ТПС предварительно перегоняли под вакуумом, отбирая дистиллятную фракцию $\leq 340^\circ\text{C}$, и для получения пеков использовали кубовый остаток перегонки. Характеристика сырья приведена в таблице 1.

Сырье (вакуумный остаток ТСП, асфальт либо их смесь в массовом соотношении 1:1) в количестве 250 г загружали в трехгорлую круглодонную колбу объемом 500 мл и собирали лабораторную установку для простой перегонки. Сырье нагревали со скоростью $4^\circ\text{C}/\text{мин}$ до температуры 390°C и выдерживали при этой температуре 4,5 ч при атмосферном давлении. Температуру в кубе контролировали ртутным термометром. В процессе термообработки выделялись летучие про-