

Вторым после температуры разложения фактором, влияющим на выделение металлического никеля для использованного реактора, является скорость потока газа. В целом значения, превышающие 60 % выделения никеля, соответствуют скорости газового потока в реакторе в интервале 25–35 мл/мин. Была исследована возможность получения никелевых покрытий для различных типов подложек: сталь, чугун, цветные сплавы и керамические подложки.

Таким образом, была продемонстрирована эффективность разработанных методов синтеза, позволяющих получать ультрачистые хелатные соединения в качестве прекурсоров для получения высококачественных металлических покрытий.

УДК 542.943-92'78:546.47:678.742.2

**ПЕРЕХОД ОТ СИНЕРГИЗМА К АНТАГОНИЗМУ
ПРИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА
СМЕСЯМИ ИРГАНОКСА 1010 И ОКСИДА ЦИНКА**

Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева

*Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Ф. Скорины», Республика Беларусь*

Полиэтилен легко подвержен термоокислению и проблема его термостабилизации по-прежнему является актуальной для современной химии и технологии полимеров. Известно, что наиболее эффективна стабилизация с использованием антиоксидантов или смесей антиоксиданта и веществ, увеличивающих его антиокислительную способность (явление синергизма). В работе [1] приведены экспериментальные данные, показывающие неаддитивное увеличение термоокислительной стойкости полиэтилена при одновременном введении в полимер антиоксиданта ирганокса 1010 и оксида цинка, а также сделана попытка объяснить механизм этого синергетического явления. Целью настоящей работы явилось выявление условий или границ проявления синергетического влияния оксида цинка на термостабильность полиэтилена, стабилизированного антиоксидантом ирганокс 1010.

Основным объектом исследований являлся порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления (ГОСТ 16338–85, марка 20308-005), в который вводили антиоксидант ирганокс 1010 и соединения цинка. Из полученных композиций методом термического прессования (температура 150 °С, время 30–90 с) получали пленки. Степень окисления пленочных образцов определяли по содержанию в полиэтилене карбонильных групп, используя для этого метод ИК-спектроскопии. За продолжительность индукционного периода окисления (ИПО) принимали время окисления, необходимое для достижения в пленке показателя экстинкции, равного 3–4 %.

Результаты проведенного эксперимента показали, что на термостабильность образцов, ингибированных ирганоксом 1010 в сочетании с оксидом цинка, определяющим образом влияет размер частиц металлсодержащей добавки. Так, если в полимер вводить микродисперсные частицы оксида цинка, то при концентрации ингибитора 0,1 % мас. ИПО композитного материала увеличивается с 31 до 47 ч, т. е. наблюдается синергизм антиоксиданта в сочетании с оксидом цинка. Однако, если в ингибированный полиэтилен в качестве добавки вводить наноразмерный оксид цинка, то достигается обратный эффект – ИПО композитного материала сокращается, т. е. проявляется антагонизм цинксодержащих соединений и ирганокса 1010. Так, при температуре окисления 150 °С ИПО полиэтилена, содержащего только антиоксидант, составляет 31 ч, а при дополнительном введении наночастиц оксида цинка в

количестве 1 и 10 % мас. ИПО уменьшается до 12 и 3 ч, соответственно. Этот факт объясним тем, что при использовании в качестве добавки нанодисперсного оксида цинка антиоксидант не покрывает всю поверхность частиц, а значит, имеет место прямой контакт неингибированного полимера с оксидом цинка. В зоне контакта образуются растворимые соли цинка, которые активно катализируют процесс окисления [2], [3] и резко снижают термостабильность полиэтилена.

Литература

1. Марченко, Н. В. Ингибирование окисления полиэтилена, содержащего активные металлические наполнители / Н. В. Марченко, Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева // *Материалы, технологии, инструменты*. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 59–65.
2. Egorenkov, N. I. Study of oxidation and Adhesion of Filled Stabilized Polyethylene / N. I. Egorenkov, D. G. Lin, V. A. Belyi // *Journal of Adhesion*. – 1976. – Vol. 7. – P. 269–277.
3. Лин, Д. Г. Практическое использование эффекта увеличения ингибирующей способности фенольного антиоксиданта в условиях контакта полимера с цинком / Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева // *Композиционные материалы в промышленности : материалы Международ. конф., Ялта, Крым, 1–5 июня 2009 г. / УИЦ «Наука. Техника. Технология»*. – Киев, 2009. – С. 16–18.

УДК 678.019.396:678.742.2:544.032.1:542.943

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПЛЕНОК НА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТОЙКОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНА

Д. Г. Лин, Е. В. Воробьева

*Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Ф. Скорины», Республика Беларусь*

Термопластичные полимерные материалы или изделия в своем составе почти всегда имеют антиокислительные добавки или антиоксиданты. Даже невысокое содержание этих добавок (до 0,5 %) существенно увеличивает период активной эксплуатации полимера. По истечении этого срока изделие или материал резко теряет механическую прочность, эластичность. К сожалению, промышленные антиоксиданты, вводимые в полимер, неравномерно распределяются в нем, выпотевают на поверхность, испаряются [1], [2]. Цель настоящей работы – оценить влияние условий хранения полиэтилена, содержащего антиоксидант неозон Д, на термоокислительную стойкость полимера.

Образцы для исследований получали методом термического прессования полимерных композиций порошкообразного нестабилизированного ПЭНД (ГОСТ 16338–85, марка 20308-005) и антиоксиданта неозона Д (β-фенилнафтиламин, ГОСТ 39–79). Степень окисления пленочных образцов определяли по содержанию в полиэтилене карбонильных групп, используя для этого метод ИК-спектроскопии. За продолжительность индукционного периода окисления (ИПО) принимали время окисления, необходимое для достижения в пленке показателя экстинкции, равного 3–4 %.

Как видно из представленных данных (рис. 1), хранение полимерных образцов в растворителе (ацетон) приводит к сокращению ИПО с 9 ч (рис. 1, кривая 1) до 5,5 ч (рис. 1, кривая 2). Очевидно, сокращение ИПО образцов на 40 % в данном случае обусловлено вымыванием антиоксиданта растворителем.