

6. Bosyakov, M.N. Nitrogen transfer during ion nitriding / M.N. Bosyakov, A.A. Kozlov, I.L. Pobol. – Surface Engineering, 2015, № 3. – P. 3–10.

7. Sun, Y. Computer Prediction of Threshold Nitriding Potential Curves / Y. Sun, T. Bell. – Heat Treatment of Metals, 1997, № 2. – P. 43–49.

8. Босяков, М.Н. Влияние концентрации легирующих элементов в конструкционных сталях на их азотируемость / М.Н. Босяков, А.Н. Моисеенко // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования, тезисы докладов. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2016. – С. 32–34.

9. Лахтин, Ю.М. Расчет влияния легирующих элементов на растворимость и диффузию азота в стали при азотировании в α и ϵ – фазах / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган, А.А. Булгач // Труды МАДИ. Азотирование в машиностроении. – 1974, № 174. – С. 42–59.

10. Моисеенко, А.Н. Кинетика поглощения азота в процессах ионного азотирования / А.Н. Моисеенко. – Современные методы и технологии создания материалов. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2015, № 2. – С. 170–177.

УДК 632.95.025.4

Воробьева Е.В.

СИНЕРГИЗМ АНТИОКСИДАНТОВ И ИНЕРТНЫХ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПОЛИОЛЕФИНАХ ПРИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА МАТЕРИАЛ

ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель

Для повышения термоокислительной стойкости полиолефинов в них состав вводят ингибиторы или антиоксиданты. Эти вещества являются достаточно дорогостоящими, поэтому целый ряд исследований направлен на поиск способов повышения их эффективности в материале и синергических эффектов. Синергический эффект выражается в том, что если индукционный период окисления (ИПО) полимера в присутствии одного антиоксиданта составляет τ_1 , в присутствии второго вещества – τ_2 ,

то при совместном использовании модификаторов регистрируемый индукционный период $\tau_{1,2} > \tau_1 + \tau_2$. В работах [1, 2] экспериментально выявлен синергический эффект при введении инертных наполнителей в полиэтилен, содержащий антиоксидант неозон Д. В дальнейших исследованиях было показано, что при одновременном присутствии в материале других низкомолекулярных антиоксидантов и инертных наполнителей также фиксируется увеличение ИПО полимерного композита.

В работе [3] предложен физический механизм описанного синергического эффекта, который заключается в том, что частицы наполнителя в материале способствуют более равномерному распределению антиоксиданта, а также уменьшают их летучесть. Исходя из этого, можно сделать предположение, что молекулярная масса антиоксиданта будет влиять на степень проявления синергического эффекта.

Поэтому целью настоящей работы явилось исследование взаимосвязи между молекулярной массой антиоксиданта и степенью проявления синергического эффекта при термоокислении полиэтилена, содержащего инертные наполнители.

При проведении исследований использовали порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления (ГОСТ 16338–85, марка 20308-005), в который вводили антиоксиданты и инертные наполнители. Затем из полученных композиций готовили пленочные образцы методом термического прессования. Подробно методика приготовления полимерных композиций приведена в работах [1–3].

В качестве антиоксидантов использовали: дифениламин, неозон Д, алкофен Б, агидол-2, ирганокс 1010 (таблица). Инертным наполнителем в композициях являлся оксид алюминия Al_2O_3 (ГОСТ 8136–85).

Термоокисление образцов проводили в термошкафах при температуре 150°C, контроль за процессом окисления осуществляли методом ИК-спектроскопии, используя для этого полосу поглощения 1720 cm^{-1} .

Степень проявления синергического эффекта оценивали показателем η , который рассчитывали по формуле

$$\eta = \text{ИПО} / \text{ИПО}_0$$

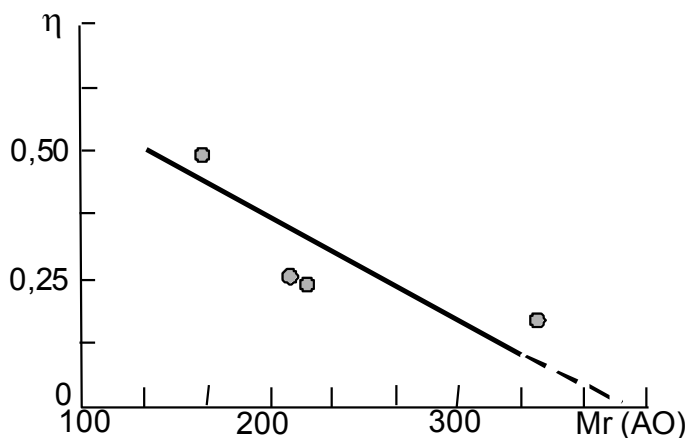
где ИПО – увеличение (прирост) продолжительности ИПО, при введении наполнителей, ИПО₀ – продолжительность ИПО образца пленки содержащей только антиоксидант.

Антиоксиданты, используемые в экспериментах

Торговое название	Название по химической номенклатуре	Брутто-формула	Молярная масса, г/моль
неозон Д	β -нафтиламин	$C_{10}H_9NH$	143,18
дифениламин	(N-фенил)-анилин	$C_{12}H_{11}N$	169,23
алкофен Б (агидол, ионол)	2,6-ди-трет-бутил-4-метил-фенол	$C_{15}H_{24}O$	220,35
агидол-2	2,2' - метилен- бис (4-метил-6-третбутил-фенол)	$C_{23}H_{32}O_2$	340,51
ирганокс 1010	метилен-3-(3',5'-дитетрабутил 4 – гидроксипропил) пропионат	$C_{73}H_{108}O_{12}$	1177,63

Для исследований были подготовлены пленки толщиной 100 мкм, содержащие в своем составе 0,1% масс. антиоксиданта и 1% масс. наполнителя. В качестве контрольных образцов использовались полиэтиленовые пленки толщиной 100 мкм, содержащие только соответствующий антиоксидант. Результаты приведенных исследований приведены на рисунке. Как видно из представленных данных, предполагаемая взаимосвязь между молекулярной массой антиоксидантов и эффективностью ингибирования полимера при проявлении явлений синергизма является линейной. Экстраполяция приведенной зависимости позволяет определить максимальную молекулярную массу антиоксиданта (до 400 г/моль), для которого будет реализовываться

синергизм термоокислительной стойкости при введении инертного наполнителя оксида алюминия.



Взаимосвязь между молекулярной массой антиоксидантов (дифениламин, неозон Д, агидол, агидол-2) и силой синергетических эффектов (η) при добавлении 1% масс наполнителя оксида алюминия

Приведенная зависимость указывает на то, что при высоких значениях молекулярной массы антиоксиданта синергический эффект не будет проявляться. Этот факт подтверждается экспериментально, при использовании антиоксиданта ирганокса 1010 (м.м. 1177,63 г/моль) дополнительное введение наполнителя приводит к антагонистическому эффекту [2]. Так, ИПО образцов, ингибированных 0,1% масс. ирганокса 1010 сокращается с 31 часа до 27 часов при введении 1% масс. оксида алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lin, D.G. Performance of a Phenolic Antioxidant Introduced by Different Procedures into Polyethylene Containing Dispersed Fillers / D.G. Lin and E.V.Vorob'eva // Russian Journal of Applied Chemistry. – D.G. Lin and E.V. Vorob'eva. – 2013.– Vol. 86, Issue 1. – P. 82–86.
2. Lin, D.G. Influence of Chemically Inert Fillers on the Efficiency of Polyethylene Inhibition by Antioxidants / D.G. Lin, E.V. Vorobyova,

V.M. Shapovalov // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2014. – Vol. 87, Issue 7. – P. 966–973.

3. Лин, Д.Г. Эффективность ингибирования полиэтилена при введении в него металлооксидных наполнителей / Д.Г. Лин, Е.В. Воробьева, В.М. Шаповалов // Материалы, технологии, инструменты. – 2015. – № 1, Т. 20 – С.70–77.

УДК 621.941.1

Данильчик С.С.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЛАЧКА, ЗАДАЮЩЕГО ТОКАРНОМУ РЕЗЦУ КОЛЕБАНИЯ С АСИММЕТРИЧНЫМ ЦИКЛОМ

БНТУ, Минск

При точении с асимметричными колебаниями инструмента, которые дополнительно накладываются на его подачу с целью дробления сливной стружки, форма и размеры элементов стружки зависят от режимов резания, частоты и амплитуды колебаний, а также от соотношения периодов движения инструмента в направлении подачи (врезание) и обратном направлении (отвод) в течение цикла колебаний [1]. Заданные параметры колебательного движения инструмента можно обеспечить кулачком. С целью определения оптимальных размеров и профиля кулачка для сообщения колебаний, целесообразно проанализировать силы, действующие в процессе обработки на инструмент.

Рассмотрим угловые колебания инструмента вокруг оси Y , расположенной в горизонтальной плоскости ниже опорной поверхности резца перпендикулярно оси вращения заготовки. Кинематика процесса резания с такими колебаниями не отличается от кинематики резания с осевыми колебаниями даже при малых значениях диаметра обрабатываемых деталей и радиуса колебаний. Врезание инструмента в заготовку в течение цикла колебаний обеспечим внешней возмущающей силой, создаваемой кулачковым механизмом, а отвод инструмента осуществляется пружинами. Колебательное движение инструмента вокруг оси Y можно описать уравнением