

С. А. Шевцова, Л. А. Бударина, Р. Я. Дебердеев

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРЕТОВ СО СТАБИЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ключевые слова: адгезия, композиционные материалы, электретные покрытия

Исследованы плёнообразующие и электретные свойства композиций на основе полимеров с активными функциональными группами в системе «матрица – полимерное покрытие».

Keywords: adhesion, composite materials, electret coatings.

Electret and film-forming properties of compositions based on polymers with reactive functional groups in the system "matrix - polymer coating" were investigated.

Разнообразие областей применения полимерных электретов ставит перед исследователями задачу целенаправленного технологического поиска и разработки новых электретных материалов с заранее заданными физико-химическими свойствами. Очень перспективными являются электреты многослойной структуры типа «сэндвич», образованные сочетанием химически разнородных компонентов и обладающие стабильным электретным эффектом.

Плёнообразование из растворов полимеров существенным образом зависит от свойств используемых плёнообразователей, главным образом, от природы и количества функциональных групп в составе полимеров, которые позволяют целенаправленно изменять свойства полимерных покрытий [1]. Поэтому технологический поиск в области расширения ассортимента полимерных плёнообразователей, обладающих электретными свойствами, и изучение закономерностей изменения их свойств в процессе поляризации является актуальным.

Для получения электретов методом растворной технологии в качестве плёнообразующих были выбраны полимеры с различными адгезионно-активными функциональными группами: поливинилацетат (ПВА), хлорсульфированный полиэтилен (ХСПЭ), сополимер винилхлорида с винилацетатом (А-15-О), поликомплекс полиметакриловой кислоты (ПМАК) с гексаметиламинидом фосфорной кислоты (ГМТАФ). В качестве полимерной матрицы были использованы как жёсткие подложки (медь, алюминий, сталь, жёсть), так и полиэтилентерефталатная (ПЭТФ) плёнка различных толщин. Анализ полимеров методами ДТА и ТГА показал, что они обладают термостабильностью до 200°C, а окислительные процессы и большая скорость потери массы наблюдается в интервале температур 275-400°C.

Покрытия формировались при комнатной температуре, подвергались сушке до полного испарения растворителей и зарядке в поле коронного разряда с потенциалом 15, 20, 25 и 30 кВ. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что электретные свойства проявила лишь система ПВА-металлы, для которой величина возникающего

на поверхности образцов потенциала ($U_{ко}$) составляет 800-1500В и зависит от типа применяемой металлической подложки. Одной из характеристик электретных свойств является эффективная поверхностная плотность заряда ($\sigma_{эфф}$), характеризующая не только поверхностный заряд, но и распределение его в объёме образца, значение и знак которой зависят от соотношения компонентов поляризации и инжектированных зарядов [2]. Рассчитанная величина $\sigma_{эфф}$ для покрытий, полученных из 60%-ного раствора ПВА в ацетоне, составила: для меди - $7,30 \cdot 10^{-7}$, для алюминия - $8,20 \cdot 10^{-7}$, для стали - $8,85 \cdot 10^{-7}$, для жести - $12,00 \cdot 10^{-7}$ Кл/см². Однако, наблюдаемый быстрый спад заряда для всех типов металлов в течение суток, можно, вероятно, объяснить расположением инжектированных зарядов в межфазной области и слабым закреплением носителей зарядов на ловушках.

Для того, чтобы получить стабильные электретные свойства для систем «полимер-металл», нужно, вероятно, наносить на поверхность металла промежуточные адгезионные слои. С целью усиления электретного эффекта на медные, алюминиевые и стальные подложки с двух сторон был нанесён ПЭВД марки 16803-070, который затем оплавлялся в термошкафу при 453К в течение 60 минут. Затем на одну из сторон образца наносился слой сополимера А-15-О (5%-ный раствор в ацетоне). Нанесение полиэтиленового подслоя позволило увеличить время стекания зарядов с поверхности образцов до 6 – 8 суток.

Была исследована также возможность получения электретных систем на ПЭТФ-плёнке различных толщин (25, 65, 100 и 175 мкм). Растворы полимеров наносились на обезжиренную поверхность образцов ПЭТФ-плёнки, подвергались сушке до полного испарения растворителя и поляризации в поле коронного разряда при напряжении 25 кВ течение 60 с. Начальные значения напряжения компенсации и рассчитанные значения $\sigma_{эфф}$ для полученных образцов представлены в таблице 1. из которой можно видеть, что электретный эффект проявляют все исследованные системы (ПМАК:ГМТАФ – ПЭТФ, ПВА-ПЭТФ, ХСПЭ-ПЭТФ).

Таблица 1 – Начальные значения напряжения компенсации ($U_{к0}$) и $\sigma_{эфф.}$ для полученных электретов

Полимерное покрытие	Толщина лавсановой плёнки, мкм	$U_{к0}$, В	$\sigma_{эфф.}$, Кл/см ²
ПВА (60%-ный раствор в ацетоне)	25	-1800	$5,82 \cdot 10^{-7}$
	65	-1400	$4,32 \cdot 10^{-7}$
	100	-1900	$5,96 \cdot 10^{-7}$
	175	-1000	$2,85 \cdot 10^{-7}$
ПМАК:Г МТАФ (20%-ный раствор в ДМФА)	25	-1000	$3,05 \cdot 10^{-7}$
	65	-1200	$3,75 \cdot 10^{-7}$
	100	-900	$2,66 \cdot 10^{-7}$
	175	-1500	$4,43 \cdot 10^{-7}$
ХСПЭ (40%-ный раствор в хлороформе)	25	-750	$2,11 \cdot 10^{-7}$
	65	-900	$2,41 \cdot 10^{-7}$
	100	-1100	$3,03 \cdot 10^{-7}$
	175	-700	$1,89 \cdot 10^{-7}$

Стабильность электретного эффекта оценивалась по изменению величины $\sigma_{эфф.}$ во времени при хранении электретов при комнатных условиях. Для всех образцов наблюдается постепенный спад зарядов с течением времени, однако, наибольшей стабильностью электретных свойств обладает система ПВА-ПЭТФ (заряд спадает до нуля за 66 суток). На стабильность электретных свойств образцов существенным образом влияет толщина полимерной матрицы. Установлено, что оптимальной толщиной подложки,

для которой электретный эффект наиболее стабилен, является 100 мкм.

Представляло интерес исследовать свойства многослойных систем, полученных путём нанесения покрытий из растворов полимеров, обладающих адгезией к полимерной матрице и взаимoadгезией. В этом случае можно ожидать, что электретный эффект будет усиливаться за счёт межфазного диполь-дипольного взаимодействия функциональных группировок, входящих в состав полимеров. Наиболее стабильные электретные свойства показали образцы, полученные послойным нанесением на лавсановую основу растворов полимеров ПВА и А-15-О (для них наблюдался наиболее медленный спад зарядов в течение 55 суток).

Разработанные покрытия могут быть рекомендованы для получения многослойных систем, обладающих стабильными электретными свойствами.

Литература

1. Шевцова С.А. Коронозлектреты на основе сополимеров N-винилпирролидона с 2-акриламидо-2-метилпропансульфонатом натрия / Шевцова С.А., Желонкина Т.А., Галиханов М.Ф., Куренков В.Ф. // Пласт. массы. - 2006. - №1. - С. 13-15.
2. Галиханов М.Ф. Изменение адгезионных характеристик двухслойных полимерных плёнок к металлической подложке при переводе их в электретное состояние. / Галиханов М.Ф., Козлов А.А., Дебердеев Р.Я. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. - 2008. - Т. 51. - Вып. 1. - С. 77-80

© С. А. Шевцова - канд. хим. наук, доцент кафедры технологии пластических масс КНИТУ; Л. А. Бударина – канд. хим. наук, доц., заслуженный методист каф. технологии переработки полимеров и композиционных материалов КНИТУ; Р. Я. Дебердеев – д-р техн. наук, зав. каф. технологии переработки полимеров и композиционных материалов КНИТУ; deberdeev@kstu.ru.