

А.Д. Мурадов, К.Е. Ералиев, Г.С. Суюндыкова

Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО ЛАНТАНОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДА

Аннотация. Методом оптической спектроскопии проведено исследование влияние концентрации нанодисперсного лантанового наполнителя на оптические свойства полиимидного композитного материала. Были изучены спектры пропускания и поглощения полученных композитных материалов. Выявлено увеличение диапазона пропускания света в сторону УФ области излучений и снижения интенсивности пропускания света в результате введения нанодисперсного лантана.

Ключевые слова: полиимид, композитные материалы, оптическая спектроскопия, нанодисперсный наполнитель, лантан.

Введение

Широкое использование полимерных материалов в оптических устройствах вызывает особый интерес к возможности модификации оптических свойств путем добавления в их матрицу металлических нанопорошков. Создание композитных материалов с наноструктурами металлов позволяет не только расширить области практического применения в качестве заменителей традиционных материалов, но и открыть принципиально новые возможности их использования в аппаратах, приборах и конструкциях, где полимеры незаменимы. Особый интерес представляет модификация полиимидов различными наполнителями с целью создания материалов с улучшенными электрофизическими свойствами.

Влияние различных наполнителей на свойства полимеров довольно разнообразно. Особняком стоят наполнители на основе редкоземельных металлов и их сплавов. Ранее были изучены люминисцентные свойства полимерного композитного материала с наполнителем на основе европия [1]. Также оптические свойства ионов редкоземельных металлов эрбия и неодима используются для усиления оптических сигналов, используемых в телекоммуникационных системах с длиной волны $\lambda=1550\text{нм}$ и $\lambda=1330\text{нм}$

соответственно [2]. Это усиление происходит с помощью механизма индуцированного излучения. Широкий спектр материалов, в числе которых LaF₃, наиболее подходили для

успешного использования их в материалах для

оптического усиления сигнала. Поэтому изучение воздействия нанодисперсных наполнителей на основе редкоземельных металлов на оптические свойства полимеров остается актуальной задачей. Целью данной работы явилось

раширение области пропускания света у полученного полиимидного композитного материала.

Экспериментальная часть

В работе были исследованы полимерные композитные материалы (ПКМ) на основе полиимидной матрицы марки Kapton с наполнителем в виде нанодисперсного порошка лантана с разной концентрацией (С): С = 1,0% вес., С = 2,0% вес., а также сама полиимидная пленка, в роли исходного образца.

ПКМ были изготовлены путем механического смешивания раствора лака полиимида с нанодисперсным порошком наполнителя из лантана с последующим отливанием смеси на стеклянную подложку и термоидимизацией при температуре 2000 С.

Рабочие образцы представляли собой пленки 50x20 мм, толщиной, соответственно, для С = 1,0% вес. – 0,05 мм; С = 2,0% вес. – 0,07 мм., а у полиимидной пленки – 0,11 мм.

Исследование образцов на пропускание и поглощение света проводилось, при комнатной температуре, на спектрофотометре Shimadzu модель UV-3600. Сканирование проводилось в диапазоне от 185 до 3600 нм, а

поглощение с диапазоном от 240 до 2400 нм, при использовании интегральной системы для отражения.

Исследование рамановских спектров проводилось на установке NTEGRA Spectra с лазером с длиной волны $\lambda=473$ нм.

Результаты и обсуждение

Проведен гранулометрический анализ распределения частиц лантана в полиимидной матрице на оптическом микроскопе Leica DM 6000 M (Рис. 1). Видно, что частицы наполнителя равномерно распределены по объему вещества, композит обладает гомогенной структурой, внутри системы нет поверхности раздела отдельных частей. Средний размер фракций частиц наполнителя составляет ≈ 40 мкм (рис. 1 приложение).

Экспериментальные спектральные зависимости коэффициента пропускания исходной пленки ($C=0\%$, вес.) и пленок с различными концентрациями наполнителя представлены на рисунке 2 приложения. Видно, что в диапазоне от 450 нм до 2500 нм с увеличением концентрации наполнителя уменьшается пропускная способность композитного материала, так для композита с $C = 1$ вес.% – интенсивность уменьшается в 1,3 раза по сравнению с чистым полиимидом, а для $C = 2$ вес.% – уменьшается в 2,2 раза. Уменьшение коэффициента пропускания может быть связано с поглощением и рассеянием света на частицах лантана. С увеличением содержания лантана в полимерном композитном материале увеличивается число энергетических переходов с E_1 на E_2 . Добавление нанодисперсного порошка лантана в ПКМ увеличивает диапазон захвата ультрафиолетовой области. Появляется пропускная способность излучений в диапазоне длин волн от 300 до 450 нм, в то время как предел пропускания у чистого полиимида составляет 450 нм.

Видно, что пики, характерные для чистого полиимида, $\lambda=1663$; 1905; 2125; 2364; 2454 нм сохраняются и в композитных материалах, уменьшаясь по интенсивности. Это свидетельствует о том, что частицы лантана не вступают в реакцию с полиимидной матрицей и не образуют никаких новых химических связей.

Уменьшение интенсивности спектров связано с тем, что с увеличением концентрации наполнителя возрастает рассеяние света на частицах наполнителя в матрице.

На рисунке 3 приложения представлены рамановские спектры исследуемых образцов. Видно, что с введением наполнителя в полиимид не образуются новые пики. Это также подтверждает то, что частицы лантана не вступают в химическую связь с матрицей полиимида, образуя гомогенную структуру

Заключение

Было изучено влияние концентрации нанодисперсного порошка лантана на оптические свойства полиимидного композитного материала. Установлено, что введение данного наполнителя в полиимид приводит к увеличению области пропускания света в сторону УФ области, в диапазоне длин волн от 300 нм до 450 нм. Но при этом коэффициент пропускания композитного материала уменьшается с ростом концентрации наполнителя. Так, по сравнению с чистым полиимидом, интенсивность пропускания снизилась в 1,3 и в 2,2 раза для $C = 1\%$ вес. и $C = 2\%$ вес. соответственно. Частицы наполнителя не вступают в химическую связь с матрицей полиимида, образуя гомогенную структуру.

Список литературы

- 1 Journal of optoelectronics and advanced materials, vol. 8, No. 2, april 2006, p. 829-834.
- 2 R. Nieuwland, R. Dekker, L.T.H. Hilderink, M.B.J. Diemeer, K. Wörhoff, J.W. Stouwdam, F.C.J.M. van Veggel and A. Driessen, Proceedings of the 2004 Annual Symposium IEEE/LEOS Benelux Chapter, 2-3 December 2004, Ghent University, Belgium, 323-326.
- 3 Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol. 9, No. 1, January - March 2014, p. 53 - 60.
- 4 Bugrov A.N., Svetlichnyi V.M., Popova E.N., Ivan'kova E.M., Dobrodumov A.V., Gofman I.V., Almjasheva O.V. Distribution of ZrO₂ nanoparticles in polymer matrix // The 7-th International Symposium —Molecular Mobility and Order in Polymer Systems. St-Petersburg. June 6-10 2011. Book of abstracts. P-089.

5 Bugrov A.N., Svetlichnyi V.M., Smyslov Polymer Systems. St-Petersburg. June 6-10 R.You., Nekrasova T.N., Almjasheva O.V. 2011. Book of abstracts. P-90.
Luminescent properties of polymer nanocomposites based on solid solution of $ZrO_2(Eu_2O_3)$ // The 7-th International Symposium —Molecular Mobility and Order in

Принято в печать 18.02.2015

Приложение

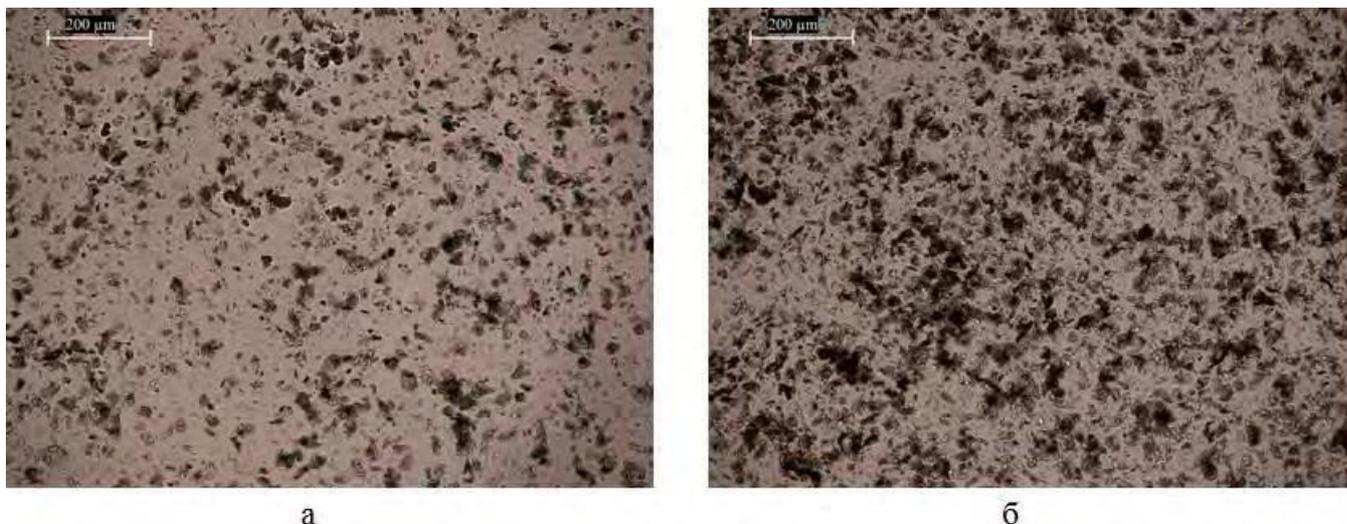


Рисунок 1.– Микрофотография на просвет пленок системы полиимид – лантан с концентрацией наполнителя $C=1\%$, вес(а) и $C=2\%$, вес(б).

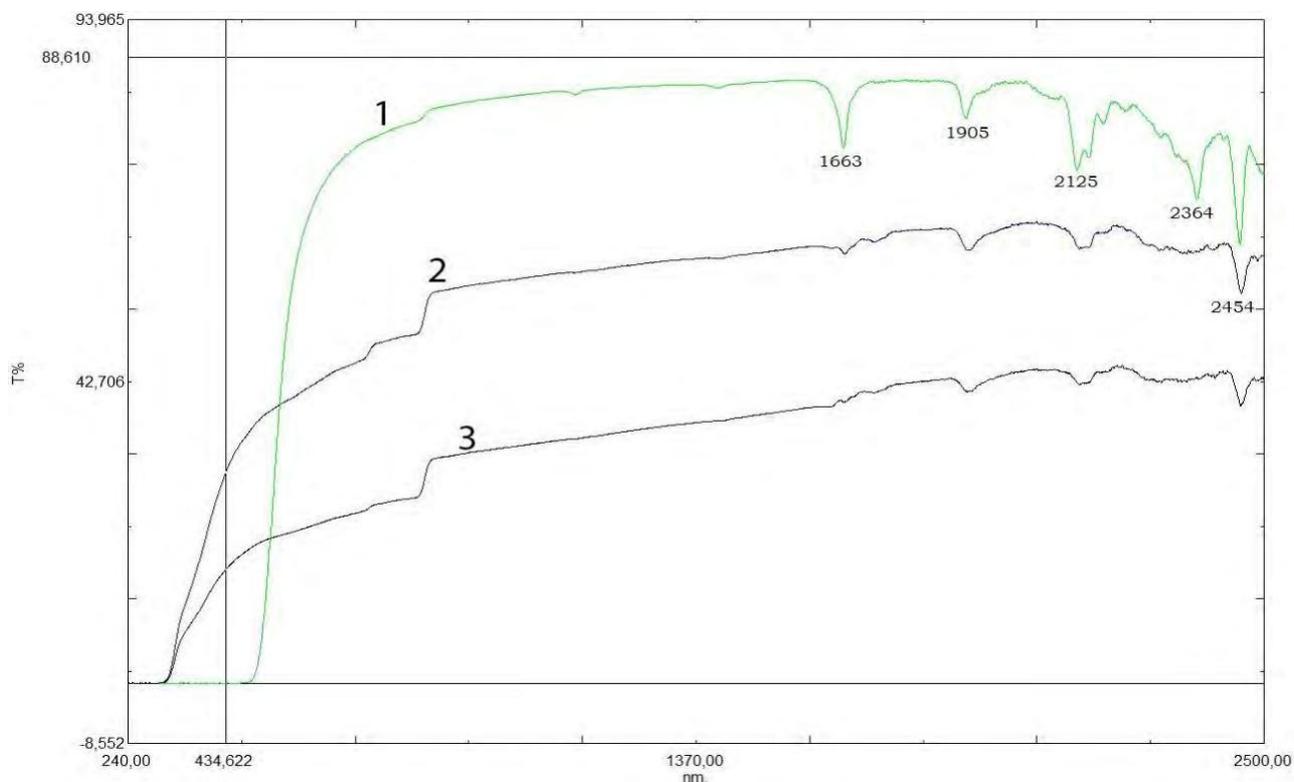


Рисунок 2.– Спектры пропускания композитного материала «La – Полиимид», при $T = 300K$: 1 – $C = 0$ вес.%; 2 – $C = 1$ вес.%; 3 – 2 вес.%.

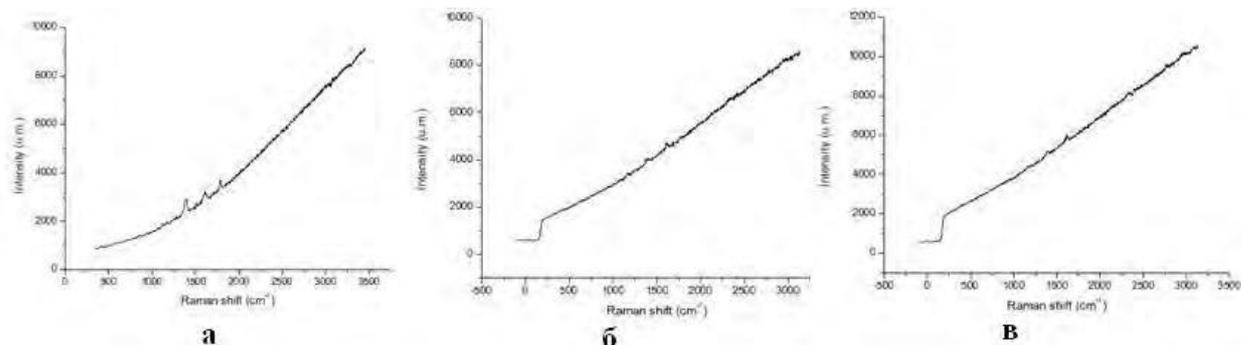


Рисунок 3.– Рамановские спектры образцов ПКМ «La – Полиимид» с концентрациями: а)С=0%,вес;б)С=1%,вес;в)С=2%вес.

А.Д. Мурадов, К.Е. Ералиев, Г.С. Суюндыкова

Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО ЛАНТАНОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДА

Аннотация. Методом оптической спектроскопии проведено исследование влияние концентрации нанодисперсного лантанового наполнителя на оптические свойства полиимидного композитного материала. Были изучены спектры пропускания и поглощения полученных композитных материалов. Выявлено увеличение диапазона пропускания света в сторону УФ области излучений и снижения интенсивности пропускания света в результате введения нанодисперсного лантана.

Ключевые слова: полиимид, композитные материалы, оптическая спектроскопия, нанодисперсный наполнитель, лантан.

A.D. Muradov, K.Ye. Yeraliyev, G.S. Suiundykova Al-Farabi named Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan.
blasetti@inox.ru

EFFECT OF LANTHANUM NANOSIZED FILLER ON THE OPTICAL PROPERTIES OF THE COMPOSITE POLYMER

Abstract. Effect of lanthanum nanosized filler on the optical properties of the composite polymer as a function of filler concentration was studied. Determination reflection and absorption coefficients were obtained. Showed an increase in the range of transmission in the UV radiation and reduce the coefficient of transmission ability as a result of insecton nanosized lanthanum.

Keywords: polyimide, composite materials, optical spectroscopy, nanosized filler, lanthanum.

А.Д. Мурадов, Қ.Е. Ералиев, Г.С. Суюндыкова Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан blasetti@inbox.ru

ЛАНТАН НАНОДИСПЕРСТІК ТОЛТЫРҒЫШТЫҢ ПОЛИМЕРЛІК КОМПОЗИТІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕР ЕТУІ

Аннотация. Оптикалық спектроскопия әдісімен лантан нанодисперстік толтырғыштың концентрациясына байланысты полимерлік композитінің оптикалық

қасиеттеріне әсер етуі зерттеленді. Анықталған композиттік материалдың өткізу және жұтылу спектрлері зерттеленді. Нанодисперсті лантан ендіру нәтижесінде жарықты өткізу диапазоны УФ аумағына қарай ұлғайғаны және жарықты өткізу коэффициентінің төмендеуі анықталды.

Кілт сөздер: полиимид, композициондық материал, оптикалық спектроскопия, нанодисперстік толтырғыш, лантан.