

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ «ПОЛИМЕР – ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СВЕРХПРОВОДНИК» ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

**А.И. Купчишин, А.Д. Мурадов, Б.Г. Таипова\*, Г.Б. Сарсембаев\*\***

*Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы*

*\*Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая, Алматы*

*\*\*Жетысуский Государственный университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган*

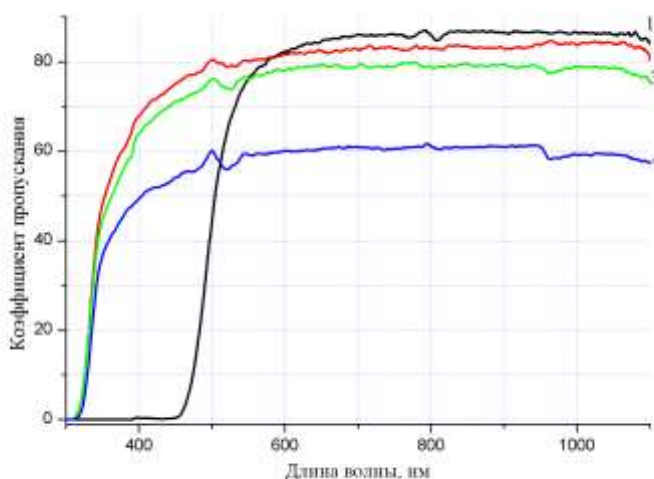
Исследовано влияние низкой температуры на оптические свойства полиимидной пленки и ее полимерных композиций (ПК) с наполнителями из порошка высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП)  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$  ( $x=0,7$ ) концентрациями: 0,05%; 0,1%; 0,5%. Оптические свойства изучались в спектральном диапазоне 190-1100 нм на спектрофотометре СФ-2000. Установлено, что охлаждения жидким азотом полиимидной пленки вызывает уменьшение коэффициента пропускания света на 3-6%, а изменение оптической плотности не наблюдается, что связано с уменьшением концентрации свободных ионов в структуре полиимидной пленки. Для ПК с ВТСП наполнителями 0,05%, 0,1% коэффициент пропускания света после охлаждения остается неизменным, а для концентрации с 0,5% характерно увеличение коэффициента пропускания света на 15%. Это свидетельствует о процессах, связанных с обратной реструктуризацией.

После обнаружения явления высокотемпературной сверхпроводимости [1], реальное использование данного явления было ограничено крайне низкой температурой перехода в сверхпроводящее состояние. Открытие высокотемпературной сверхпроводимости у оксидных материалов состава  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ , которые при температуре кипения жидкого азота становятся сверхпроводниками [2], привело бурному развитию исследований их физико-химических свойств. В результате было установлено, что высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) крайне чувствительны к воздействию внешней среды. Одним из возможных путей решения этой проблемы является разработка полимерных композиционных материалов (ПКМ) с ВТСП наполнителем. Создание наполненных композитов, состоящих из полимерной матрицы и ВТСП соединений, представляет практический интерес, так как при этом появляется возможность получения гибких ВТСП изделий. Известно, что оптические свойства ПКМ и ВТСП определяются их внутренней структурой и условиями термической обработки [3]. Для полимерных систем одним из основных оптических характеристик является коэффициент пропускания света  $T$  и оптическая плотность  $n$  данной системы.

В работе исследовано влияние низкой температуры на оптические свойства полиимидной пленки (ПИ) и полимерных композиций ПИ с ВТСП наполнителями различных концентраций. В качестве полимера матрицы выбран ПИ – типичный представитель синтетических полимеров, отличающиеся исключительной химической стойкостью к воздействию внешних агрессивных сред, обладающий высокими показателями физико-механических свойств, в частности термостойкостью при высоких и низких температурах [4]. Исследуемые образцы на основе полиимида были получены в Институте Химии НАН РК имени Бектурова, методом механического смешения, с последующей сушкой при температуре 373 К. В качестве наполнителя использовался порошок  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ , при  $x=0,7$ , полученный по методике твердофазного синтеза из оксидов и карбонатов. Образцы ПКМ представляли собой полимерную пленку с различными концентрациями наполнителя: 0,05%, 0,1%, 0,5%. В роли исходного образца использовался чистый полиимид.

Исследование оптических свойств данной системы проводилось в спектральном диапазоне 190 – 1100 нм, в КазНУ имени аль-Фараби, на спектрофотометре *СФ – 2000*.

Для проведения экспериментов были приготовлены образцы размерами 13×13 мм, рабочей областью 10×10 мм, которые в ходе эксперимента были вставлены в специальные кюветы спектрометра. Спектры исходных образцов измерялись при температуре 300 К в диапазоне длин волн  $\lambda = 190 - 1100$  нм. Затем образцы опускались в жидкий азот и выдерживались в нем в течение 300 с. Далее спектры снимались при температуре 300 К. Результаты исследований приведены на рисунках 1-4.

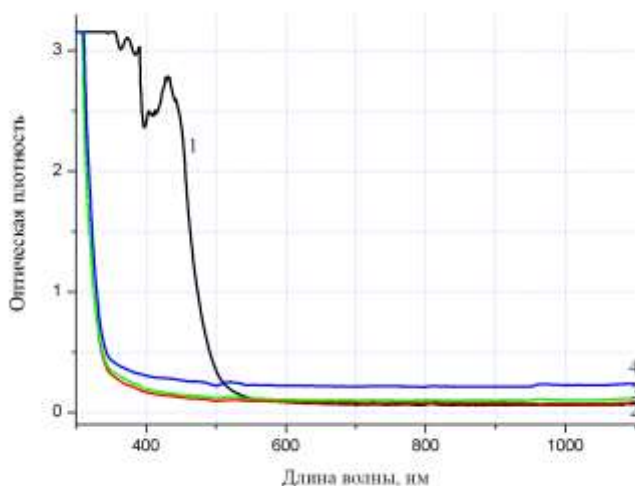


1-полиимид; 2-0,05%; 3-0,1%; 4-0,5%

Рис. 1. Изменение коэффициента пропускания света, образцов «ПИ-Керамика» в диапазоне длины волны 300-1100 нм до охлаждения жидким азотом

Как видно из рисунков 1, 2 в ультрафиолетовом диапазоне  $\lambda = 190 - 390$  нм коэффициент пропускания света полиимидной пленки равен нулю, то есть образец ведет себя как оптически плотная система (Рис. 2). В спектральном диапазоне 450 – 1100 нм (видимый и ближний инфракрасный диапазон) оптическая плотность уменьшается до нуля, а коэффициент пропускания в этой области резко увеличивается до 85 процентов. После добавления порошка иттриевой керамики в структуру ПИ пленки, во всех образцах с ВТСП наполнителями наблюдается снижение амплитуды спектров, смещение границ пропускания света и оптической плотности спектров в ультрафиолетовый диапазон ( $\lambda \sim 300$  нм). Это связано с внутренней реструктуризацией, заключающейся во влиянии оптических центров ПИ пленки. Для образцов с концентрациями 0,05 % и 0,1% изменение  $T$  сравнительно мало, а для концентрации 0,5% он уменьшается примерно на два порядка. Оптическая плотность  $n$  данных образцов с увеличением концентрации наполнителя увеличивается. Изменение  $n$  в образцах с концентрациями 0,05 % и 0,1% в диапазоне 450 – 1100 нм мало отличается от оптической плотности исходной ПИ-пленки, а увеличение концентрации

ВТСП до 0,5% приводит к увеличению  $n$  системы на 0,2%. Поведение спектров для всех образцов с ВТСП наполнителем в ультрафиолетовом диапазоне идентичны.



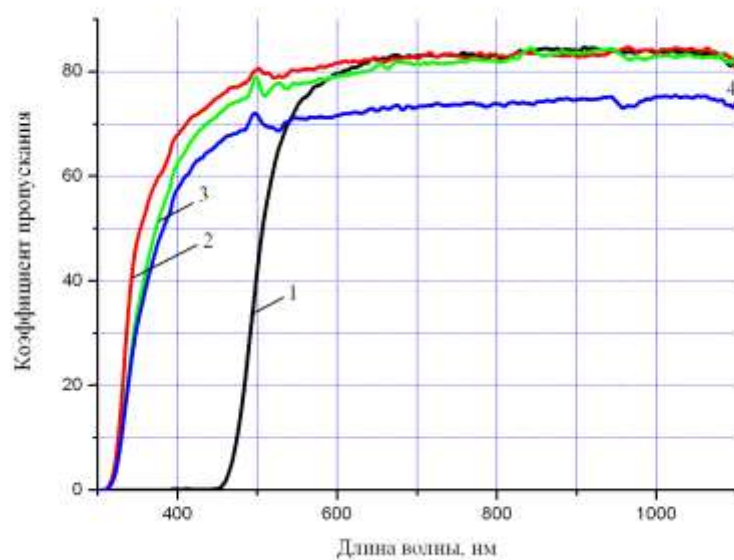
1-полиимид; 2-0,05%; 3-0,1%; 4-0,5%

Рис. 2. Изменение оптической плотности образцов «ПИ-Керамика» в диапазоне длины волны 300-1100 нм до охлаждения жидким азотом

Как видно из рисунков 3, 4 после обработки жидким азотом для всех образцов основной спектр сохраняется, что свидетельствует о сохранении структуры образцов. В диапазоне 450–1100 нм коэффициент пропускания света у полиимидной пленки уменьшается примерно на 3–6%, а изменение оптической плотности в данной области не наблюдается. Только в спектре образца с концентрацией 0,5% проявляются наиболее информативные изменения. В области длин волн 450–1100 нм коэффициент пропускания света увеличивается примерно на 15% по сравнению с исходным значением. Уменьшение оптической плотности системы для данного диапазона сравнительно мало и составляет 0,2%. Для образцов с концентрациями 0,05% и 0,1% величины коэффициента пропускания света и оптической плотности в области 450–1100 нм практически остаются постоянными и мало отличается от поведения спектров полиимидной пленки. Это обусловлено обратной реструктуризацией матрицы ПКМ и полиимидной пленки.

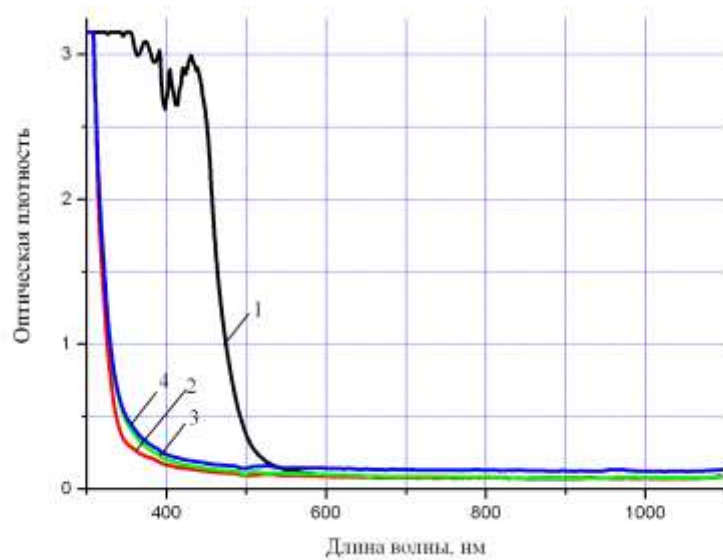
Из полученных данных видно, что для полиимидной пленки при  $\lambda \sim 450$  нм наблюдается резкое изменение коэффициента пропускания света и оптической плотности. Оптические характеристики образцов с ВТСП наполнителями сильно зависят от оптических свойств ПИ пленки. Наблюдаемое снижение пиков и смещение границ пропускания света и оптической плотности спектров в ультрафиолетовом диапазоне ( $\lambda \sim 300$  нм), связано с внутренней реструктуризацией, заключающиеся во влиянии оптических центров ПИ пленки.

После охлаждения жидким азотом коэффициент пропускания света у полиимидной пленки уменьшается на 3–6%, а изменение оптической плотности не наблюдается, что связано уменьшением концентрации свободных ионов в структуре полиимидной пленки.



1-полиимид; 2-0,05%; 3-0,1%; 4-0,5%

Рис. 3. Изменение коэффициента пропускания света образцов «ПИ-Керамика» в диапазоне длины волны 300-1100 нм после охлаждения жидким азотом



1-полиимид; 2-0,05%; 3-0,1%; 4-0,5%

Рис. 4. Изменение оптической плотности образцов «ПИ-Керамика» в диапазоне длины волны 300-1100 нм после охлаждения жидким азотом

Для образцов с ВТСП наполнителями 0,05%, 0,1% коэффициент пропускания света остается неизменным, а для концентрации с 0,5% характерно увеличение коэффициента пропускания света на 15%. Это свидетельствует о процессах, связанных с обратной реструктуризацией. Влияние низкой температуры для образцов с ВТСП наполнителем ведет к частичному восстановлению оптических свойств полиимидной пленки.

### Литература

1. Bednorz J.G., Muller K.A. Possible high  $T_c$  superconductivity in the  $La - Ba - Cu - O$  system. // Z. Phys.B.-1986.-Vol.64, №2.-P.189-193.
2. Wu M.K., Ashburn J.R., Tomg C.J. et al.. Superconductivity at 93 K in a new mixed phase  $Y - Ba - Cu - O$  compound system at ambient pressure // Phys. Rev. Lett.-1987.-Vol.58, №9.- P.908-911.
3. Тауц Я. Оптические свойства полупроводников. - М.: Мир, 1962.- 253 с.
4. Бюллер К-У. Тепло - и термостойкие полимеры - М.: «Химия», 1984.- 1056с.

### «ПОЛИМЕР – ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ АСҚЫН ӨТКІЗГІШ» ЖҮЙЕСІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

**А.И. Купчишин, А.Д. Мұрадов, Б.Г. Таипова\*, Ғ.Б. Сәрсембаев\*\***

*әл – Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.*

*\* Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.*

*\*\* I. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.*

Полиимидтік қабыршақ пен оның  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$  ( $x=0,7$ ) жоғары температуралы асқын өткізгіш (ЖТАӨ) ұнтағының негізінде даярланған концентрациялары, 0,05%; 0,1%; 0,5% полимерлік композицияларға (ПК) төменгі температураның тигізетін әсері зерттелді. Оптикалық қасиеттерді зерттеу жұмыстары СФ-2000 спектрофотометрінде, 190-1100 нм спектрлік диапазонда жүргізілді. Сұйық азотпен суыту нәтижесінде полиимидтік қабыршақтың сәуле өткізу коэффициентінің 3-6%-ке төмендеп, оптикалық тығыздығының мәнінің өзгеріссіз қалуы, үлгі құрылымындағы еркін иондар шоғырының азияюымен түсіндіріледі. ЖТАӨ қоспа негізінде даярланған ПК 0,05%, 0,1% үлгілері үшін сәуле өткізу коэффициентінің мәні суытудан кейін өзгермей сақталып, ал 0,5% үлгісінде сәуле өткізу коэффициентінің мәні 15%-ке дейін артады. Бұл үлгілерде қайта құрылымдану процестерінің өтетіндігін көрсетеді.

### STUDY OF OPTICAL PROPERTIES CHANGING BY THE TEMPERATURE INFLUENCE IN THE «POLYMER-HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR» SYSTEM

**A.I.Kupchishin, A.D.Muradov, B.G.Taipova\*, G.B. Sarsembaev\*\***

*Kazakh National university of the name al-Farabi, Kazakhstan, Almaty*

*\*Kazakh National Pedagogical university of the name Abay, Kazakhstan, Almaty*

*\*\*Zhetysy State university of the name I.Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan*

The influence of low temperature on the optical properties of polyimide films and its polymeric composition (PC) with powder filler of high-temperature superconductor (HTS)  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$  (where  $x=0,7$ ) and concentration: 0,05%; 0,01%; 0,5% were investigated. The optical characteristics were studied in spectral range 190-1100 nm on spectrophotometer SF-2000. It was established, that the cooling by liquid nitrogen causes the reduction of light-transmission coefficient on 3-6%, but there is no any changing in optical densities, and it may be because of the decreasing of free ions concentrations in the polyimide film structure. For PC with HTS filler 0,05%; 0,1% light-transmission coefficient after cooling remains unchangeable, but for concentration with 0,5% the increase light-transmission factor on 15% was found. These facts are evidence of processes with inverse re-structural changing's.