

( $C \geq 0.05$  М) при происходит преимущественно в дальнем потенциальном минимуме, обусловленным преобладанием сил дисперсионного притяжения над силами структурного отталкивания на относительно больших расстояниях между частицами ( $>10$  нм).

## Литература

- 1 Дерягин Б.В., Ландау Л.Д. Теория устойчивости сильно заряженных лиофобных золь и слипания сильно заряженных частиц в растворах электролитов // ЖЭТФ – 1941. – Т.11, № 2 – С. 802–821.
- 2 Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. М.: Наука, 1986 – 206 с.
- 3 Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. М.: Наука, 1985 – 400 с.
- 4 Derjaguin B.V., Churaev N.V. Inclusion of structural forces in the theory of stability of colloids and films // J. Colloid Interface Sci. – 1985 - Vol.103, № 2 – P.542–553.
- 5 Oshima H. J., Healy T.W., White L.R. Improvement on Hogg-Healy-Fuerstenau formulas for the interaction on dissimilar double layers // Colloid. Interface Sci. 1982 –Vol. 9, № 2 – P.484–493.
- 6 Casimir H., Polder D. The influence of retardation of the London-van-der-Waals // Phys. Rev. – 1948 –Vol. 73, № 4 –P.360.
- 7 Schenkel J.H., and Kitchener J.A. A test of the Derjaguin- Vervy-Overbeek theory with a colloid suspensions // J.Chem. Soc. Faraday Trans. – 1960 – Vol.56, № 1 – P.161–163.
- 8 Чураев Н.В. Поверхностные силы и физикохимия поверхностных явлений // Успехи химии – 2004 – Т. 73, В. 1 – С. 26–38

Н. А.Новикова, Е.В.Голикова, Ю.М.Чернобережский

### NaCl ерітінділерінде монодисперсті кремнезем золінің тұрақтылығына бөлшектердің әрекеттесу энергиясының құрылымдық компоненттерінің ролі

Ағынды ультрамикроскопиялық әдісімен сулы NaCl ерітінділерінде рН 2.0; 3.0; 6.2; 9.0 және 10.2 мәндерінде монодисперсті (өлшемдері 250 нм) кремнезем золінің агрегаттану кинетикасы зерттелінген. Монодисперсті кремнезем золінің бөлшектерінде NaCl ерітінділерінде ( $C \geq 0.05$  М) баяу коагуляция жүреді, үйткені бөлшектердің арасында үлкен қашықтықтарда ( $>10$  нм) дисперсионды тартылыс күштерінің құрылыстық тебілу күштерінен басым болған жағдайда пайда болатын алыстаған потенциалдық минимумда өтеді.

**Кілттік сөздер:** агрегациялау кинетикасы, қайтымды агрегация, ағындық ультрамикроскопия, кремнеземнің монодисперсті золі.

E.V. Golikova, N.A. Novikova, Yu.M. Chernoberezhskii

### The study of aggregate stability of monodisperse silica sol in NaCl solutions

By flow ultramicroscopy method the kinetics of aggregation of monodisperse silica sol (with a size 250 nanometers) in aqueous solutions NaCl at pH 6.2, 9.0 and 10.2 has been investigated. It was established that slow coagulation of sol  $\text{SiO}_2$  proceeds on barrierless mechanism in the distant potential minimum resulting from predominance of structural forces of repulsion on dispersion forces of an attraction.

**Keywords:** kinetics of aggregation, reversible aggregation, flow ultramicroscopy, monodisperse silica sol.

УДК 546.722:546.271

<sup>1</sup>\*Г.К.Алимбекова, <sup>1</sup> С.Б.Айдарова, <sup>2</sup> С.Ш.Кумаргалиева, <sup>2</sup> К.Б.Мусабеков, <sup>3</sup>И.Декани, <sup>2</sup>М.О.Исахов

<sup>1</sup>Международный институт послевузовского образования “Excellence PolyTech”, Казахстан, г. Алматы

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Сегедский университет, Венгрия, г. Сегед

E-mail: \*gulnur.alimbekova@gmail.com

### Тонкие пленки на основе магнитных наночастиц

В данной работе методом послойной сборки (LBL) подготовлены наногибридные тонкие пленки на основе магнитных наночастиц. Исследована адсорбция тонких пленок из наногибридных структур на основе магнитных наночастиц и водного раствора поливинилового спирта. Получены оптические спектры абсорбции

тонких пленок на основе 5% магнитных наночастиц и водного раствора поливинилового спирта, состоящих из 5 и 10 наногибридных слоев. Анализ оптических спектров светопоглощения показывает однородность и механическую стабильность наногибридных пленок.

**Ключевые слова:** тонкие пленки, магнитные наночастицы, поливиниловый спирт (ПВС), абсорбция, оптический спектр, наногибридный слой.

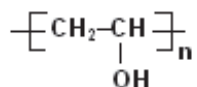
## Введение

Тонкие магнитные пленки являются объектом интенсивных исследований, что во многом определяется возможностями применения ферромагнитных пленок в микроэлектронике и вычислительной технике в качестве магнитных носителей для записи и хранения информации в запоминающих устройствах [1-2]. Магнитные пленки обладают рядом уникальных особенностей, способствующих повышению плотности записи информации и быстродействия запоминающих устройств. На основе тонких магнитных пленок разрабатываются также конструкции различных управляемых устройств в СВЧ-диапазоне: фильтров, амплитудных модуляторов, ограничителей мощности, фазовых манипуляторов. Обширные исследования были проведены в области полупроводниковых наночастиц в тонких пленках, например, методами Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ) и методом самосборки [3]. Также успешно используются технологии послойной сборки, первоначально разработанные для двух противоположно заряженных полиэлектролитов [4]. Метод, основанный на электростатических взаимодействиях между последовательно адсорбированными монослоями наночастиц и противоположно заряженными полиэлектролитами, обеспечивает простой и легкий путь для изготовления гибридных тонкопленочных структур [5].

Магнитные тонкие пленки широко используются в инженерии, прежде всего, как носители информации, хранящейся магнитно и в биомедицинских приложениях, в связи с этим, настоящая работа посвящена исследованию адсорбции магнитных наночастиц в структуре наногибридных пленок методом послойной сборки (LBL).

## Экспериментальная часть

В качестве объектов использованы поливиниловый спирт (ПВС) с молекулярной массой  $M_n = 1 \cdot 10^4 - 2,6 \cdot 10^4$  производства «Alfa Aesar» (Германия) и структурной формулой



и соли II, III валентного железа  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – для получения тонких пленок на основе магнитных наночастиц.

Получение магнитных наночастиц «методом послойной сборки», основано на реакции:



Эксперименты проводились на приборе UV-VIS спектрометр, Kontorn Uvikon 930 при волнах 290-800 нм спектре на кафедре физической химии и материаловедения в Сегедском Университете (Венгрия).

## Результаты и их обсуждение

Метод послойной сборки основан на адсорбции чередующихся противоположно заряженных макромолекул (полимеров, наночастиц, белков) [6]. Метод позволяет получать тонкие пленки (5–500 нм) заданной толщины и состава из большого количества разнообразных систем, причем сборка может проводиться на любой заряженной поверхности. Несомненным достоинством метода является простота технологии: процесс может вестись на воздухе и при комнатной температуре.

Тонкие пленки наносились на стеклянную пластинку погружением в раствор из водного раствора поливинилового спирта для адсорбции одного монослоя полимера. Оптические спектры поглощения на стеклянной пластинке в зависимости от длины волны при различных концентрациях поливинилового спирта и магнитных наночастиц были измерены после сушки. Далее для формирования следующего слоя методом послойной сборки (LBL) высушенная пластинка

помещалась в дисперсии магнитных наночастиц. Для исследования были использованы образцы, состоящие из 5 и 10 наногибридных слоев.

Полученные тонкие пленки из наногибридных структур на основе магнитных наночастиц и поливинилового спирта были механически стабильны.

Самым простым способом для исследования многослойного наращивания, вероятно, является УФ-спектроскопия, которая работает для всех цветных материалов. С помощью спектроскопических измерений УФ-видимого поглощения и стационарной флуоресценции были исследованы многослойные композитные пленки полилизин/наночастицы селенида кадмия [7] и поли(стирол сульфонат)/поли(аллил амин) (ПСС/ПАА)<sub>n</sub> [8], аналогичные пленкам, полученным в настоящей работе.

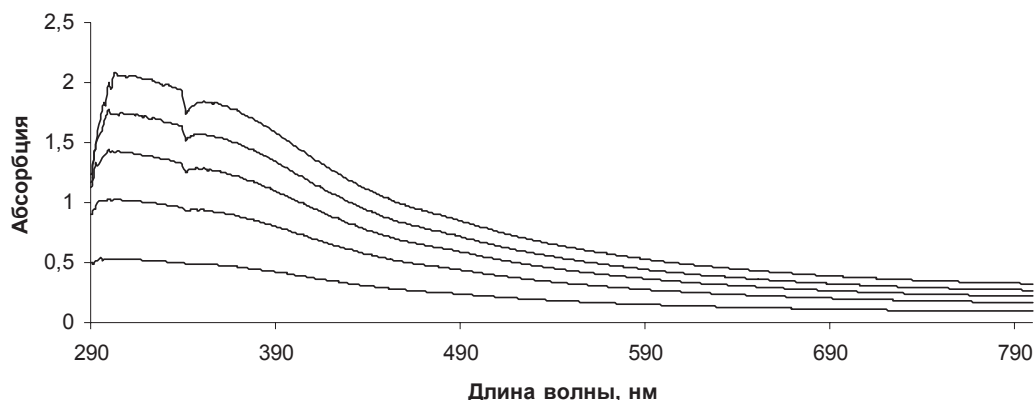


Рисунок 1 – Оптические спектры адсорбции тонких пленок на основе 5% магнитных наночастиц и  $10^{-3}$  М ПВС, состоящих из 5 наногибридных слоев

На рисунках 1 и 2 показаны оптические спектры адсорбции тонких пленок на основе 5% магнитных наночастиц и  $10^{-3}$  М ПВС, состоящих из 5 и 10 наногибридных слоев. Видно, что в обоих случаях поглощение пленки глобально возрастает с увеличением числа наногибридных слоев. Определено, что наночастицы были успешно собраны на пленку, и что число наночастиц внутри пленки возрастает с увеличением числа циклов осаждения. Данные, представленные на рисунках 1 и 2 позволяют заключить, что наночастицы в пленке хорошо отделены друг от друга и что во время монтаж-процессов не происходит агрегации [8].

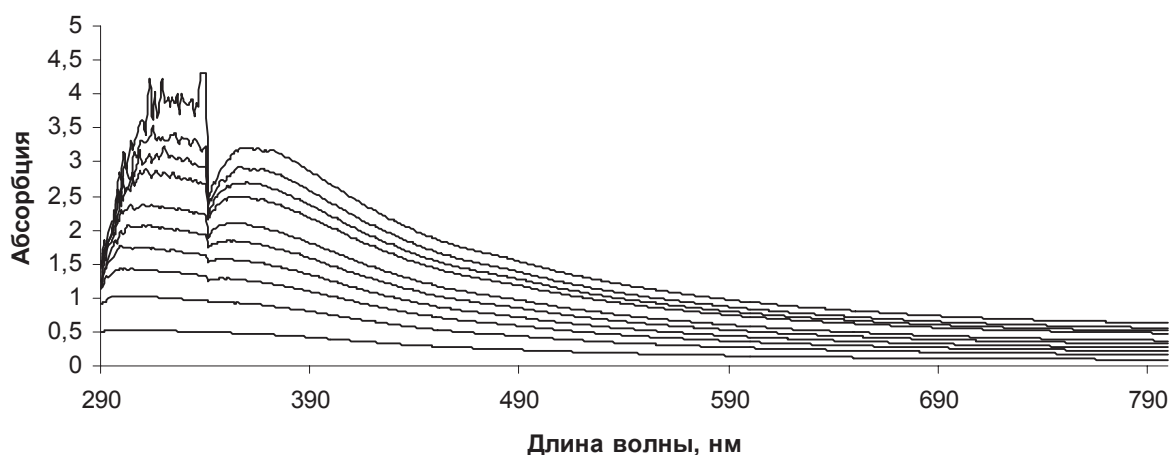


Рисунок 2 – Оптические спектры адсорбции тонких пленок на основе 5% магнитных наночастиц и  $10^{-3}$  М ПВС состоящих из 10 наногибридных слоев

На рисунках 3, 4 представлены оптические спектры адсорбции света в зависимости от числа слоев в различных концентрациях ПВС при длинах волн 400 нм: на рисунке 3 для адсорбции в тонких пленках из 5 наногибридных слоев, а на рисунке 4 - из 10 наногибридных слоев.

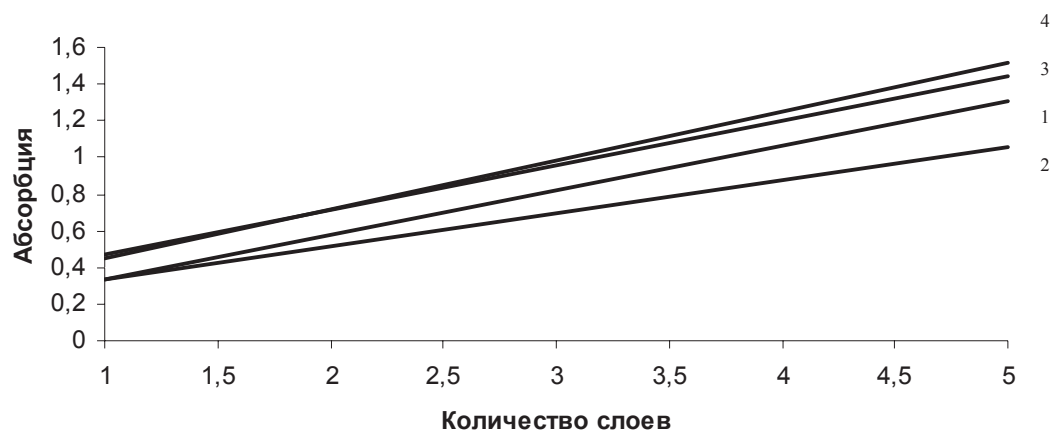


Рисунок 3 – Оптические спектры адсорбции магнитных наночастиц/ПВС 5 слоев на стеклянной пластинке. Концентраций ПВС являются: (1)  $10^{-6}$ ; (2)  $10^{-5}$ ; (3)  $10^{-4}$ ; (4)  $10^{-3}$  моль/л

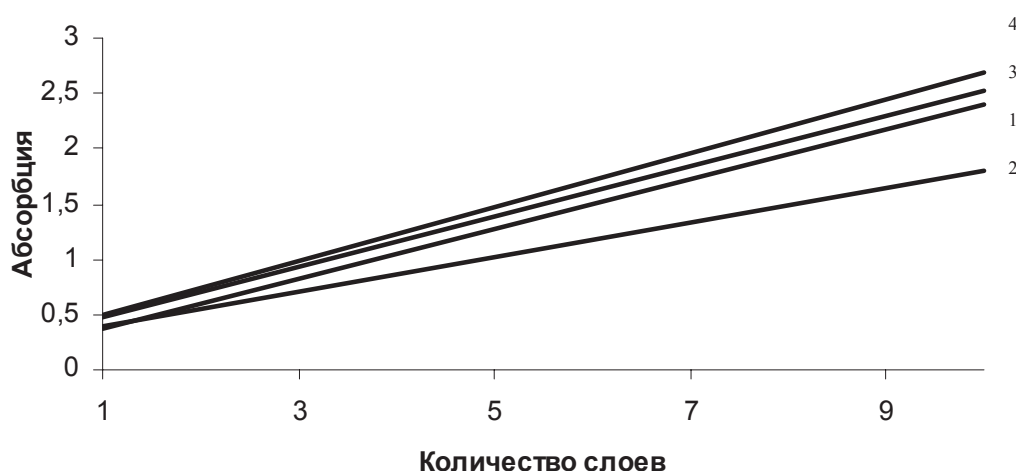


Рисунок 4 – Оптические спектры адсорбции магнитных наночастиц/ПВС 10 слоев на стеклянной пластинке. Концентраций ПВС являются: (1)  $10^{-6}$ ; (2)  $10^{-5}$ ; (3)  $10^{-4}$ ; (4)  $10^{-3}$  моль/л

На рисунках видно, поглощение в тонких наногибридных пленках линейно возрастает с ростом числа нанесенных слоев. Такой линейный характер зависимости светопоглощения от количества слоев указывает на однородность тонких пленок в процессе осаждения, что подтверждается и механической стабильностью наногибридных структур полученных тонких пленок поливинилового спирта с магнитными наночастицами.

### Заключение

Методом послойной сборки (LBL) подготовлены наногибридные тонкие пленки на основе магнитных наночастиц. Получены оптические спектры адсорбции тонких пленок на основе 5% магнитных наночастиц и водного раствора поливинилового спирта, состоящих из 5 и 10 наногибридных слоев. Анализ оптических спектров светопоглощения показывает однородность и механическую стабильность нанокомпозитных пленок.

## Литература

- 1 Nabiyouni G., Schwarzacher W. Growth, characterization and magnetoresistive study of electrodeposited Ni/Cu and Co-Ni/Cu multilayers // J. Cryst. Growth. – 2005. – Vol.275, №1-2. – P. 1259.
- 2 Ranjbar M., Ahadian M.M., Irajizad A., Dolati A. The effect of the Cr and Mo on the surface accumulation of copper in the electrodeposited Ni-Fe/Cu alloy films // Mater. Sci. Eng. B. – 2006. – Vol.127, №1. – P.17.
- 3 Kotov N. A., Dekany I., Fendler J. H. Layer-by-Layer Self-Assembly of Polyelectrolyte-Semiconductor Nanoparticle Composite Films. // J. Phys. Chem. – 1995. – №99. – P.13065-13069.
- 4 Carrara M., Kakkassery J. J., Abid J.-P., Fermin D. J. Modulation of the Work Function in Layer-by-Layer Assembly of Metal Nanoparticles and Poly-L-Lysine on Modified Au Surfaces. // Chem. Phys. Chem. – 2004. – №5. – P.571-575.
- 5 Halaoui L.I. Photoelectrochemistry in Aqueous Media at Polyacrylate-Capped Q-CdS Assembled in Polyelectrolyte Matrix on Electrode Surfaces. // J. Electrochem. Soc. – 2003. – Vol.150. – P.455-460.
- 6 Ulman A. An Introduction on Ultrathin Films, from Langmuir-Blodgett to Self-Assembly. – Academic Press: Boston, 1991.
- 7 Hojeij M., Su B., Tan Sh., Me' riguet G., Girault H.H. Nanoporous Photocathode and Photoanode Made by Multilayer Assembly of Quantum Dots // ACS Nano. – 2008. – Vol.2, №5. – P.984-992.
- 8 Decher, G., Hong, J.-D., and Schmitt, J. Buildup of ultrathin multilayer films by a self-assembly process: III. Consecutively alternating adsorption of anionic and cationic polyelectrolytes on charged surfaces. // Thin Solid Films. – 1992. – №210-211. – P.831-835.

Г.Қ. Әлімбекова, С.Б. Айдарова, С.Ш. Құмарғалиева, Қ.Б. Мұсабеков, И.Декани, М.О.Исахов  
**Магнитті нанобөлшектер негізіндегі жұқа қабыршықтар**

Бұл жұмыста қабатты құрастыру әдісімен магнитті нанобөлшектер негізіндегі жұқа қабықшалар алынды. Магнитті бөлшектер және поливинил спиртінің сулы ерітіндісі негізінде алынған наногибридті құрылымды жұқа қабықшалардың абсорбциясы зерттелді. 5 және 10 наногибридті қабаттардан тұратын 5% магнитті бөлшектер және поливинил спиртінің сулы ерітіндісі негізінде алынған жұқа қабықшалардың абсорбциясының оптикалық спектрлері алынды. Жарық жұтудың оптикалық спектрлері наногибридті қабаттардың біркелкі және механикалық тұрақты екенін көрсетеді.

**Кілттік сөздер:** жұқа қабыршықтар, магнитті бөлшектер, поливинил спирті, абсорбция, оптикалық спектр, наногибридті қабат.

G.K. Alimbekova, S.B. Aidarova, S. Sh. Kumargalieva, K.B. Musabekov, I.Dekany, M.O.Исахов  
**Thin films on the basis of magnetic nanoparticles**

The present work is to study the adsorption of magnetic nanoparticles in the structure of nanohybrid films by layer-by-layer (LbL) method. Obtained by UV-VIS absorption spectra of 5% magnetic nanoparticles and the aqueous solution polyvinyl alcohol consisting of 5 and 10 nanohybrid layers. Analysis of the optical absorption spectra shows the homogeneity and mechanical stability of the nanohybrid films.

**Keywords:** thin films, magnetic nanoparticles, polyvinyl alcohol (PVA), UV-VIS absorption spectra, nanohybrid films.

УДК 665.245 : 547.279.3

К.И.Дюсенғалиев, Т.П.Сериков, Д.К.Кулбатыров, А.К.Шахманова, Р.Г.Мендыбаев,  
А.К.Дюсенғалиев, З.А.Куанғалиев

Атырауский институт нефти и газа, Казахстан, г.Атырау  
E-mail: [kiodyusengaliev@mail.ru](mailto:kiodyusengaliev@mail.ru)

## Получение несимметричных дисульфидов на базе метилтиола – пример использования нано-структуры элементной серы

На базе метилтиола и нано-структуры элементной серы рассмотрены методики получения несимметричных органических дисульфидов. Разработанный авторами способ получения метилэтилдисульфида с выходом 99 масс. % защищен инновационным патентом РК.