

УДК 546.261:28+546.832:27:662.749.2

https://doi.org/10.33619/2414-2948/57/05

## СОЗДАНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЕЩЕСТВА ЛАНТАНИЛОКСАЛАТА БАРИЯ НА ОСНОВЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ

©**Ташполотов Ы. Т.**, SPIN-код: 2425-6716, д-р техн. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, itashpolotov@mail.ru

©**Ысманов Э. М.**, канд. хим. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, Moidunov.1960@mail.ru

©**Атамбекова А. К.**, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, atambekova@rambler.ru

## CREATION AND PREPARATION OF A BARIUM LANTHANYLOXALATE COMPOSITE SUBSTANCE BASED ON SOL-GEL TECHNOLOGY

©**Tashpolotov Y.**, SPIN-code: 2425-6716, Dr. habil., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, itashpolotov@mail.ru

©**Ysmanov E.**, Ph.D., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, Moidunov.1960@mail.ru

©**Atambekova A.**, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, atambekova@rambler.ru

*Аннотация.* Исследованы способы получения соединения типа перовскитового состава:  $Ba_{0,5X} \times O_{X1X}$  (где  $X=0,5; 0,5=1$ ). Многокомпонентный состав получен в процессе коагуляции гелеобразования (ксерогель) pH 5,5, в кислой среде, при температуре 45–50 °С, механическим перемешиванием в течение 10 часов. Определена кристаллизация «золь–гель» соединения при температуре 400–500 °С и предварительно полученное вещество названо — лантанилоксалат бария.

*Abstract.* This article explored a method for producing a compound of the type perovskite composition.  $Ba_{0,5X} \times O_{X1X}$  (where  $X=0.5; 0.5=1$ ). A multi-component composition was obtained during coagulation and gel formation (xerogel) of pH 5.5, acidic medium, at a temperature of 45–50 °С, mechanical stirring for 10 hours. The sol–gel crystallization of the compound was determined at a temperature of 400–500 °С and the previously obtained substance was named *Barium Lanthanyloxalate*.

*Ключевые слова:* гель, золь, ксерогель, аэрогель, коллоид, кристаллизация, pH среда, коагуляция, полимеризация, гидролиз солей, зародыш образования, комплексообразование, хлорид бария, нитрат лантана, щавелевая кислота, оксалат, сушка, муфельная печь, перовскит, солнечная батарея, солнечный элемент, гидролиз.

*Keywords:* gel, sol, xerogel, aerogel, colloid, crystallization, pH medium, coagulation, polymerization, hydrolysis of salts, nucleation, complication, barium chloride, lanthanum nitrate, oxalic acid, oxalate, drying, muffle furnace, perovskite, solar battery, solar cell hydrolysis.

### Введение

В настоящее время интерес к перовскитам увеличивается с каждым годом, появляются новые исследования в рамках такого актуального и быстро развивающегося нанотехнологического направления. Активно изучаются физические и химические свойства нано перовскитовых соединений, способы их получения и применения. На данный момент

возникла потребность в создании полифункциональных материалов, сочетающих в себе различные свойства, например, магнитных, полупроводниковых, нанокompозитных металлдиэлектрических и т. д. И с этой точки зрения представляют интерес материалы со перовскитовой структурой, обладающие важными свойствами в наноразмерном состоянии [1].

Золь–гель технологии широко применяются при синтезе нанодисперсных материалов: керамических пленок и покрытий, порошков, волокон, объемных плотных и пористых материалов. Основу классического золь–гель метода составляют физико-химический процесс реакции гидролиза, перколяции или оксоляции перекурсора в растворе с последующими стадиями появления новых фаз и образования геля или осадков.

В наиболее законченном виде этот процесс реализуется в золь–гель технологиях нанодисперсного кремнезема [2].

Для получения «золь–гель пасты» использовали коллоидный раствор со следующим химическим составом: хлорид бария ( $BaCl_2 \times 2H_2O$ ) + хлорид стронция ( $SrCl_2$ ) + трехокись сурьмы ( $Sb_2O_3$ ) + лимонная кислота ( $HOOCCH_2C(OH)CH_2COOH$ ) +  $H_2O$  вода с pH 5,5, который был измерен с помощью pH-метра при температурном интервале 40–42 °C.

Для эффективного комплексообразования вещества использовали установку с электромешалкой с малым оборотом, непрерывно действующей в течение 12 часов. Содержание многокомпонентного раствора выражается по формуле:



Полученную гель-пасту предварительно можно называть цитрат стибнита–стронута бария [3].

В производстве обычно используется широко распространенная технология осаждения, что потребует небольшого изменения существующих линий. В новых панелях пользуется перовскиты, которые нанесены на пленку диоксида титана, что позволяет увеличить их конечную эффективность. Такой слой перовскита поглощает свет и генерирует электроны и дырки, а слой диоксида титана создает разницу потенциалов и вступает проводником электрического заряда. В ходе исследований перовскита установлено, что они пригодны не только для поглощения световой энергии, но и способны проводить электроны и дырки. Этот факт поможет отказаться от сенсibilизированных красителей, которые сегодня используются в солнечных батареях. Благодаря этому свойству, перовскиты можно «зажать» непосредственно между «электронно-селективными» и «дырко-селективными» электродами, что позволит легко создавать солнечные батареи с высокой КПД [4].

Одним из преимуществ является то, что перовскит может быть изготовлен из обычных металлов и промышленных химических веществ, а не из дорогих исходных материалов, используемых как другие заменители кремния. Кроме того, материалы на основе перовскита могут быть использованы для печати пленки непосредственно на стекле или другие материалы, которые становятся дешевыми, чем при более сложных технологиях получения тонкопленочных солнечных элементов [5].

В последние годы наблюдается интенсивное развитие ультраструктурной технологии неорганических материалов. Это обусловлено особыми свойствами наноразмерных частиц неорганических веществ, а также необходимости решения сложных технических задач в области конструкционной керамики. Золь–гель процесс – представляет собой модификацию классического и отличается тем, что в формируемые путем гидролиза тетраэтоксисилина (ТЭОС) золи добавляются пирогенные кремнеземы, что приводит к повышенному содержанию твердой фазы в коллоиде (композиционный коллоид), увеличению среднего

размера пор, увеличению прочности объемного геля и следовательно, уменьшению вероятности растрескивания. Использование аэросилов в качестве наполнителей в золи изменяет условия агрегативной и седиментационной устойчивости исходных коллоидов и приводит к необходимости введения дополнительных этапов в классический золь-гель процесс [6].

Существует множество методов синтеза исходных соединений для изготовления керамических материалов [7]. Очень часто при разработке золь-гель метода используют нитраты требуемых металлов, а коллоидные частицы золь получают в виде нитратов металлов [8].

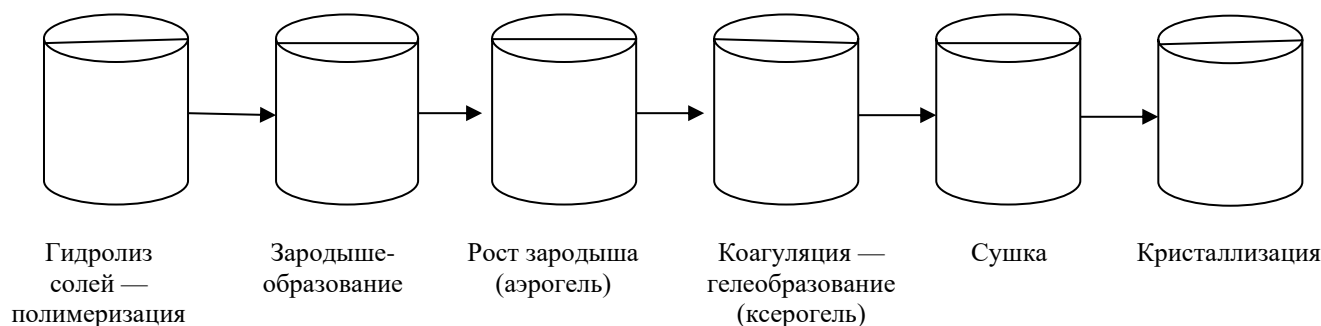
Для приготовления многокомпонентных водных растворов были использованы треххлористый титан  $TiCl_3$  (15% раствор), хлорид бария  $BaCl_2 \times 2H_2O$ , хлорид олова  $SnCl_4 \times 5H_2O$ , нитрат марганца  $Mn(NO_3) \times 6H_2O$  и лимонная кислота. Из солей бария, олова и марганца готовили водные растворы с заданными концентрациями. Путем их смешивания состава  $Ba_{1-x} M_x Ti_{0,9} Sn_{0,1} O_3$ , где  $X=0,001; 0,002; 0,003$  готовили многокомпонентный истинный раствор [9].

### Экспериментальная часть

Для получения «золь-гель пасты» использовали раствор со следующим химическим составом: хлорид бария ( $BaCl_2 \times 2H_2O$ ) + нитрат лантана ( $La(NO_3)_3$ ) + щавелевая кислота ( $HOOC-COOH$ ) + вода ( $H_2O$ ). pH среда комплексного коллоидного раствора составляла 5,0, который измеряли с применением универсального индикатора при температуре раствора 45–50 °С.

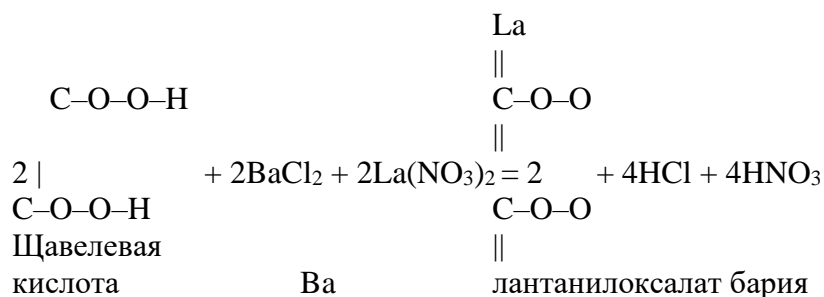
Для оптимального комплексообразования веществ использовали электромешалку с малым оборотом, вращающиеся непрерывно в течение 10–12 часов. Содержание многокомпонентного коллоидного раствора выражается по формуле:  $Ba_{0,5X} La_{0,5X} ШК_{IX}$  (где  $X=0,5; 0,5:1$ )

Таким образом, золь-гель процесс включают следующие этапы:



После коагуляции раствора (комплексообразование), полученное вещество сушили в сушильном шкафу при постоянной температуре 120 °С. А для кристаллизации комплексного соединения в муфельной печи вещество держали при температуре 400–500 °С в течение 1,0–1,5 часов.

Полученное «золь–гель» вещество (лантанилоксалат бария) образовался по следующей схеме:



#### Выводы:

–Исследована и получена коагуляция гелеобразования (ксерогель) в кислой среде — с pH=5,5 при температуре 45–50 °С путем непрерывного механического перемешивания в течение 10 ч;

–Установлена кристаллизация «золь–гель» вещества при температуре 400–500 °С, и названное предварительно лантанилоксалат бария.

#### Список литературы:

1. Pradhan D. K., Choudhary R. N. P., Rinaldi C., Katiyar R. S. Effect of Mn substitution on electrical and magnetic properties of Bi 0.9 La 0.1 FeO<sub>3</sub> // Journal of Applied Physics. 2009. V. 106. №2. P. 024102. <https://doi.org/10.1063/1.3158121>
2. Шабанова Н. А., Саркисов П. Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. М.: Академкнига, 2004. 207 с.
3. Атамбекова А. К., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М. Получение золь-гель пасты в комплексной системе BaCl<sub>2</sub>-SrCl<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на основе лимонной кислоты и H<sub>2</sub>O при температурном интервале 40-42 °С // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №11. С. 50-53. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/06>
4. Гриднев С. А. Сегнетоэластики - новый класс кристаллических твердых тел // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. №8. С. 100-107.
5. Холов П. А., Руденко М. В., Гапоненко Н. В. Золь-гель синтез и перспективы применения пленок титаната бария // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2017. №4 (106). С. 32-36
6. Химич Н. Н., Бердичевский Г. М., Подденежный Е. Н., Голубков В. В., Бойко А. А., Кенько В. М., Евреинов О. Б., Коптелова Л. А. Золь-гель синтез оптического кварцевого стекла, активированного РЗЭ Ч // Физика и химия стекла. 2007. Т. 33. №2. С. 210-215.
7. Назаров В. В., Медведкова Н. Г., Грищенко Л. И., Тюменев А. Ф., Фролов Ю. Г. Синтез и коллоидно-химические свойства гидрозоля диоксида титана // Золь-гель процессы получения неорганических материалов. Екатеринбург, 1996. С. 43-50.
8. Зубковская В. Н., Вишняков А. В., Филатов А. В., Лумпов А. И., Новоторцев В. М. Синтез и некоторые свойства манганита лантана, легированного стронцием, европием и церием // Журнал неорганической химии. 2000. Т. 45. №4. С. 575-580.
9. Алисиенок О. А. Золь-гель метод получения титаната-станната бария Ba 1-xMn xTi 0,9SnO,1O3 (x=0,001; 0,002; 0,003), обладающего позисторным эффектом // Успехи в химии и химической технологии. 2007. Т. 21. №7 (75). С. 22-24.

References:

1. Pradhan, D. K., Choudhary, R. N. P., Rinaldi, C., & Katiyar, R. S. (2009). Effect of Mn substitution on electrical and magnetic properties of Bi<sub>0.9</sub>La<sub>0.1</sub>FeO<sub>3</sub>. *Journal of Applied Physics*, 106(2), 024102. <https://doi.org/10.1063/1.3158121>
2. Shabanova, N. A., & Sarkisov, P. D. (2004). Osnovy zol'-gel' tekhnologii nanodispersnogo kremnezema. Moscow. (in Russian).
3. Atambekova, A., Tashpolotov, Y., & Ysmanov, E. (2019). Production of Zol-Gel Pasta in the Complex System BaCl<sub>2</sub>-SrCl<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Based on Lemonic Acid and H<sub>2</sub>O at Temperature Interval 40-42°C. *Bulletin of Science and Practice*, 5(11), 50-53. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/06>
4. Gridnev, S. A. (2000). Segnetoelastiki - novyi klass kristallicheskikh tverdykh tel. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal*, 6(8), 100-107. (in Russian).
5. Kholov, P. A., Rudenko, M. V., & Gaponenko, N. V. (2017). Sol-gel synthesis of barium titanate films and perspectives of their application. *Doklady BGUIR*, (4), 32-36. (in Russian).
6. Khimich, N. N., Berdichevskii, G. M., Golubkov, V. V., Evreinov, O. B., Koptelova, L. A., Poddenezhnyi, E. N., Boiko, A. A., Kenko, V. M. (2007). Sol-gel synthesis of an optical silica glass doped with rare-earth elements. *Glass Physics and Chemistry*, 33(2), 152-155. (in Russian).
7. Nazarov, V. V., Medvedkova, N. G., Grishchenko, L. I., Tyumenev, A. F., & Frolov, Yu. G. (1996). Sintez i kolloidno-khimicheskie svoistva gidrozolya dioksida titana. In *Zol'-gel' protsessy polucheniya neorganicheskikh materialov. Ekaterinburg*, 43-50. (in Russian).
8. Zubkovskaya, V. N., Vishnyakov, A. V., Filatov, A. V., Lumpov, A. I., & Novotortsev, V. M. (2000). Synthesis and some properties of lanthanum manganite doped with strontium, europium, and cerium. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 45(4), 504-509. (in Russian).
9. Alisienok, O. A. (2007). Zol'-gel' metod polucheniya titanata-stannata bariya Ba<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Ti<sub>0.9</sub>SnO<sub>3</sub> (x=0.001; 0.002; 0.003), obladayushchego pozistornym efektom *Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii*, (7), 22-24. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 30.06.2020 г.

Принята к публикации  
03.07.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Ташполотов Ы. Т., Ысманов Э. М., Атамбекова А. К. Создание и получение композиционного вещества лантанилоксалата бария на основе золь-гель технологии // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №8. С. 45-49. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/57/05>

Cite as (APA):

Tashpolotov, Y., Ysmanov, E., & Atambekova, A. (2020). Creation and Preparation of a Barium Lanthanyloxalate Composite Substance Based on Sol-Gel Technology. *Bulletin of Science and Practice*, 6(8), 45-49. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/57/05>