

## РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ

*Ходиева Наргиза Журакуловна*

*Ассистент. Самаркандского государственного архитектурно-  
строительного университета.*

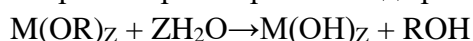
**Аннотация:** Под золь-гель методом понимается совокупность стадий, включающая приготовление раствора прекурсора, последовательный перевод его сначала в золь, а затем в гель за счет процессов гидролиза и конденсации, последующее старение, высушивание и термообработка продукта. Этот метод включает в себя формирование металлооксиполимерных цепей – золя или геля из растворимых полигидроксикомплексов, образовавшихся в результате гидролиза металлоорганических комплексных или неорганических соединений.

**Ключевые слова:** оксид алюминия, оксид циркония, керамические материалы, нанопорошки, спекание, золь-гель метод,

**Цель работы:** Исследование свойств и процессов структуро- и фазообразования высокотемпературных керамических материалов системы  $ZrO_2-Al_2O_3$ , полученных с применением золь-гель метода. Интерес к системе  $ZrO_2-Al_2O_3$  обусловлен тем, что доминирующими кристаллическими фазами в ней являются  $t-ZrO_2$  и  $\alpha-Al_2O_3$ , которые обладают высокой температурой плавления:  $2750\text{ }^\circ\text{C}$  – для  $ZrO_2$ ,  $2050\text{ }^\circ\text{C}$  – для  $Al_2O_3$ . Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) составляет  $(9-11)\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$  и  $(7-8)\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$  [17] соответственно для  $ZrO_2$  и  $Al_2O_3$

**Материалы и методы исследования:** Золь-гель технология может быть двух принципиально разных видов: 1) получение «химического геля» - гидролиз и поликонденсация алкоксидов; 2) получение «физического геля» - гелирование неорганических зольей. Исходными материалами технологии «химического геля» являются алкоксиды металлов или неметаллов, из которых готовится гомогенный спиртовой раствор, из которого методами гидролиза и поликонденсации получают мономеры оксидов. Из этих мономеров получается гомогенный некристаллический гель, из которого за счет термической обработки получаю ксерогель. По технологии «физического геля» готовят гомогенный водный, а не спиртовой раствор солей металлов или неметаллов. Из него получают методом гидролиза аква-, гидроксо-, и оксокомплексы, которые затем переводят в гомогенный коллоидный золь, из которого получают некристаллический гель и аналогично ксерогель.

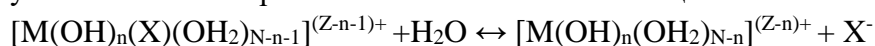
**Получение «химического геля».** Общая формула алкоксидов  $M(OR)_Z$ , где  $M$  – Si, Al, Ti, Sn, Zr и т.д.; R – алкильная группа (например,  $CH_3$ ,  $C_2H_5$ ,  $C_3H_7$ ; Z – степень окисления элемента M. Алкоксиды растворяются в какой-то степени в спирте и других органических растворителях. Если спиртовой раствор алкоксида растворить в воде, то происходит гидролиз по схеме:



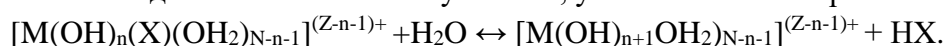
Реакции гидролиза и поликонденсации, протекающие одновременно, приводят к образованию димеров и затем более сложных структур. Результатом процесса поликонденсации алкоксидов являются очень мелкие частицы размеров 3-4 нм (частицы золя), из которых строится трехмерная сетка «химического геля».

**Получение «физического геля».** Совокупность энергетических и структурных изменений, которые происходят в растворе при взаимодействии молекул растворителя с частицами растворенного вещества называется сольватацией ( в случае с водой, как растворителем – гидратацией). Если отсутствуют другие реагенты в растворе, то в качестве лигандов могут выступать аква-(OH) и оксо-(=O) группы. Вероятность превращения аквакомплекса в гидроксо- и оксокомплексы тем больше, чем выше заряд катиона и рН среды.

При координации анионных соединений  $X^-$  обычно происходит замещение других лигандов, устойчивость и образование такого комплекса оценивается на основе реакции диссоциации:



Если ион  $X^-$  менее электроотрицательный, чем лиганды  $H_2O$ , то равновесие смещается влево. И тогда ион дает более ковалентную связь, устойчивость которой влияет на процесс гидролиза:



Комплексы могут при определенных условиях участвовать в реакции поликонденсации. Группы, которые участвуют, разделяют на входящие и исходящие. Аквагруппы всегда являются уходящими и аквакомплексы не склонны к конденсации. А оксо-ионы – это плохие уходящие группы.

**Результаты и обсуждение:** Исследование гидролиза титана (IV) в солянокислых растворах с применением КР-спектроскопии.

Для определения ближнего окружения титана и структуры продуктов гидролиза дает ИК- и КР-спектроскопия. На основании ИК- и КР- спектров сделан вывод о шестерной координации титана в присутствии октаэдрических группировок  $TiO_6$  в серно- и солянокислых растворах титана.

Растворы для исследования готовили двумя методами:

- 1) В определенный объем  $TiCl_4$  ввели небольшое количество воды;
- 2)  $TiCl_4$  влили в воду или раствор соляной кислоты при интенсивном перемешивании и охлаждении.

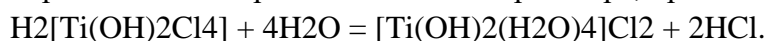
В первом случае, когда в  $TiCl_4$  вводили небольшое количество воды, которое недостаточно для полного разложения четыреххлористого титана, образуется светло-желтый осадок, не растворяющийся в жидком  $TiCl_4$ .

Разделение фаз не проводится, а снимается спектр двухфазной системы (рис.1, кривые 1,2). А если ввести избыток воды, то осадок полностью растворяется. При этом получается вязкий концентрированный раствор, спектр которого представлен на рис.1, кривая 3. При увеличении количества воды интенсивность линий  $TiCl_4$  уменьшается и в спектре КР раствора, содержащего 9,8 молей  $H_2O$  на 1 моль  $TiCl_4$ , указанные линии отсутствуют. Если в комплексе  $[TiCl_6]^{2-}$  заменить хлор-ионы на лиганды другой химической природы, то количество линий в спектре КР увеличивается. При исследовании системы  $TiCl_4-HCl-H_2O$  методом растворимости получается, что из раствора  $TiCl_4$  при содержании  $HCl$  от 36 до 40% кристаллизуются гидроксохлориды состава  $[Ti(OH)_3Cl_3]^{2-}$  и  $[Ti(OH)_2Cl_4]^{2-}$ .

Широкие линии в спектре указывают на образование твердой аморфной хлоргидроксититановой кислоты или наличие полимеризации титана. На рис.2 представлены спектры КР водных растворов  $TiCl_4$  разной концентрации, полученных растворением  $TiCl_4$  в воде. Спектры сильно изменяются при концентрации  $TiCl_4$  от 3 до 2 моль/л, а при последующем разбавлении характер спектра не изменяется, видно изменение только интенсивности линий.



Последующий гидролизгидроксихлорида, как видно из спектров КР на рис.2, связан с образованием гидроксокомплексов в растворе, протекают реакции гидратации:



**Заключение.** В данной курсовой работе рассмотрен способ получения наноматериалов золь-гель методом. Он основан на формировании металлооксополимерных цепей – золя или геля из растворимых полигидроксокомплексов, образовавшихся в результате гидролиза металлоорганических комплексных или неорганических соединений. Именно этим методом можно получить материалы, которые обладают высокой химической однородностью получаемых продуктов, благодаря которой можно снизить температуру и продолжительность термообработки. Также с помощью этого метода проще контролировать размер частиц и структуру пор материалов на разных стадиях синтеза. Вещества, полученные золь-гель методом используются для получения пленок и волокон.

### Список литературы:

1. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Парк-медиа: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 96 с.
2. Введение в нанотехнологию : учебник / В.И.Марголин [ и др. ]. – СПб. – Издательство «Лань», 2012. – 464 с.
3. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы / А.А.Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
4. Сергеев Г. Б. Нанохимия / Г. Б. Сергеев. – М. : изд-во МГУ, 2003. – 286 с.
5. Abdurakhmanov Ergashboy. Eshkobilova Mavjuda. Zol-gel synthesis of nanocomposites and gaseous materials. The International Conference on “Energy-Earth-EnvironmentEngineering”.стр 84-85. 2023 Tashkent, Uzbekistan.
6. Metanning aniklovchi TYAG-CH<sub>4</sub> gaz analizatorning metrologik tavsiflariga turli omillarning ta’siri. Tolibov A. A Shukurova D. B Abduraxmonov E. Eshkobilova M. E Egamov U. Research focus | volume 2 | issue 11 | 2023 ISSN: 2181-3833
7. Абдурахманов Э. и др. Химический сенсор для мониторинга оксида углерода из состава транспортных выбросов //Science and Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 37-42.
8. Эшкobilов Ш. А., Эшкobilова М. Э., Абдурахманов Э. А. Разработка катализатора для чувствительного сенсора природного газа //Символ науки. – 2015. – №. 3. – С. 7-12.
9. Ergashboy A. Eshkobilova Mavjuda. Zol-gel synthesis of nanocomposites and gaseous materials //The International Conference on “Energy-Earth-Environment-Engineering. –2023. – С. 84-85.
10. Эшкobilова М. Э. и др. Метанни аниқловчи тяг-сн<sub>4</sub> газ анализаторининг метрологик тавсифларига турли омилларнинг таъсири //Research Focus. – 2023. – Т. 2. – №. 11. – С. 17-22.
11. Eshkobilova M. E., Khudoyberdieva F. B. Composition and structure of composite building materials //INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 7.429. – 2023. – Т. 12. – №. 01. – С. 1-4.
12. Eshkabilova M. et al. Development of selective gas sensors using nanomaterials obtained by sol-gel process //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2022. – Т. 2388. –№. 1. – С. 012155.
13. Абдурахманов И. Э. и др. Разработка сенсора и сигнализатора непрерывного контроля ch<sub>4</sub> для систем автоматизированного микроклимата //Science and Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 185-193.

