

# **ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОРЫВ XXI ВЕКА**

**Мурадова Айтан**

**Талыбова Сехрана**

[aytanmuradova@rambler.ru](mailto:aytanmuradova@rambler.ru)

[Sehrana.talibova@gmail.com](mailto:Sehrana.talibova@gmail.com)

# Введение

Создание материалов с новыми заранее заданными свойствами возможна на основе химических, коллоидных процессов.

Многообещающими в этом отношении являются процессы превращения золя в гель, а далее в твёрдое тело. С определёнными свойствами на базе которых и разрабатываются принципиально новые золь-гель технологии. Золь-гель процессы способны проходить:

1. при низких температурах
2. атмосферным давлением
3. создаются материалы регулируемого состава и структуры

# Сферы занятости

Во многих научно-исследовательских заведениях занятость в области золь-гель технологии широка. Рассмотрим некоторые примеры

- В Проблемной научно-исследовательской лаборатории перспективных материалов Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины в течение ряда лет успешно развиваются исследования научных основ золь-гель-процессов и технология производства на их базе новых типов стекол, композиционных материалов, тонкопленочных покрытий, различных типов порошков и гранулированных материалов
- Производственные испытания на Пинском заводе "Камертон" и НПО "Интеграл" показали, что их параметры полностью соответствуют требованиям технических условий и даже в некоторых аспектах превосходят их.
- Проблемам создания новых солнцезащитных и декоративных покрытий дешевыми, экономически эффективными методами в лаборатории уделяется значительное внимание. Так, сотрудниками разработана новая золь-гельная технология нанесения на очковые линзы солнцезащитных и декоративных покрытий целой гаммы оттенков от оливкового до серо-голубого, которая успешно осваивается на Лидском заводе "Оптик". Уже выпущены опытные партии очковых линз с новыми покрытиями, успешно конкурирующие с зарубежными аналогами и намного дешевле их.

Проблемная  
научно-  
исследовательская  
лаборатория  
перспективных  
материалов ГГУ им.  
Ф.Скорины

Пинский завод  
"Камертон" и НПО  
"Интеграл"

Лидский завод "Оптик"

Наиболее перспективными, с нашей точки зрения, направлениями в создании новых высококачественных материалов и изделий по золь-гель-технологии являются:

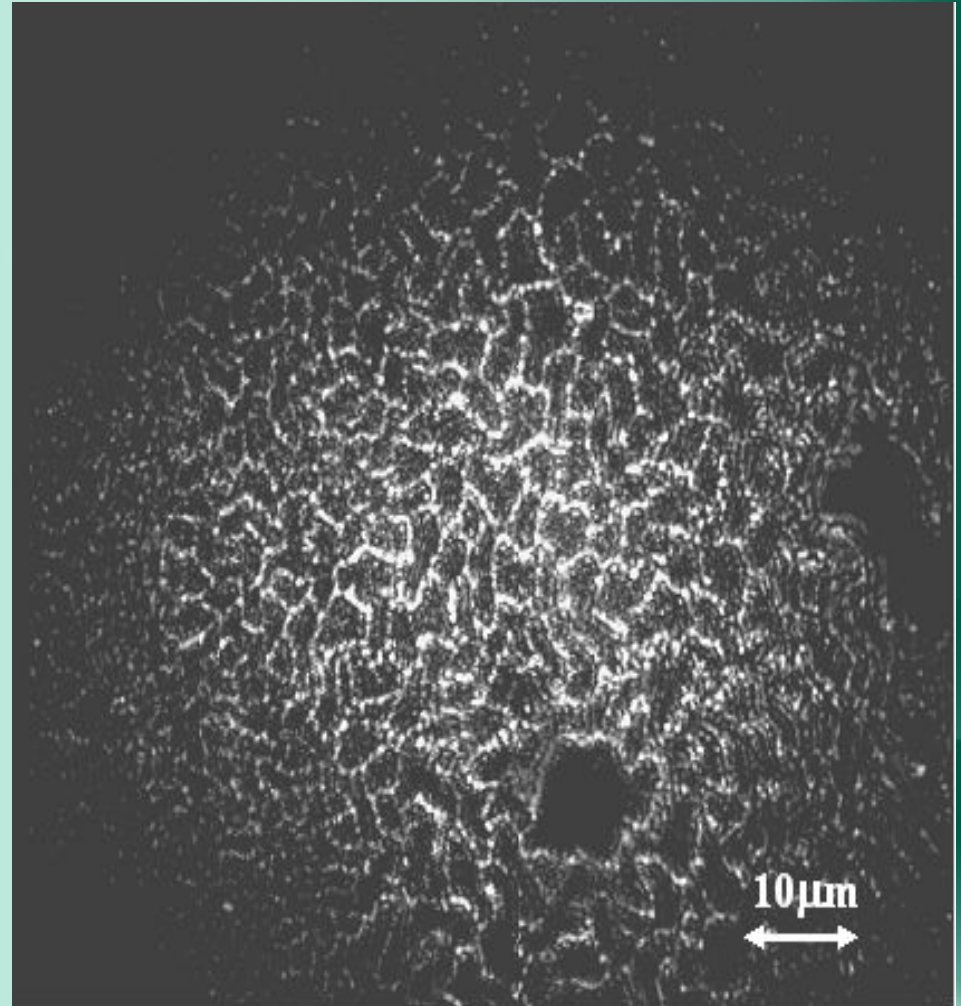
- волоконная оптика, в частности, разработка и создание волоконных лазеров и усилителей, специального волокна для медицины и сенсорики, новых типов радиационностойких волокон; • интегральная оптика и опто-электроника с применением новых типов золь-гельных пленок и легированных слоев на кварцевых и кремниевых подложках;
- разработка новых типов композиционных материалов, в том числе оптических нанокомпозитов с нелинейными характеристиками и композитов органико-неорганической природы;
- разработка технологий производства элементов градиентной оптики рациональных заготовок для асферической и проходной оптики, а также трансформаторов света:
  - ' создание ультрапористых сверхчистых материалов для фильтров и мембранной техники, а также пористых матриц для газовых, химических и биосенсоров.

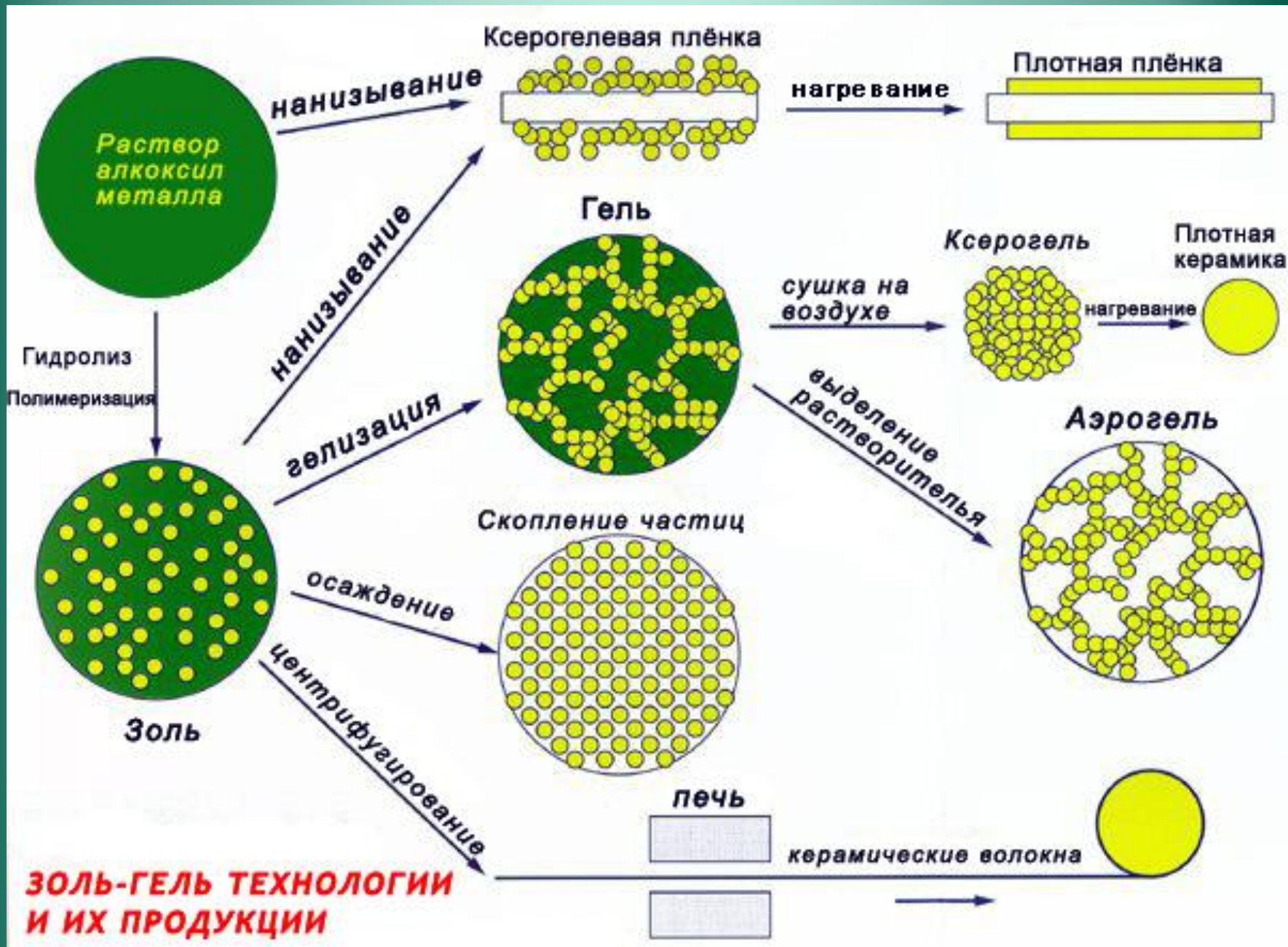
# Что такое золи?

Золи(коллоидные растворы)-это коллоидные системы с жидкой дисперсионной средой. Золи с водной средой называются гидрозольями, с органической средой-органозольями. Частицы дисперсионной фазы золя(мицеллы) свободно участвуют в броновском движении. При коагуляции лиофобные золи (т.е. такие для которых характерно слабое взаимодействие частиц со средой) превращаются в гели.

# Что такое гели?

Структурированные коллоидные системы с жидкой дисперсионной средой. Студенистые тела, механические свойства которых в большей или меньшей степени подобны механическим свойствам твердых тел. Частицы дисперсионной фазы соединяются между собой в рыхлую пространственную решетку, которая соединяет в своих ячейках дисперсионную среду, мешая текучести системы в целом.





Наибольший интерес проявляется к силикатным системам. В нашем случае мы используем ТЭОС

Свойства ТЭОС-а:

- Жидкость
- Температура кипения  $168,5-168,6^{\circ}\text{C}$
- $d_4^{20}=0,9335$
- $n_D^{20}=1,3830$
- растворяется в инертных органических растворителях
- реагирует с водой, высшими спиртами, силанолами с выделением  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



# Включает четыре стадии

- Гидролиз
- Поликонденсация (мономер-полимер)
- Наращивание наночастиц
- Агломерация (присоединение, скопление в жидкости)

# Параметры

- Установление значения pH
- Температура, время протекания процесса
- Концентрация реагентов
- Концентрация катализатора
- Вода/кремний(мольное равенство)

Процессы Золь-Гель технологии-ион металла (или в лигандной форме)

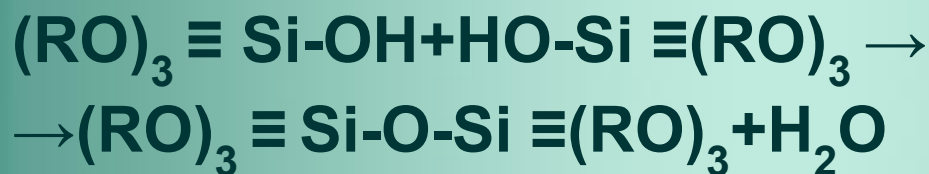
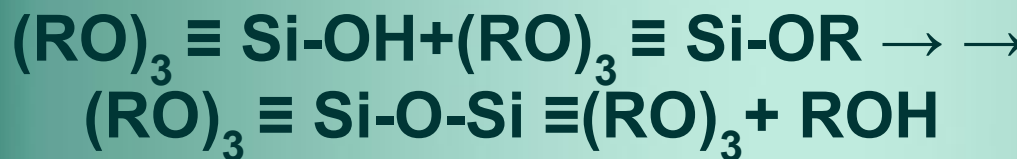
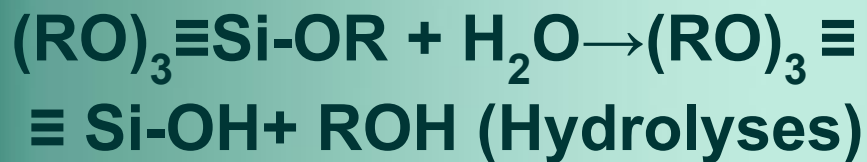


# Получение плёнок

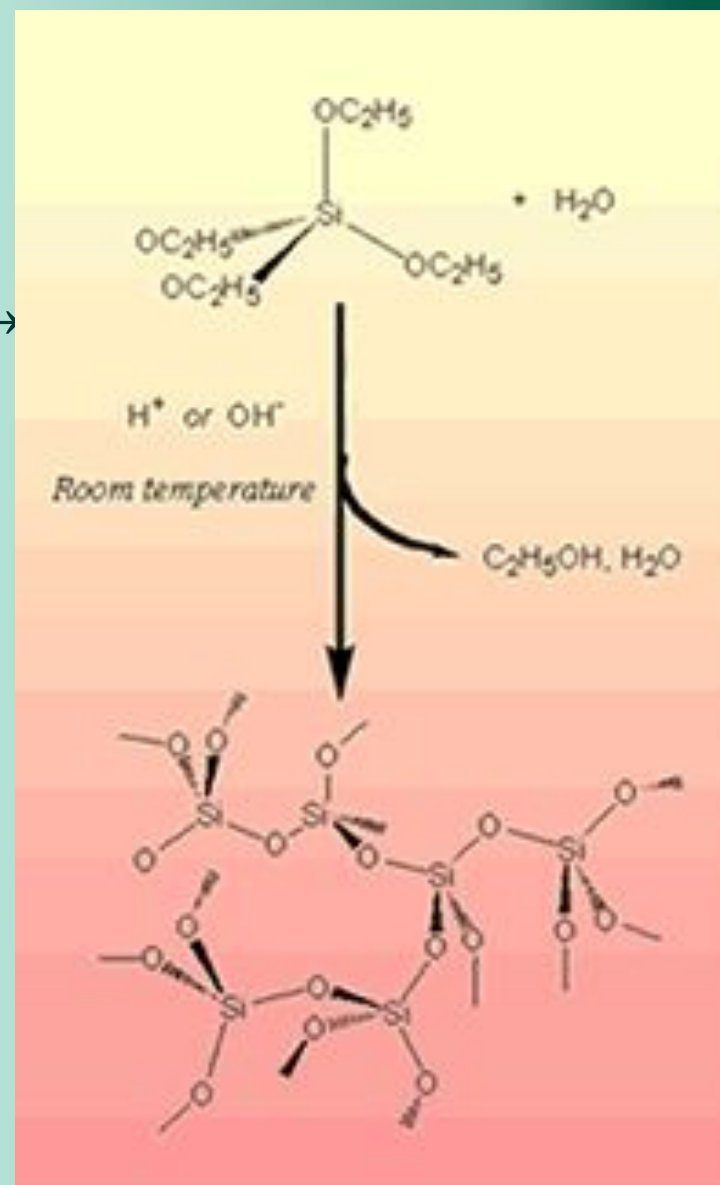
- Синтез золь
- Нанесение пленок
- Термообработка пленок



# Гидролиз и поликонденсация



R-углеводородный радикал  $-C_2H_5$



# Образование плёнок

Пленочная структура формируется путем разлива раствора на различные типы подложек (кремний, стекло, ситалл) с последующим центрифугированием.

Переход геля в ксерогель осуществляется путем естественного испарения растворителя и последующей дополнительной изотермической обработкой.

Гидролиз и поликонденсация происходит одновременно, а степень полноты протекания зависит от многих факторов: концентрация ТЭОС, концентрация воды, природа и концентрация растворителя, кислотности среды, температуры и длительности процесса синтеза.

**Золь**



**Аэросил диаметр 20-50 нм**

**Однородная смесь**

Нейтрализация золя  
водным раствором  
аммиака (0,1 мол/л)  
до  $pH \approx 6$

**Сушка на воздухе**

**Гель**

**Отжиг 600-1100<sup>0</sup>С**

**Ксерогель**

**Введение меди ( $Cu(NO_3)_2$ )**  
**Сушка на**  
**воздухе**

Термообработка в токе водорода при 600<sup>0</sup>С в течение  
1 ч и помещается в кварцевые ампулы, содержащие

**селен**  
**Стекло с наночастицами ( $Cu_xSe$ )**

# Полупроводниковые пленки нанокомпозиционных систем

Золи представляют собой спиртовые растворы тетраэтоксисилана с добавлением солей хлорида двухвалентного олова  $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , которые служили источником диоксида олова, а источником  $\text{SiO}_2$  являлся ТЭОС. Для полного диспергирования добавлялось несколько капель концентрированной соляной кислоты. Пленочные структуры формировались путем разлива раствора на различные типы подложек.

Были получены композиционные материалы  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$   
 $\text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ .

Размеры пор исследовали рентгенографией, ртутной порометрией, дифференциально-термической и термогравиметрической анализами.



# Недостатки

- Дороговизна исходного материала
- Усадка геля при сушке и спекании

# Список литературы

- Майоров С.А «Получение слоев золь-гель методом для газочувствительных датчиков»
- Е.О.Клебанский, А.Ю. Кудзин, В.М. Посальский, С.Н. Пляка, Л.Я. Садовская, Г.Х. Соколенский «Тонкие золь-гель пленки висмута», физика твердого тела , 1999г. т41, вып.6
- Reisfeld R. “Smart Optical Materials by Sol-gel method”, Sol-gel gateway, April 2005
- Электронно-зондовый микроанализ мембран из  $Al_2O_3$  , полученных золь-гель способом. Xu-Xiao-Hong, Bai Zhan-Ciang, Wu Jian-Feng, 2004 26, #1
- И. Мельченко, Е. Подденежный «Золь-гель технология- прорыв XXI века», журнал технологического оборудования и материалы №3, март 1998г.
- С.А.Золотовская, Н.Н. Поснов, П.В. Прокошин, К.В. Юмашев, В.С.Гурин, А.А. Алексеенко «Нелинейные свойства фототропных сред на основе наночастиц  $Cu_xSe$  в кварцевом стекле», Физика и техника полупроводников, 2004 г. т.38, вып.7
- А.И.Борисенко, Л.В.Новиков, Н.Е. Приходько, И.М.Мигникова, Л.Ф.Чепин «тонкие неорганические пленки в микроэлектролите», (Л., Наука, 1972)
- D.Dmitrov, O.F. Loutskaya, V.A. Moshnikov Electron Technology, 33 (1/2)61 (2000)
- A. Martucci, N.Bassiri, M. Guglielmi, L. Armeloo, S.Gross, J.C.Pivin, j. Sol-gel Sci Technol., 26, 1 (2003)
- А.С.Ильин, А.И. Максимов, В.А.Мошников, Н.П. Ярославцев «внутреннее трение в полупроводниковых тонких пленках , полученных методом золь-гель технологии»