

# *Пористые стекла*

**Лукоянова Надежда**

**НМТ-371201**



# Пористые стекла



Пористым стеклом (ПС) принято называть стеклообразный пористый материал с губчатой структурой, состоящий более чем на 90% из стеклообразного кремнезема  $SiO_2$ , который является продуктом сквозной химической проработки (выщелачивания) ликвидированных щелочноборосиликатных (ЩБС) стекол с двухфазной структурой определенных составов.

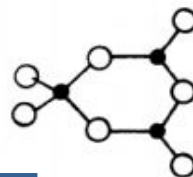
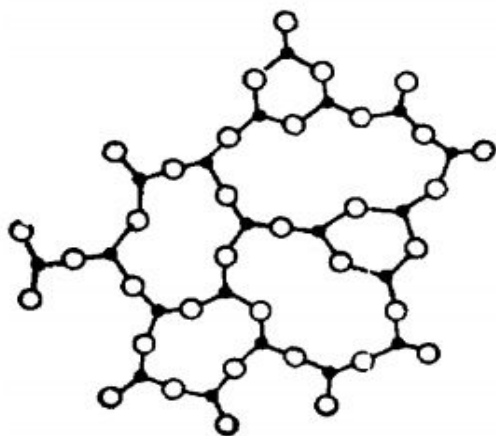
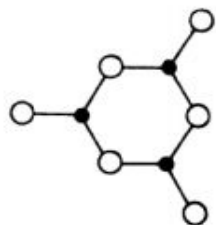
В таких двухфазных стеклах компоненты одной из фаз (химически нестойкой), способны к вымыванию при последовательном воздействии на стекло растворов кислоты и щелочи.

Оксид бора  $B_2O_3$  (борный ангидрид) широко применяется в оптическом стекловарении прежде всего из-за его способности существенно влиять на характер зависимости оптических свойств стекол от длины волны.

Влияние борного ангидрида на показатель преломления и среднюю дисперсию определяется различием характера химических связей бора.

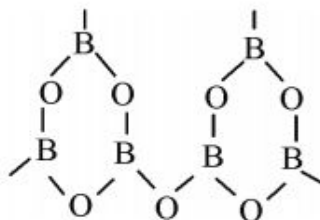
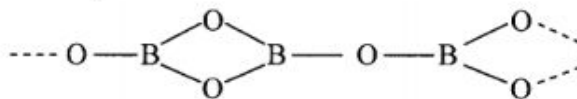
В тройной координации бор образует плоские равносторонние треугольники  $[BO_3]^{3-}$ .

Координационная группировка  $[BO_4]^{5-}$  имеет тетраэдрическую конфигурацию.



## Боросиликатные кроны

Основными элементами структуры стеклообразного борного ангидрида являются молекулярные группировки из шести треугольников бора (боросольные кольца).



Парциальный вклад от  $B_2O_3$  в показатель преломления  $n_D$  и среднюю дисперсию  $(n_F - n_C)$  определяется координацией бора в стекле.

- Образцы ПС со сквозной пористостью могут быть получены только из ЩБС стекол с достаточно высоким содержанием  $Na_2O$  (5–10 %). Необходимым условием получения ПС является также содержание в исходных стеклах не менее 40% кремнезема.

# Процесс изготовления пористых стекол

1. Тепловая обработка пластин ЩБС стекол в интервале температур  $500\text{--}700^\circ\text{C}$ , что обеспечивает формирование в стекле двух взаимопроникающих непрерывных фаз, одна из которых состоит почти полностью из  $\text{SiO}_2$  (85–96 %) а другая, имеющая состав 25–60 %  $\text{SiO}_2$ , 35–60%  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 13–16%  $\text{Na}_2\text{O}$ .
2. Обработка ликвидированного стекла раствором кислоты, при которой хорошо растворимые компоненты химически нестойкой фазы переходят в раствор. На их месте образуются полости в виде разветвленной системы пор.

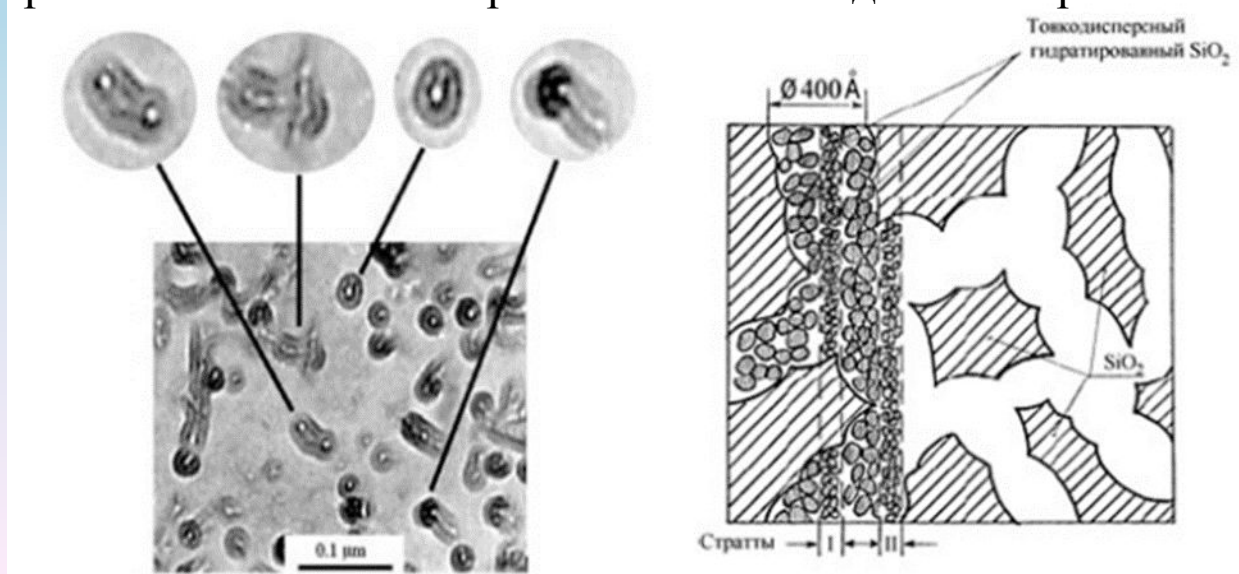
Описанная технология позволяет получать ПС со средним размером пор  $10 \text{ \AA}$ , объемной пористостью от 0,15 до 0,30  $\text{см}^3 / \text{см}^3$ . МИП ПС обладают показателем преломления 1,15–1,45.

# Физико-химические закономерности получения пористых стекол и формирования их структуры

В ходе получения пористого стекла путем выщелачивания двухфазных ЩБС стекол в растворах кислот в результате разрушения химически нестойкой фазы в освобождающихся ликвационных каналах образуется так называемый вторичный тонкодисперсный гидратированный кремнезем. От размера и плотности упаковки частиц этого кремнезема зависят размеры пор МИП ПС и его пористость. В свою очередь структура вторичного кремнезема определяется процессами растворения, полимеризации и гелеобразования  $\text{SiO}_2$ , входящего с состав химически нестойкой фазы стекла, на которые оказывают влияние ряд факторов. Возникновение кремнеземных осадков в порах может замедлять

выщелачивание

стекла.





## Спекание ПС в электрической печи

Спекание (высокотемпературная обработка в электрической печи) ПС имеет свою особенность, что в ПС меньшие по размеру поры, образованные зазорами между частицами вторичного кремнезема, находятся в пространстве макропор.

После спекания пористой структуры поры схлопываются и получается кварцевое стекло (технология «викор» фирмы Corning Incorporated).

# Преимущества пористых стекол



термическая, химическая,  
микробиологическая  
устойчивость,



прозрачность в видимой  
области спектра,



лучевая прочность в сочетании с  
регулируемыми характеристиками  
структуры пор нанометрового  
диапазона,



уникальные адсорбционные  
свойства,



стабильные разделительные  
характеристики при  
длительной эксплуатации.



# Недостаток пористых стекол

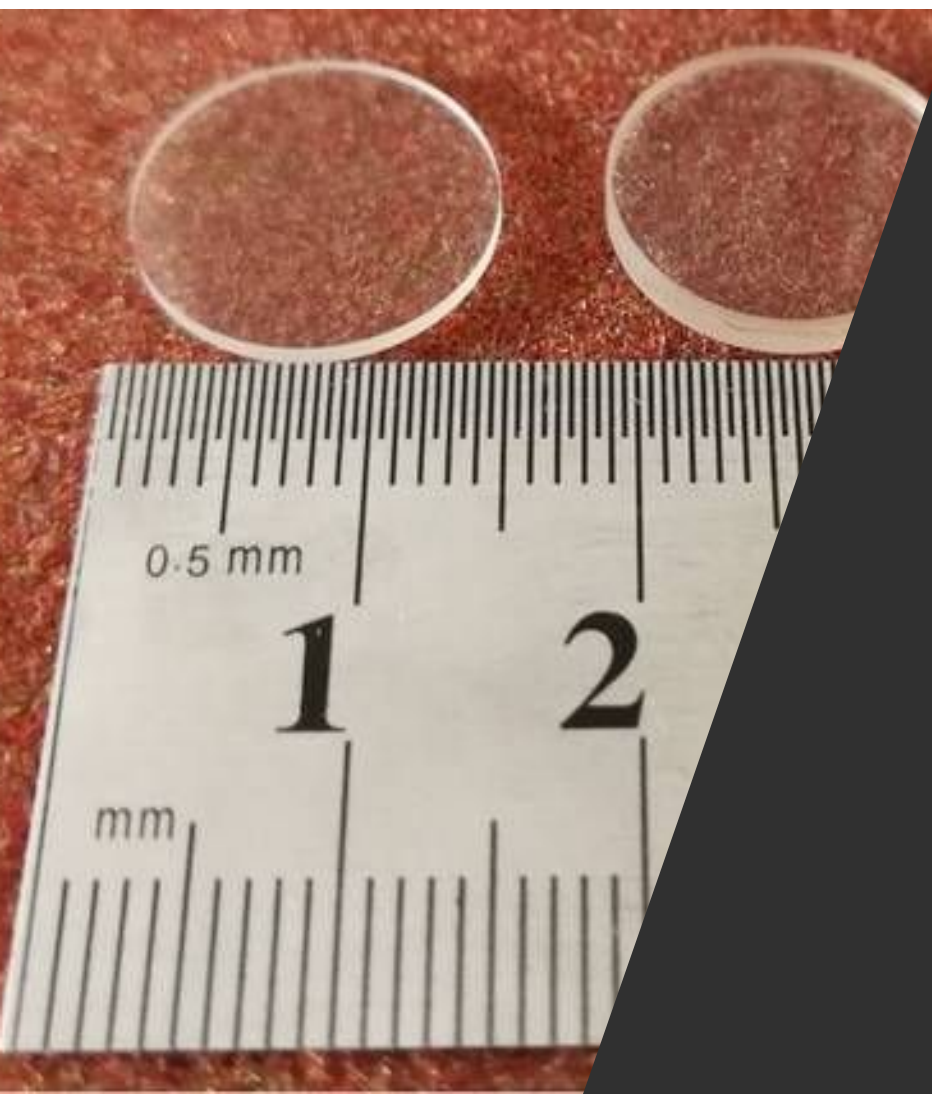
При длительном хранении на воздухе происходит уменьшение удельной поверхности образцов ПС при одновременном росте радиусов пор, что связано с наличием тонкодисперсного «вторичного» кремнезема в этих стеклах.





## Применение

Уникальность ПС состоит в сочетании свойств, которые выгодно отличают его от других пористых материалов. Чистота кремнеземной матрицы обеспечивает ее оптические характеристики, (ПС и материалы на их основе находят широкое применение для изготовления оптических и лазерных элементов различного назначения.



Развитая пористая структура и состояние кремнезема на границе раздела фаз обуславливают использование ПС в качестве адсорбентов и разделительных мембран. Поровое пространство ПС используют как нанореактор для синтеза или импрегнирования различных веществ путем введения последних в поры из соответствующего солевого раствора, расплава или газовой фазы, что служит основой для получения композиционных материалов с заданными свойствами.

*Спасибо за внимание*

