

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.

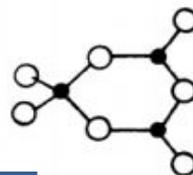
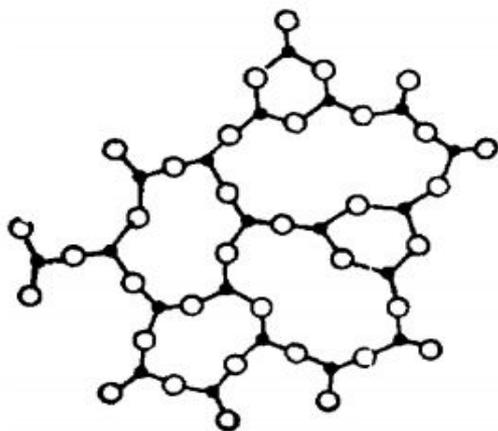
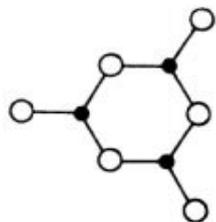
В таких двухфазных стеклах компоненты одной из фаз (химически нестойкой), способны к вымыванию при последовательном воздействии на стекло растворов кислоты и щелочи.

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.

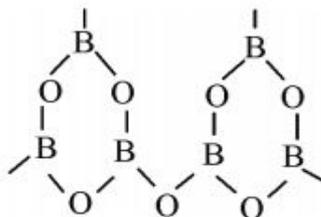
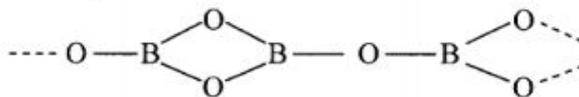
В тройной координации бор образует плоские равносторонние треугольники $[BO_3]^{3-}$.

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 SiO_2 (85–96 %) а другая, имеющая состав 25–60 % SiO_2 , 35–60% B_2O_3 , 13–16% Na_2O .
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.

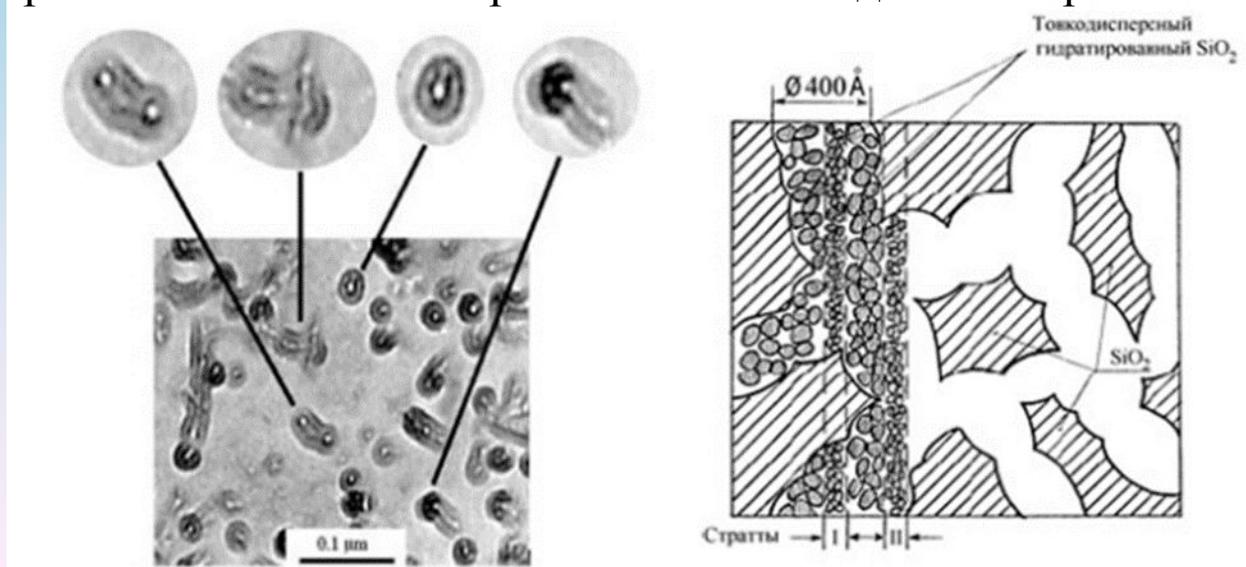
Описанная технология позволяет получать ПС со средним размером пор 10 \AA , объемной пористостью от 0,15 до 0,30 $\text{cm}^3 / \text{cm}^3$. МИП ПС обладают показателем преломления 1,15–1,45.

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 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

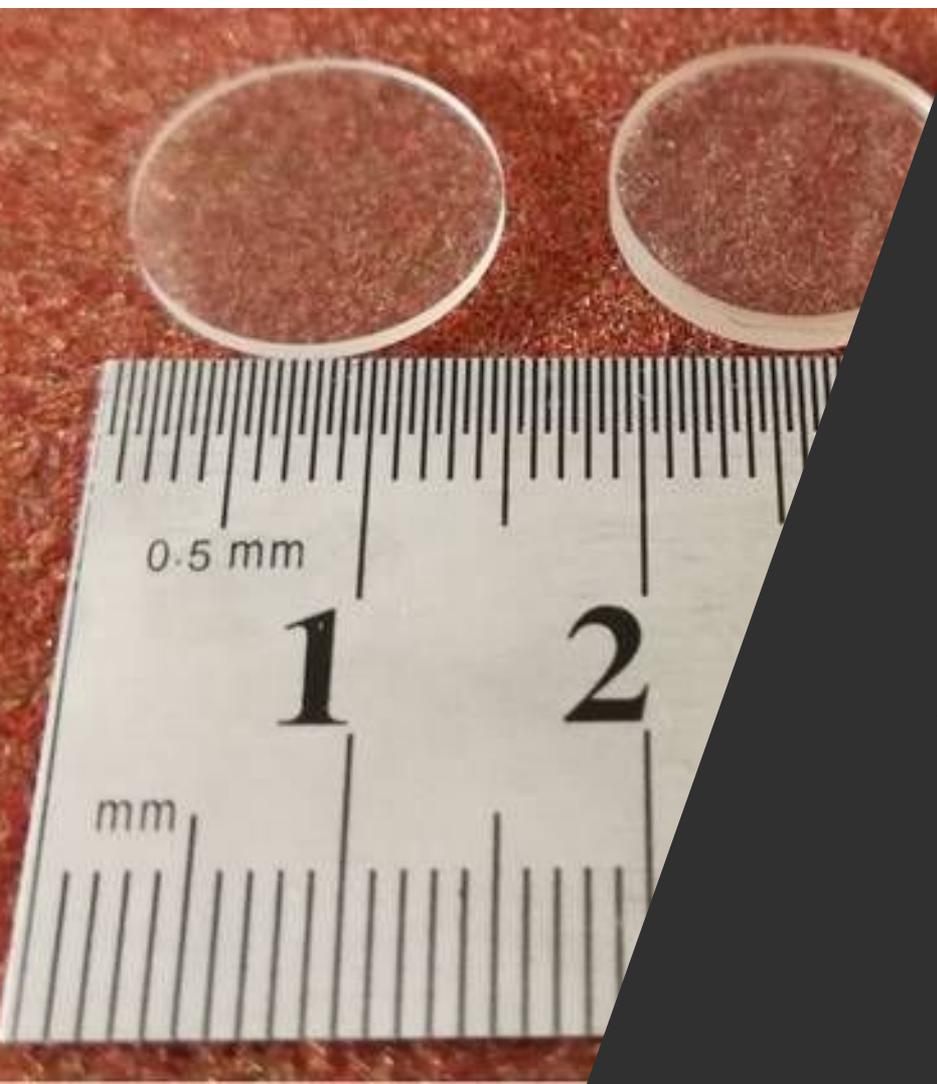
При длительном хранении на воздухе происходит уменьшение удельной поверхности образцов ПС при одновременном росте радиусов пор, что связано с наличием тонкодисперсного «вторичного» кремнезема в этих стеклах.





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

