

# Стекла



выполнила: Чуркина Юлия  
553гр., ФМФ

# ИЗ ИСТОРИИ...

---

Стекло известно людям уже около 55 веков.

Самые древние образцы обнаружены у римлян.

В Индии, Корее, Японии найдены стеклянные изделия, возраст которых относится к 2000 году до нашей эры.

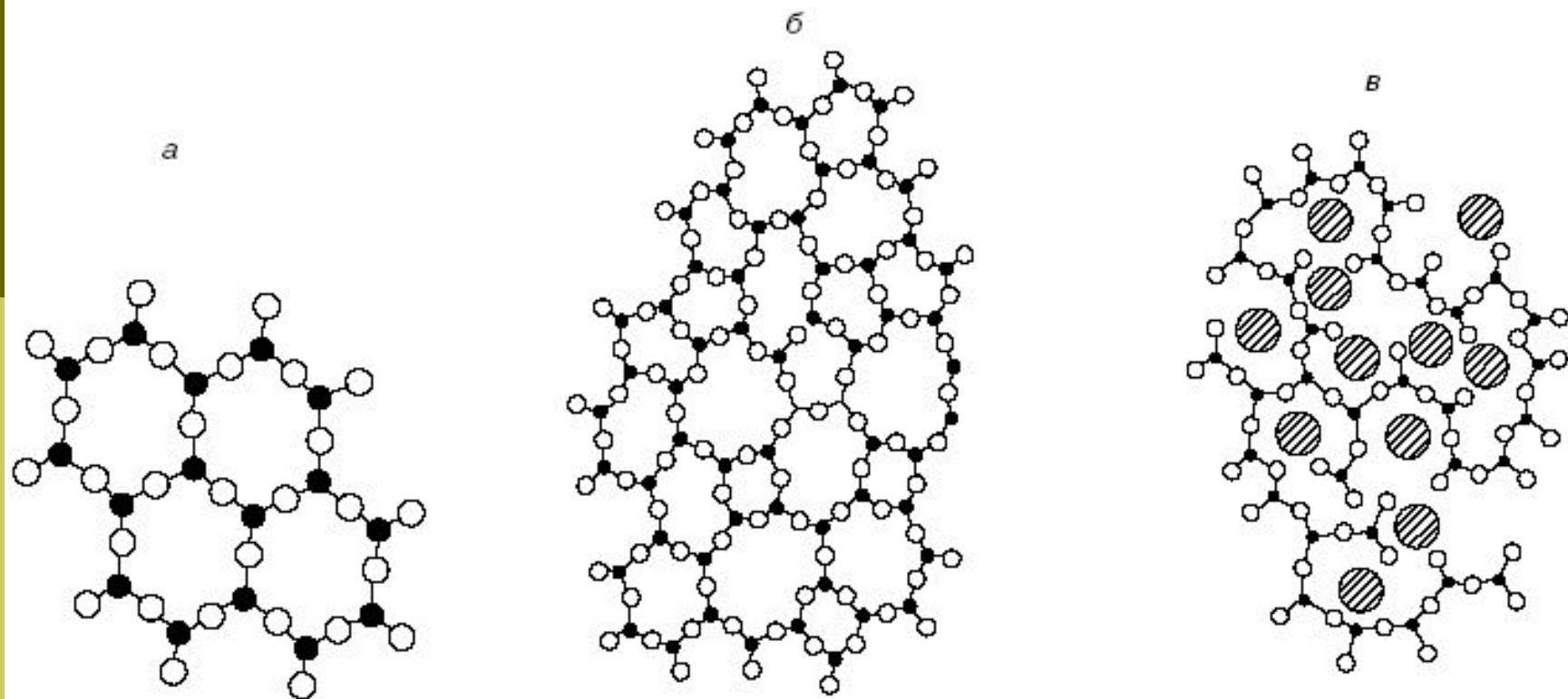
Раскопки свидетельствуют, что на Руси знали секреты производство стекла более тысячи лет назад. А первое упоминание о русском стекольном заводе (он был построен под Москвой возле деревни Духанино) относится к 1634 году. Несмотря на столь древнюю историю, массовый характер производства стекла приобрело лишь в конце прошлого столетия благодаря изобретению печи Сименса Мартина и заводскому производству соды. А технология изготовления листового стекла была разработана в прошлом веке.

# СТЕКЛО-ЭТО...

---

такое состояние аморфного вещества, которое получается при затвердевании переохлажденной жидкости.

Пространственное расположение частиц вещества, находящегося в стеклообразном состоянии, является неупорядоченным, что подтверждается результатами рентгеноструктурных исследований.

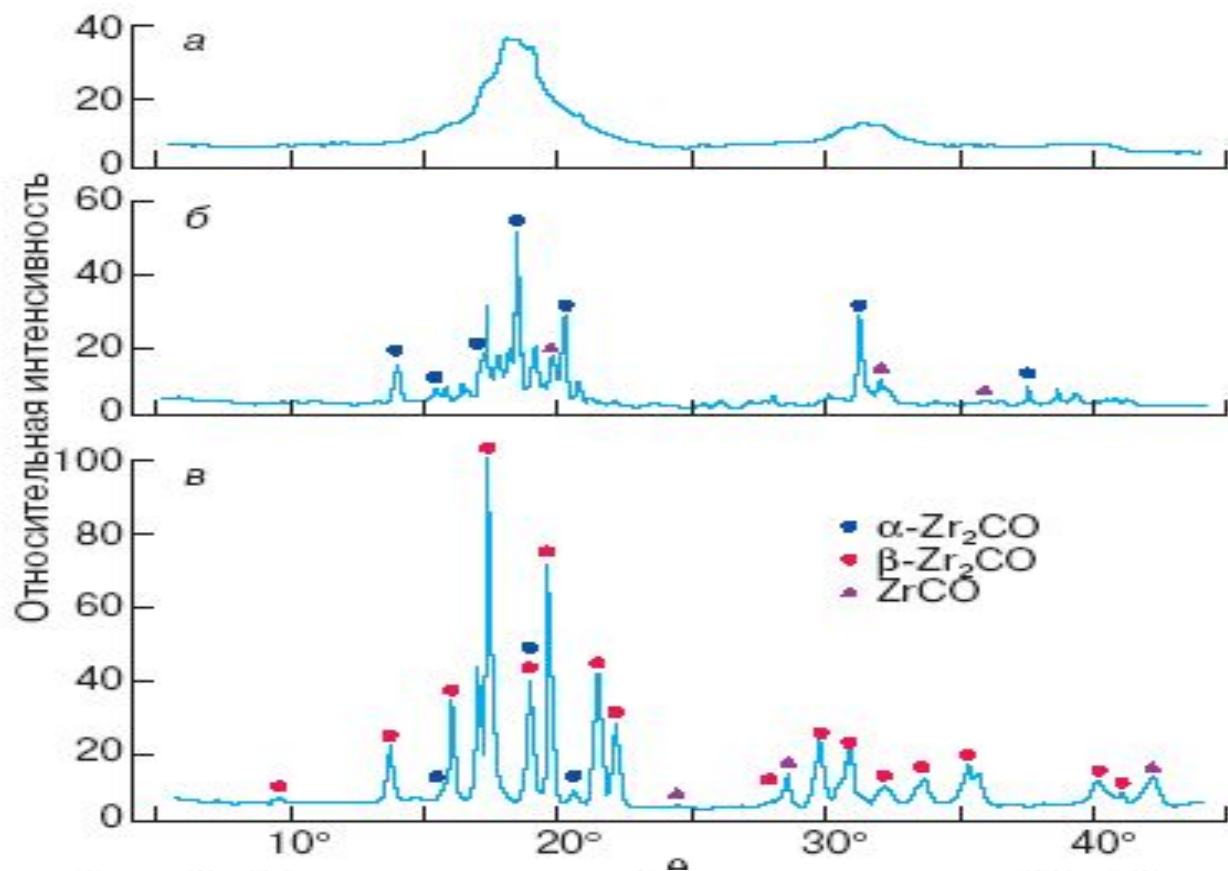


**Рис. 1.** Схематическое изображение на плоскости строения кварца (а), кварцевого стекла (б), натриевосиликатного стекла (в).

● – Атом кремния, ○ – атом кислорода, ◐ – атом натрия.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ

□ дифракция монохроматического рентгеновского излучения:



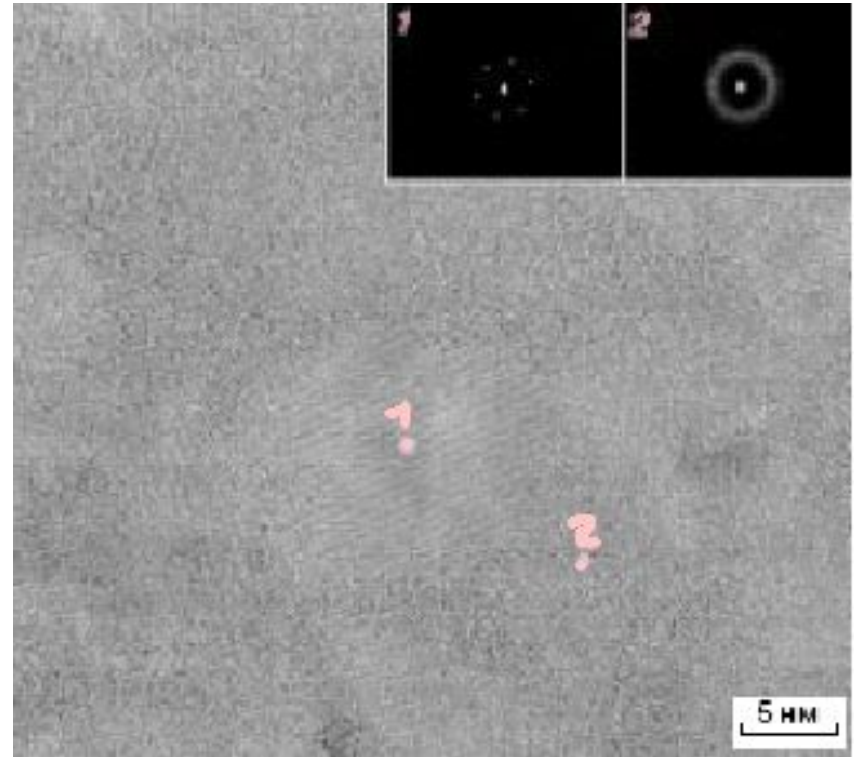
**Рис. 1.** Рентгеновская дифракция от стекла  $\text{Zr}_{65}\text{Co}_{35}$  (a) и продуктов его частичной (б) и полной кристаллизации (в) [1]. Различными символами обозначены отражения от указанных кристаллических фаз

## □ электронная дифракция

частично кристаллизованное  
стекло  $\text{Fe}_{88}\text{Hf}_{10}\text{V}_2$ . В центре  
кристаллит, материал вокруг  
него находится в  
некристаллическом состоянии.

1- дифракционная картина от  
части структуры под этой же  
цифрой.

2-дифракционная картина от  
некристаллической структуры.



# отличие стеклообразного

## состояния от кристаллического:

- нет дальнего порядка, это аморфное состояние
- есть ближний порядок, атомы сгруппированы в небольшие кристаллические кластеры (в жидкости они непрерывно меняются), которые являются как бы «замороженными». Стекло- «замороженный» слепок структуры жидкости, которой жидкость обладала в начале стеклования
- не является равновесным → изменение свойств при любой термообработке
- зависимость структуры и свойств от способа приготовления





# СТЕКЛОВАНИЕ



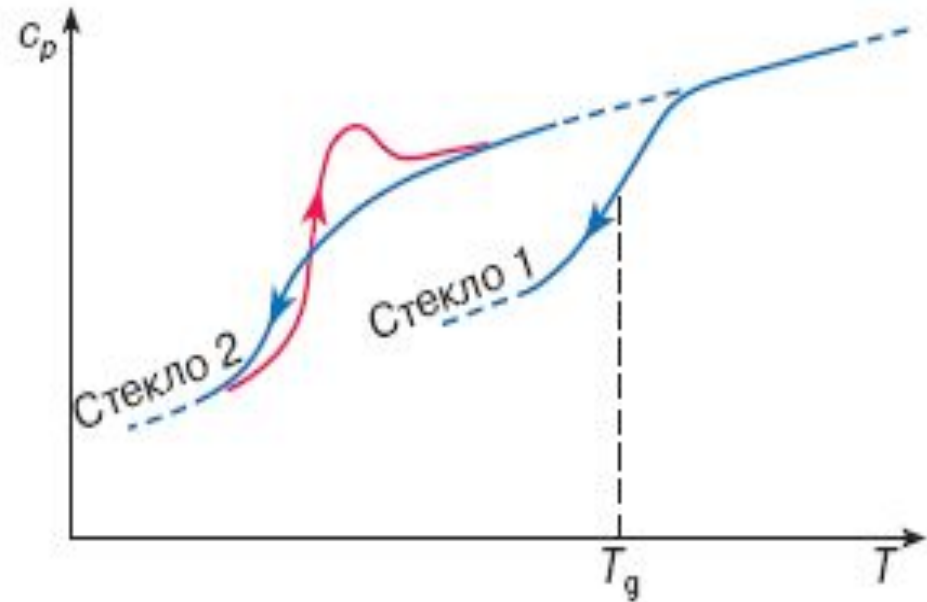
# В КАКИХ ВЕЩЕСТВАХ МОЖНО НАБЛЮДАТЬ СТЕКЛОВАНИЕ

- органические полимерные жидкости из-за малой подвижности ее полимерных молекул, находящихся в сложном переплетении
- поддаются как кристаллизации, так и стеклованию - глицерин
- чистые металлы и различные сплавы
- низкая  $T_{пл}$ . - высокая вязкость

Расплав	$T, ^\circ\text{C}$	$\eta, \text{П}$
$\text{SiO}_2$	1715	$10^{7.7}$
$\text{B}_2\text{O}_3$	450	$10^5$
$\text{LiCl}$	613	$2 \cdot 10^{-2}$
$\text{H}_2\text{O}$	0	$2 \cdot 10^{-2}$

~~фазовый переход~~

~~однозначно определенная температура перехода~~



- ★ температура зависит от темпа охлаждения
- ★ структура и свойства получающегося при переходе стекла зависят от темпа охлаждения
- ★ переход в стекло и обратно обладает гистерезисными свойствами

**Рис. 1.** Температурная зависимость удельной теплоемкости при переходе из жидкости в стекло (охлаждение) и обратно. Кривая 2 соответствует более медленному охлаждению (температура стеклования ниже)

- ★ поведение системы зависит от того, как в прошлом изменялось ее состояние

# общие способы получения стекла



# структурная релаксация

неупорядоченность  
в структуре



необратимые атомные  
перестановки



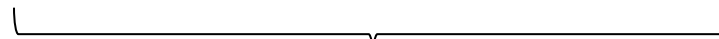
структурная релаксация



изменение всех физических  
свойств стекол

плотность  
увеличивается  
на 0,5-1%

вязкость при одной и той же  
температуре в 100 тыс. раз

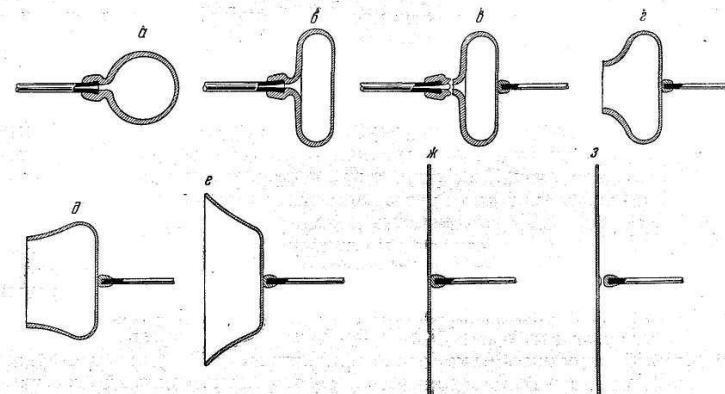


скорость СР т.о. является  
важнейшим параметром,  
характеризующим стабильность  
свойств стекла.

✓ оконные стекла в  
очень старых зданиях,  
возраст которых  
измеряется сотнями лет,  
заметно толще в нижней  
части. Стекло как бы  
медленно течет под  
действием земного  
притяжения.

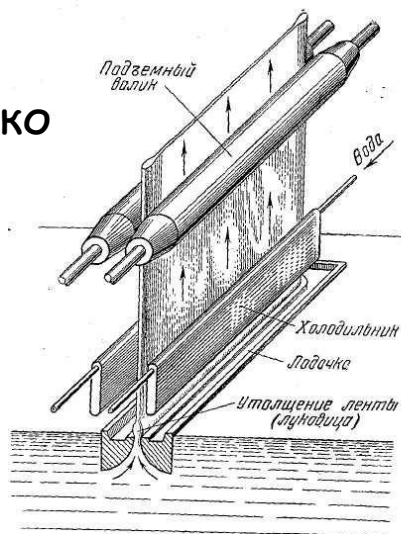
# ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛА

первые попытки  
производства стекла



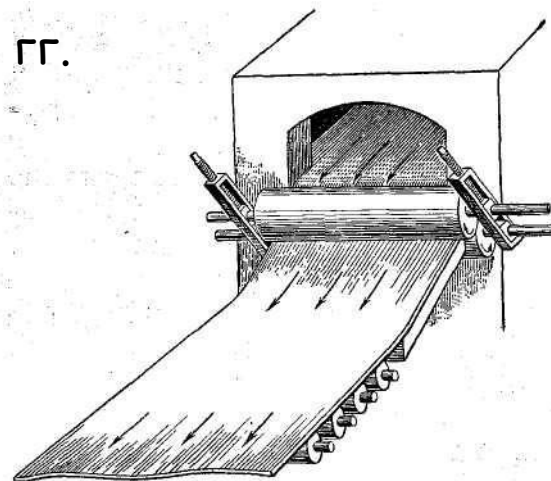
350. Схема ручного производства оконного стекла лунным способом

Фурко



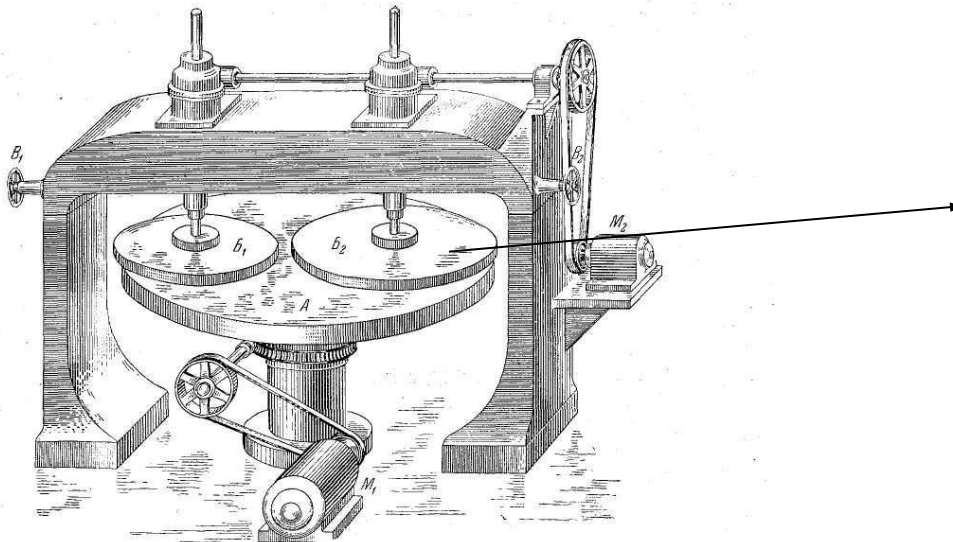
352. Схема вытягивания оконного стекла при помощи лодочки

до 90-ых гг.

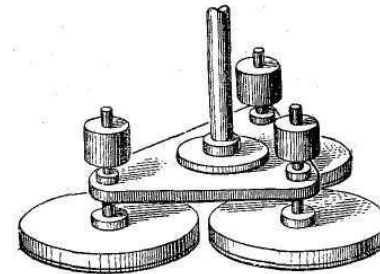


358. Схема получения толстого листового стекла по методу непрерывного проката

# Шлифование стекла

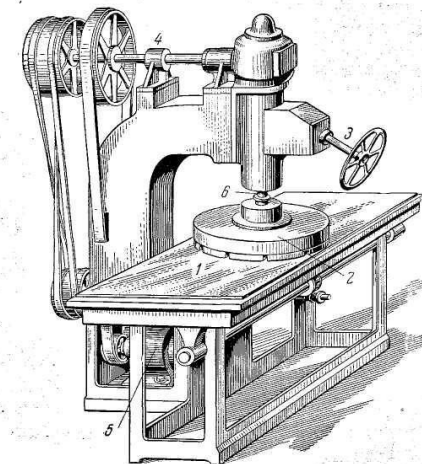


360. Схематический рисунок автомата с вращательным движением стола для шлифовки и полировки листового стекла



361. Схематический рисунок полировальной головки

автоматизированный  
шлифовально-  
полировочный станок.



362. Схематический рисунок автомата с поступательно-возвратным движением стола для шлифовки и полировки листового стекла

# применение стекла

---

- **народное хозяйство:** строительная промышленность, производство стеклотары, стеклоаппаратов, химической посуды; электровакуумная промышленность, использование стекла в качестве декоративного материала, оптическая промышленность и приборостроение.
- **"художественное стекло»:** художественная столовая посуда, монументальные стеклянные изделия (барельефы, торшеры, вазы, люстры и др.) и разнообразные отделочные материалы (плитки и листы для облицовки стен, полов зданий, карнизы, фризы и др., использование стекла в витражах), производство смальт (непрозрачных стекол).
- **стеклоэмали:** защитное покрытие, предохраняющее металлические изделия от разрушения и придающее им внешний вид, удовлетворяющий эксплуатационным и эстетическим требованиям, при изготовлении химической и пищевой аппаратуры, посуды, изделий санитарной техники, труб, вывесок, облицовочных плиток, ювелирных изделий.

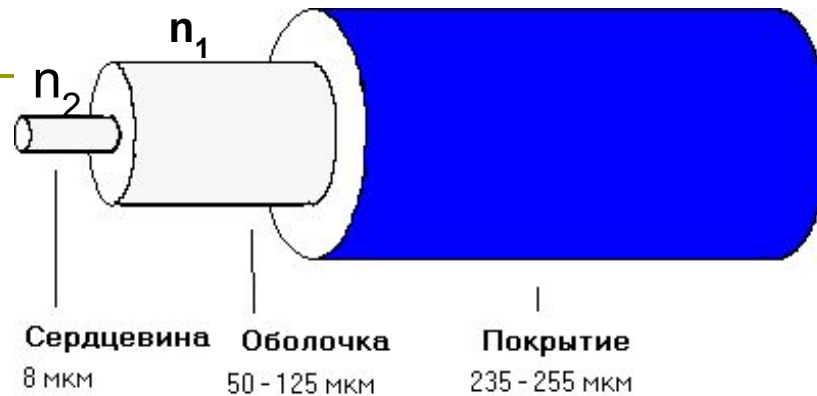


- **оптическая промышленность:** современные точнейшие оптические приборы во всем разнообразии их типов и назначений (обычные очки, микроскопы, телескопы, фото- и киноаппараты и др.).
- **лазерные стекла:** это многокомпонентные стекла различной природы (силикатные, фосфатные, фторбериллатные, боратные, теллуритные и др.), активированные неодимом. Лазеры могут быть миниатюрными, как, например, используемые в медицине, и могут представлять собой мощные системы, применяемые в термоядерном синтезе. Лазеры применяются также в научных исследованиях, геодезии, при точной обработке металлов.
- **кварцевое стекло:** структурной основной единицей кварцевого стекла является кремнекислородный тетраэдр. В кварцевом стекле имеются свободные структурные полости, ограниченные в пространстве мостиковыми атомами кислорода → кварцевое стекло обладает наиболее высокой газопроницаемостью (гелий, водород, неон) по сравнению с другими силикатными стеклами. Используется для изготовления оптического волокна

# ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО

□ структура:

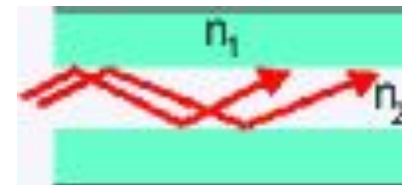
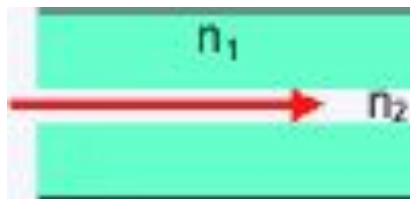
$$n_1 < n_2$$



ВЫДЕЛЯЮТ

одномодовое ОВ

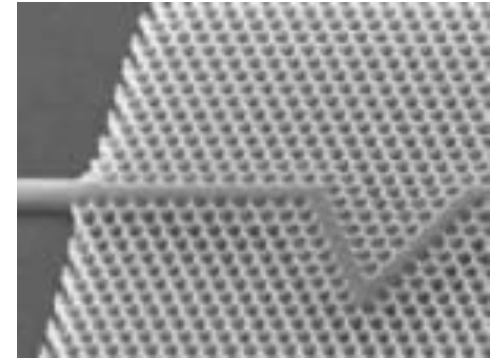
многомодовое ОВ



□ применение: передача информации на большие расстояния (телефон, ТВ, Интернет), оптоэлектроника, передача световой энергии (лазерная техника, световоды)

# ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ

- это материал, структура которого характеризуется периодическим изменением коэффициента преломления



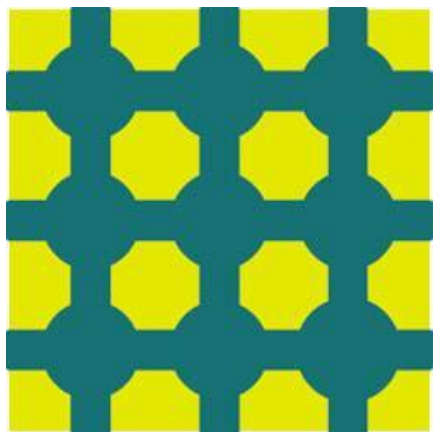
- не пропускает свет с длиной волны сравнимой с периодом структуры ФК
- обладает ОЧЕНЬ высоким коэффициентом преломления
- с общей точки зрения фотонный кристалл является сверхрешеткой (crystal superlattice) - средой, в которой искусственно создано дополнительное поле с периодом, на порядки превышающим период основной решетки. Для фотонов такое поле получают периодическим изменением коэффициента преломления среды - в одном, двух или трех измерениях

## □ получение:

1. заполнение водой опал — гидрофан

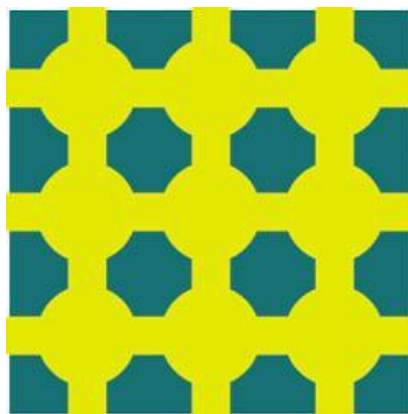
---

2. с помощью реплик («обратные кристаллы»)



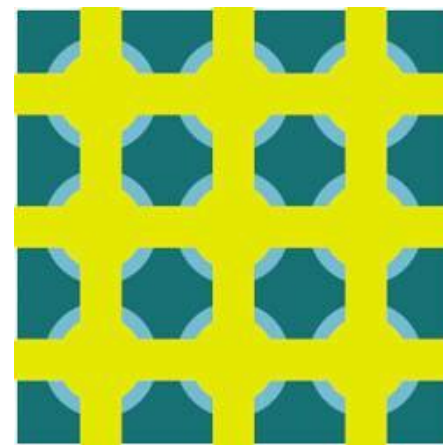
двуокись кремния

(а)



реплика

(б)

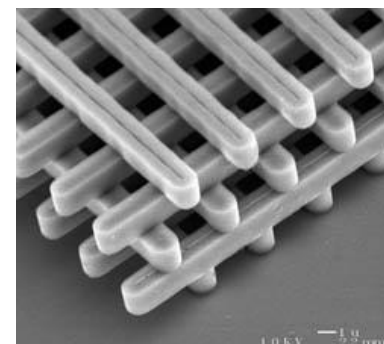


с покрытием

(в)

3. с помощью оптической литографии

«дровяные поленицы»



# ОП на основе ФК

## □ дырчатые волокна:

---



со сплошной световедущей  
жилкой

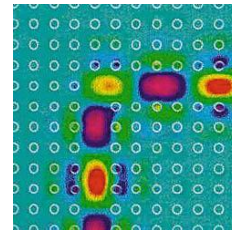


с поллой световедущей жилкой

«+» способны передавать гораздо большую оптическую мощность, чем обычные волокна.

сверхпроводимость

радиус изгиба волновода



(a)



(б)

# "умное стекло"

Главным компонентом новинки, названной '**Blink**', является жидкокристаллический полимер, благодаря которому стекло из прозрачного становится матовым и на нем, как на экране, можно демонстрировать презентацию или видео - стоит лишь замкнуть электрическую цепь.



# литература

---

- Хоник В.А. Стекла: структура и структурные превращения // Соросовский Образовательный Журнал. 2001. №3.с.95-102
- Черноуцан А.И. Физические свойства процесса стеклования // Соросовский Образовательный Журнал. 2001. №3.с.103
- Шульц М.М. Стекло: структура, свойства, применение // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. №3.с.50-55
- Internet