

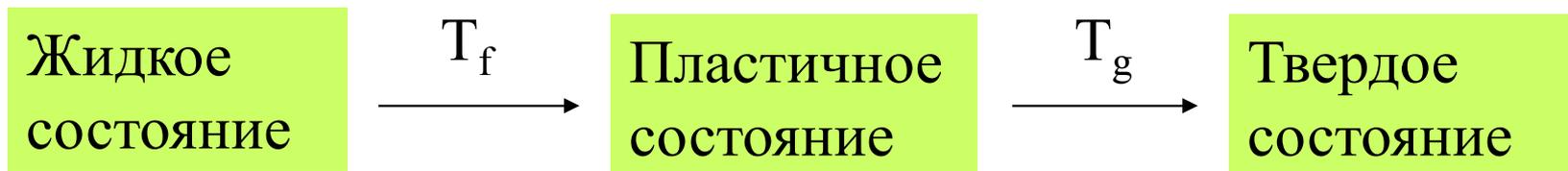
Стекло и керамика – традиционные неорганические материалы

доцент Дроздов Андрей
Анатольевич,
Химический факультет МГУ им.
М.В. Ломоносова

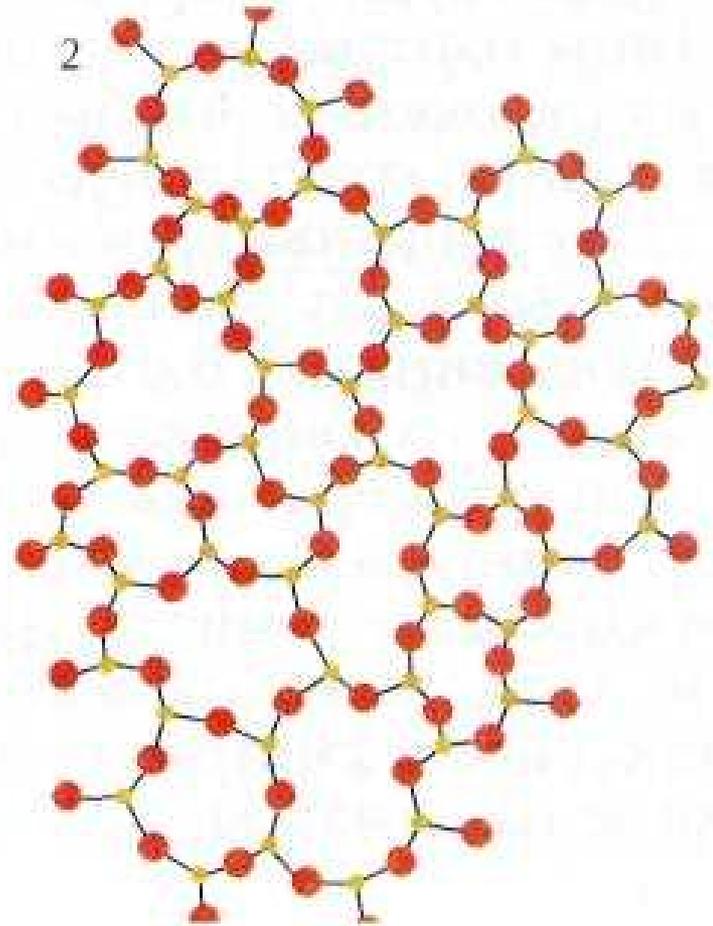
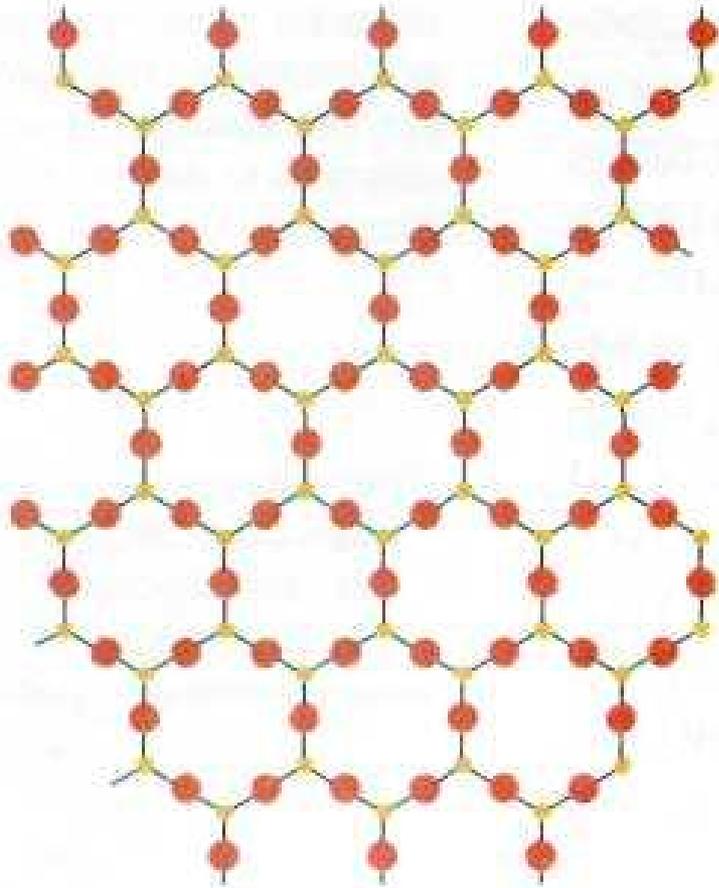
2014

Неорганическое стекло – твердый аморфный материал, получающийся в результате переохлаждения жидкости

- 1) Отсутствие дальнего порядка
- 2) Изотропность
- 3) Нет температуры плавления
- 4) Раковистый излом
- 5) Термопластичность
- 6) Высокая прозрачность
- 7) хрупкость



$T_f - T_g =$ интервал стеклования (100 - 200°C)



Оконное стекло

SiO_2 71,7 – 72,8 %

Al_2O_3 1,5 – 2,0 %

CaO 6,7 – 8,6 %

MgO 3,5 – 4,1 %

Na_2O 13,4 – 14,6 %

K_2O 0,1 – 1,3 %

SO_3 0,3 – 0,5 %

Fe_2O_3 0,1 – 0,11 %



Синее $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$

Белое $\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$

Желтое $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$

Терракотовое Cu_2O

FIGURE 1. Multicolored glass fragments from Amarna, Egypt (courtesy of Aegyptisches Museum, Charlottenburg, Berlin).

С середины XV в до н.э. — первые
стеклянные сосуды, расширение состава
эмалей

Приготовление шихты

75,5% SiO₂
6,0% CaO
2,5% MgO
15,0% Na₂O
1,0% K₂O

Состав стекла

75,71 кг песка
4,24 кг мела
12,62 кг доломита
27,80 кг соды
1,70 кг поташа
Всего 121,87 кг

Состав шихты на 100 кг стекла

Варка стекла

- 1) Силикатообразование
- 2) Стеклообразование
- 3) Осветление
- 4) Усреднение состава
- 5) Охлаждение

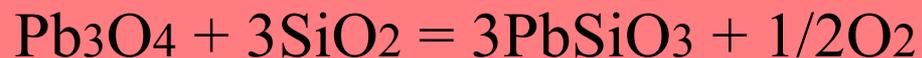
Стадия 2, 1300 – 1400 град
Растворение зерен кварца в расплаве силикатов

Стадия 3

Удаление газовых пузырьков

- 1) Увеличение времени варки
- 2) Повышение темп до 1500
- 3) Опускали куски сырого дерева
- 4) Барботажа воздуха
- 5) Введение осветлителей
 Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Стадия 1

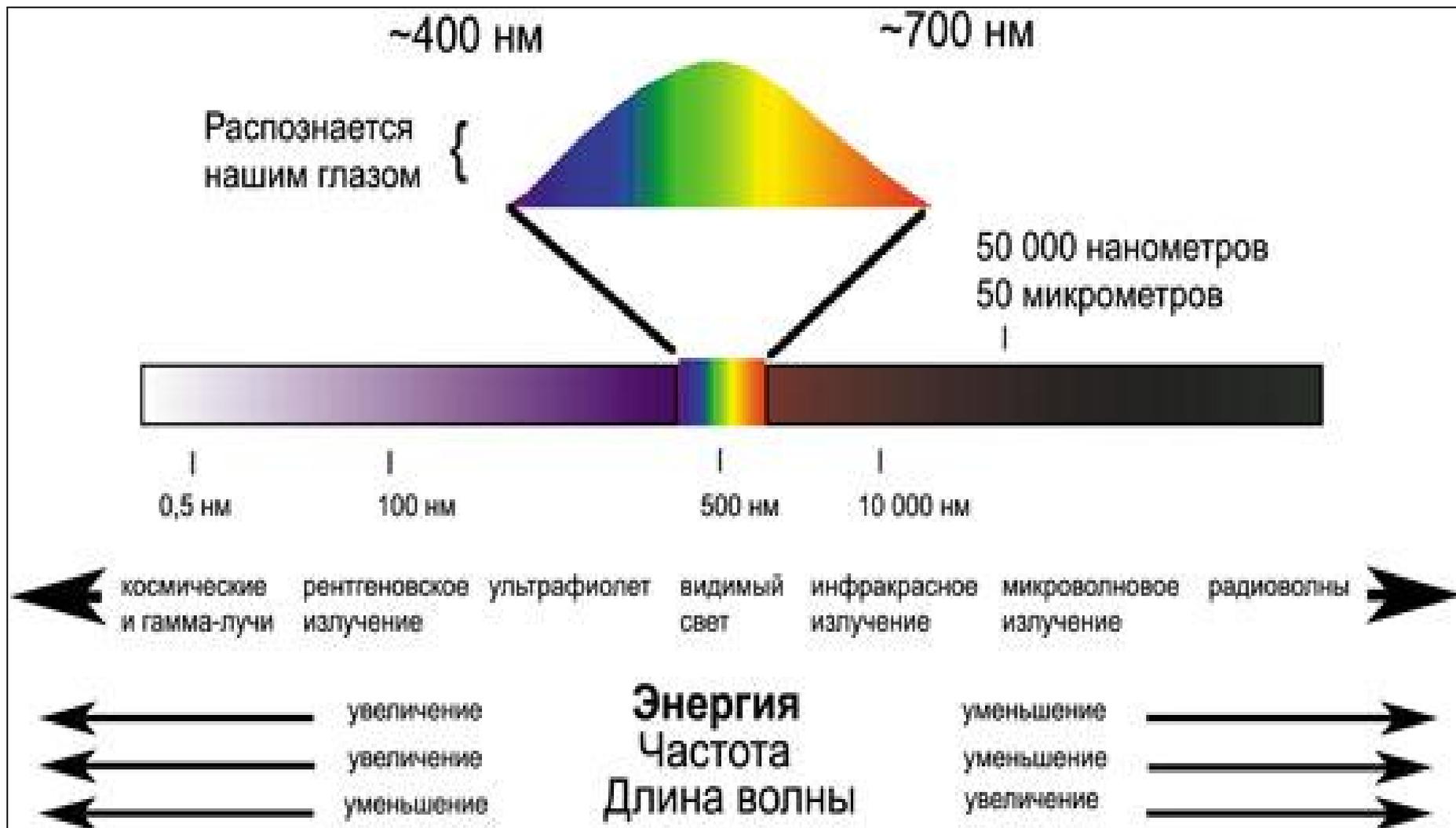




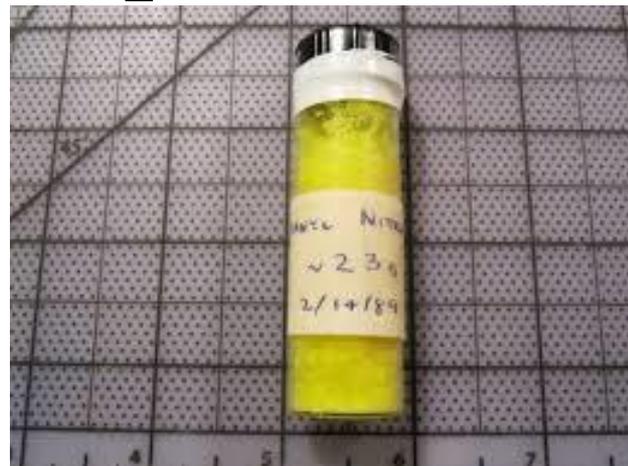
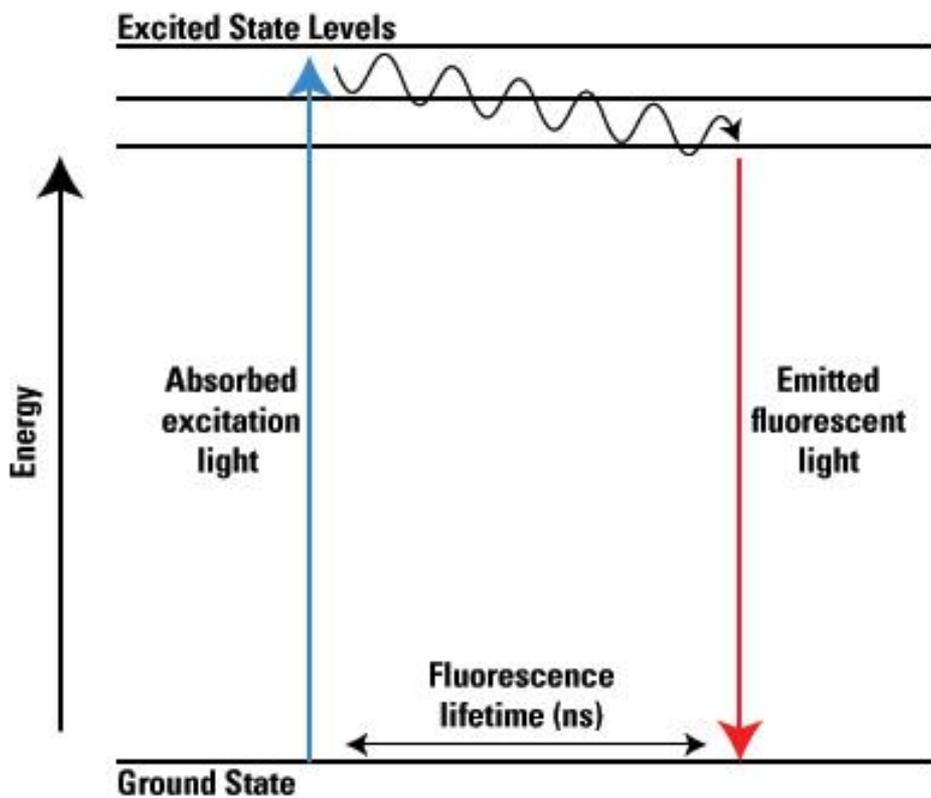
LG
SME

FILI DI VASI SASSI
MONTAGNA
CAFFE ASSORTITI
AVVENTURA

ROVY DO TAV
CLASSI ELI
IN HY PBI TAV



Флюоресцентные красители



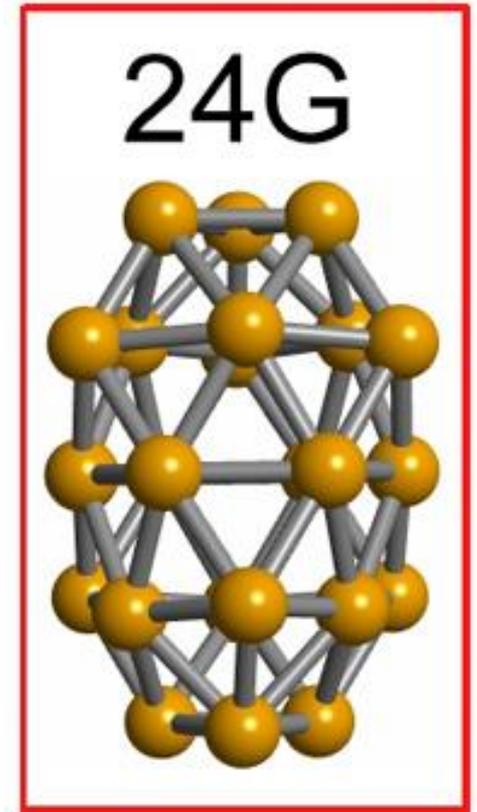




Коллоидное окрашивание

Окрашивание массы стекла и протравы

Наночастицы и коллоидные частицы металлов, сульфидов, оксидов, простых веществ



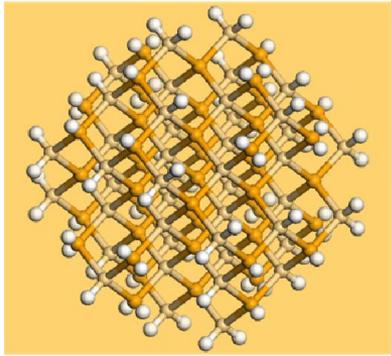


Кубок Ликурга, 4 в, Александрия,
Британский музей

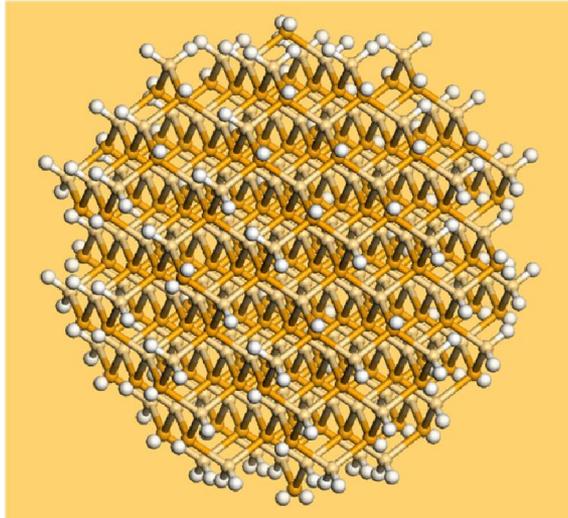
Наночастицы Au : Ag = 7 : 3, диаметр 70 нм

Плазмонное
возбуждение
наночастиц

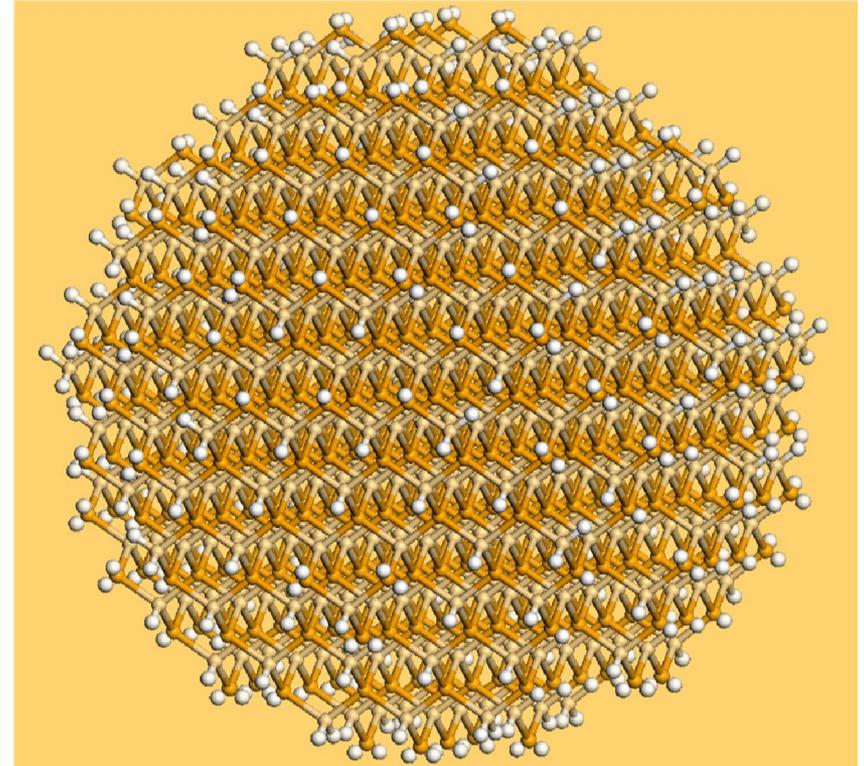
CdSe Quantum Dots



Cd₄₃Se₄₄



Cd₁₅₂Se₁₄₁



Cd₄₈₄Se₄₉₅





Глушенные стекла



Керамика

Изделия из обожженной глины (греч. keramike - гончарное искусство, keramos - глина)

Керамическая технология – формование изделий из сырых материалов, их сушка и обжиг

Неметаллич. материалы и изделия, получаемые спеканием порошков неорганических веществ

Ранняя керамическая посуда (с конца VII тыс) – ленточный способ, глина с добавками рубленой соломы



Керамика

```
graph TD; K[Керамика] --> G[Грубая]; K --> T[Тонкая]; G --> G1[крупнозернистая неоднородная в изломе структуру (порист 5-30%)]; G --> G2[Гончарная керамика, кирпич]; T --> T1[Высокопористая керамика (пористость 30-90%) теплоизоляц. керамич. материалы]; T --> T2[фарфор, пьезо- и сегнетокерамика, ферриты, керметы, фаянс, полуфарфор, майолику];
```

Высокопористая керамика (пористость 30-90%) теплоизоляц. керамич. материалы

Грубая

крупнозернистая неоднородная в изломе структуру (порист 5-30%)

Гончарная керамика, кирпич

Тонкая

однородная мелкозернистая структура (порист <5%)

фарфор, пьезо- и сегнетокерамика, ферриты, керметы, фаянс, полуфарфор, майолику

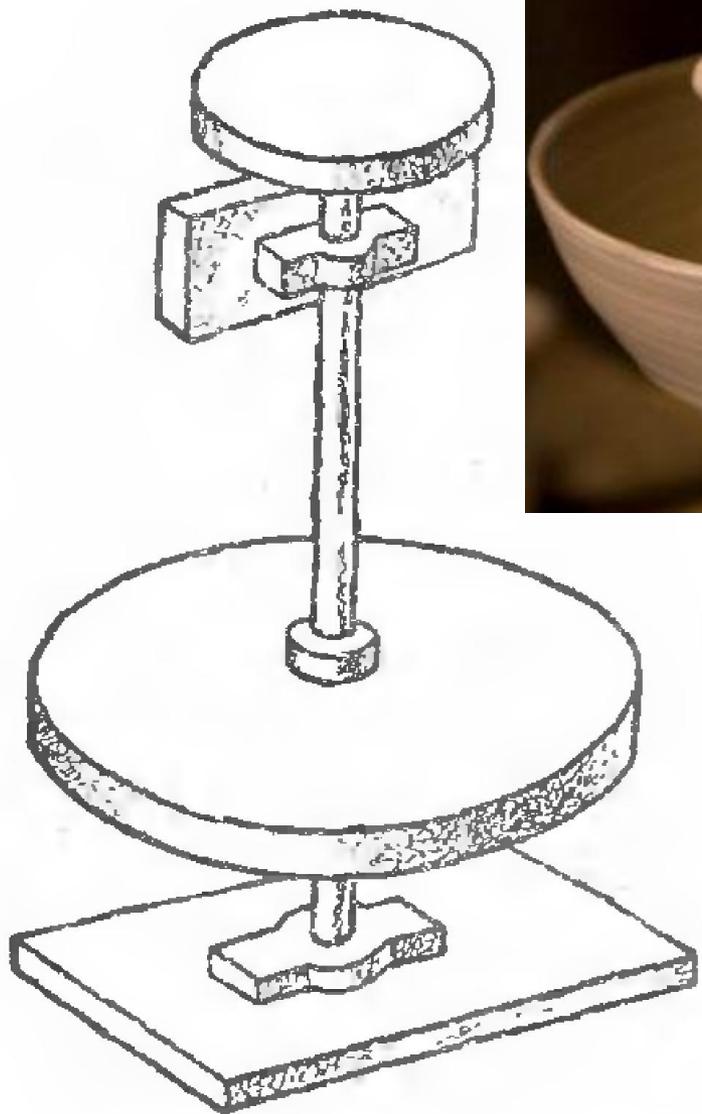
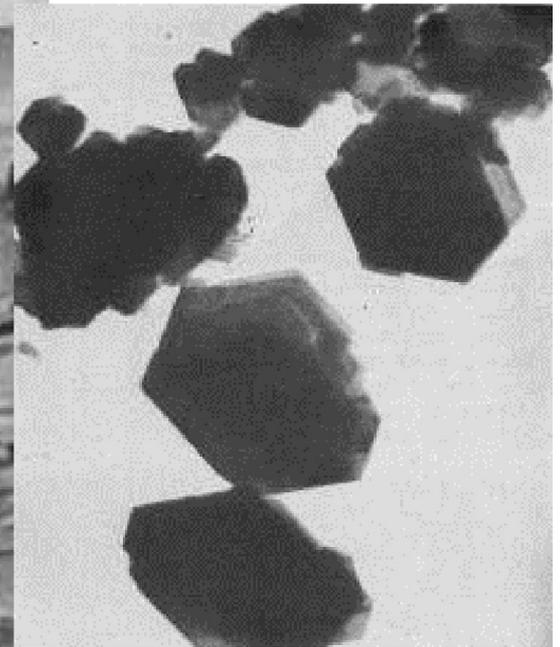


Рис 14 Головка и маховик
обычного гончарного
круга



каолин

Плавни

Полевой шпат



темп. плавл 1000 -
1250°C, эвтектика с
кварцем



Стадии производства керамических изделий

1) Приготовление глиняного теста

2) Формование

3) Сушка (до 4% уменьшить содержание воды)

Сокращение размеров на 6 – 7%, добавление отошающих веществ, возможность деформаций и трещин

4) Декорирование сырых изделий (в пластичном сост – штампы, в кожетвердом состоянии процарапывание, гравирование, ангобирование

5) Первый обжиг (утельный) – придает прочность, водостойкость, черепок сохраняет пористую структуру

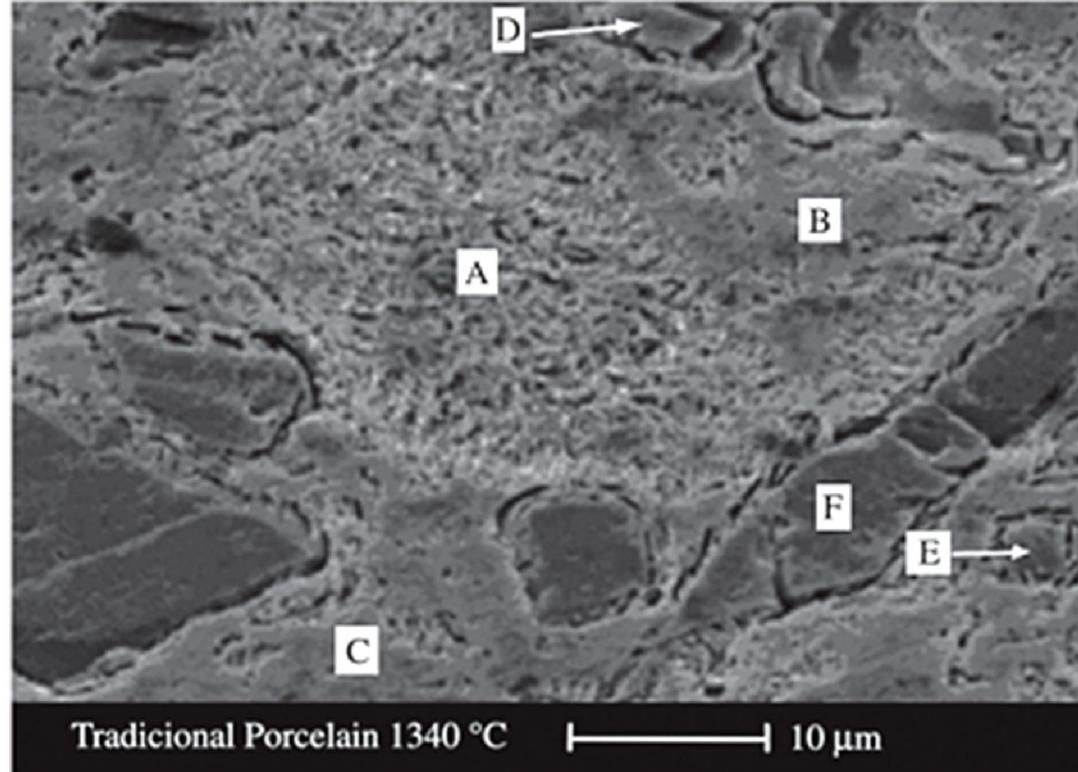
6) Глазурование

7) Второй обжиг (глазурный) – приплавление глазури к черепку, гончарные изделия 800 – 100 град, фарфор 1350 – 1400 град

8) Третий обжиг (муфельный) – после росписи надглазурными красками (для фарфора)

Фазовые составляющие обожженных образцов трехкомпонентных смесей (каолин : кварц = 60 : 40)

| Температура обжига в °С | Состав без полевого шпата | Составы ,содержащие полевой шпат |
|-------------------------|--|---|
| 1050 | Кварц, γ - Al_2O_3 | Кварц, γ - Al_2O_3 и малоизмененный полевой шпат |
| 1150 | Кварц, муллит | Кварц, муллит и измененный полевой шпат |
| 1250 | Кварц, муллит, кристобалит (слабые линии) | Кварц, муллит и кристобалит (слабые линии) |
| 1350 | Кварц, муллит, кристобалит | Кварц, муллит и кристобалит |
| 1450 | Кварц, муллит, кристобалит (интенсивные линии) | — |



| Letters | Elementar analysis | Main Phase | Secondary phases |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| <i>A</i> | Si, Al, O, K, Na | secondary Mullite | Glass phase, feldspar relicts |
| <i>B</i> | Si, Al, O | primary mullite | Clayrelicts |
| <i>C</i> | Si, Al, O | primary mullite | Clayrelicts |
| <i>D, E</i> | Si, Al, O | clayrelict | |
| <i>F</i> | Si, O | quartz | |

Figure 5. EDX analysis of selected regions in SEM photomicrograph. Traditional porcelain (TP) fired at 1340° C. Etched by HF 20% for 5 seconds.

Терракота

- Мелкий порошок обожженной глины + жижель
- Малый объем жидкой фазы (пленка)
- Практически нет усадки



Терракотовая армия – захоронение Цинь Шихуанди в 209 г до н.э.

Фаянс

тонкокерамические изделия из беложгущихся глин.

Имеет пористую мелкозернистую структуру, не просвечивает, в неглазурованном виде впитывает и пропускает воду.

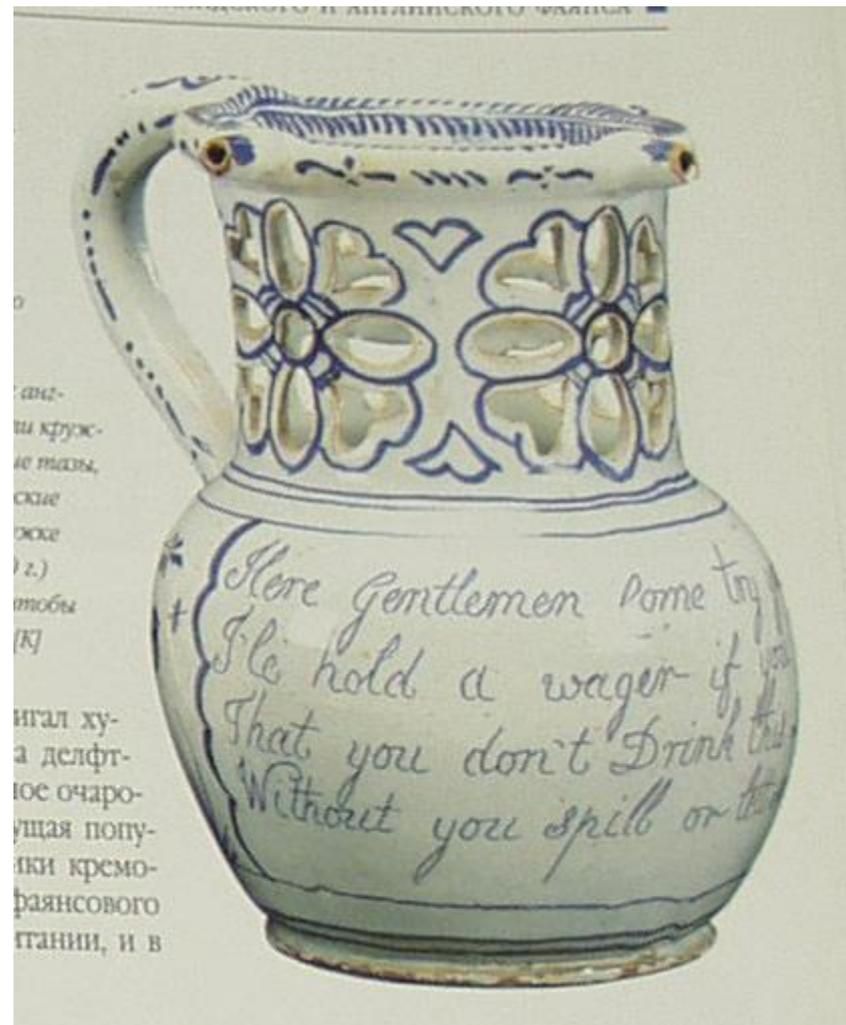
Пористость твёрдого фаянса 9–12%

Поглощает влагу из воздуха, что приводит к небольшому объёмному увеличению фаянсового черепка и к растрескиванию глазурного слоя – цеку.

Основа – глинистое вещество, формирующее крист скелет, стекло в виде пленок между кристаллами, незначительное количество муллита

Дельфтский фаянс

Использование мергеля
(глинисто-карбонатная
порода, до 70% CaCO_3)



Фарфор

плотный спекшийся черепок белого цвета (иногда с голубоватым оттенком) с низким водопоглощением (до 0,2 %), при постукивании издает высокий мелодичный звук, в тонких слоях может просвечивать.

Глазурь не покрывает край борта или основание изделия

Сырье - каолин, песок, полевой шпат и другие добавки

Полуфарфор - по свойствам занимает промежуточное положение между фарфором и фаянсом, черепок белый, водопоглощение 3-5 %, используется в производстве посуды.

- 1) Приготовление массы и глазури
- 2) Формование
- 3) Сушка
- 4) Удельный обжиг 700 – 800 град
- 5) Глазуrowание
- 6) Политой обжиг
- 7) декорирование

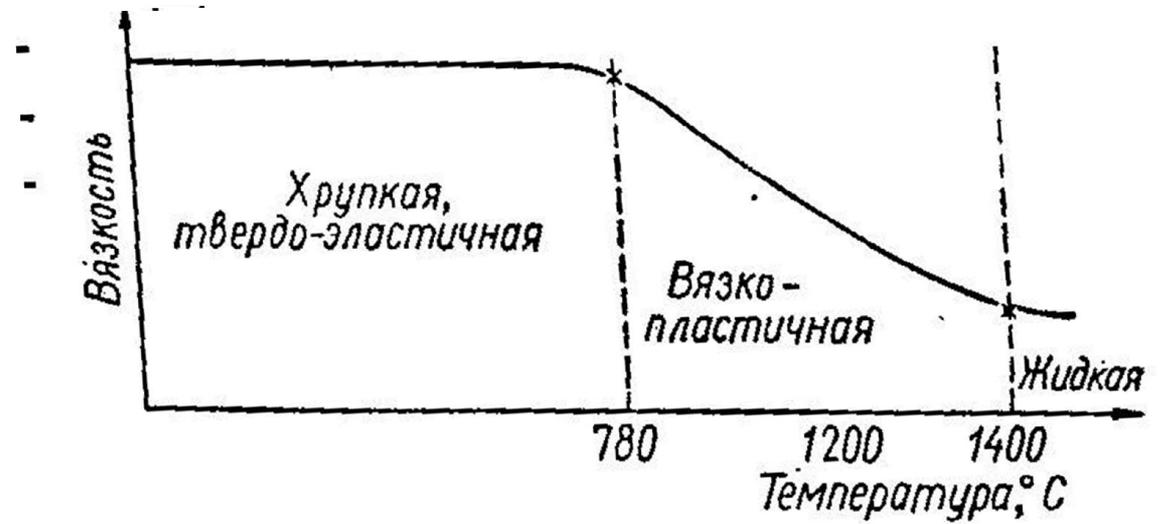


Рис. 38. Агрегатное состояние глазури.

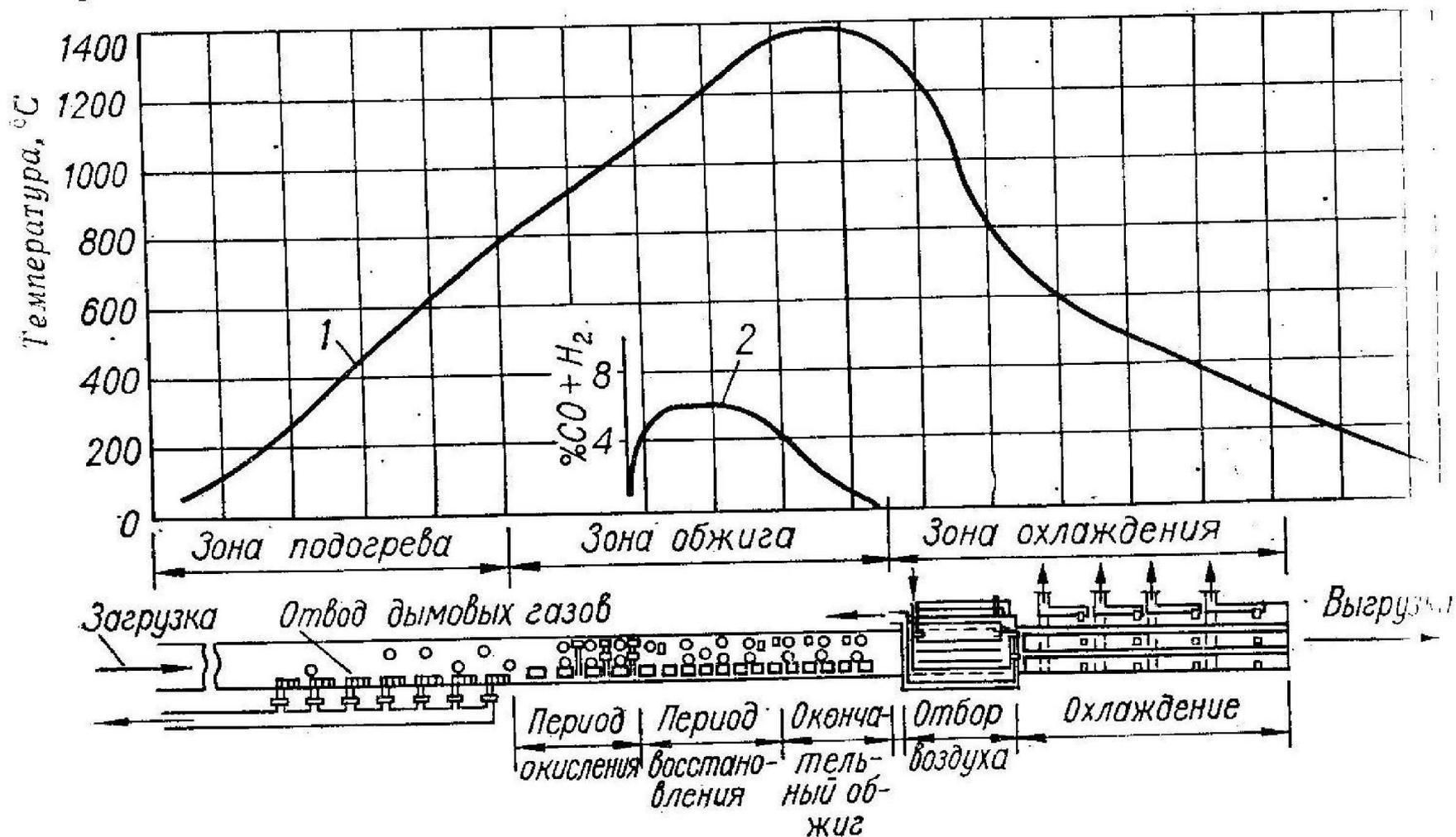
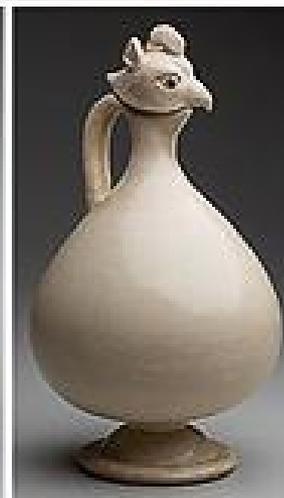
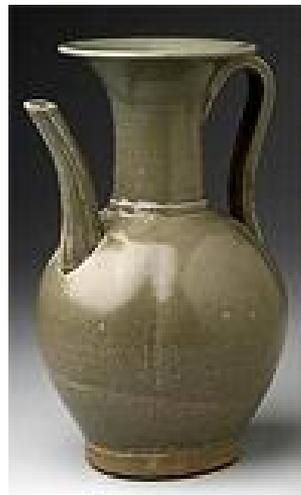


Рис. 116. Кривые обжига в туннельной печи:
 1 — температуры; 2 — содержания CO + H₂ в печных газах.

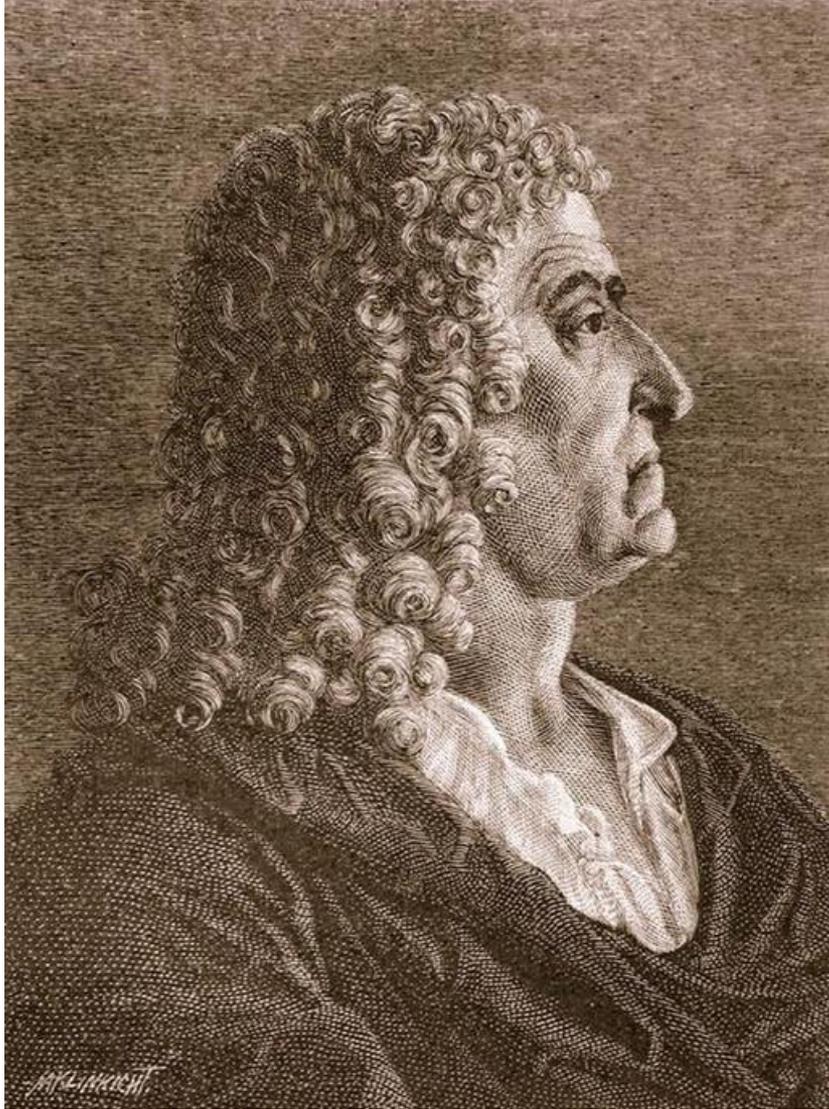
Hsing

Время династии
Танг VII - VIII





изобретен в 1708 году в Мейсене Иоганном Фридрихом Бётгером



Meissen 1710

Севрский (зегеровский) фарфор

- глинистые
25—35,
полевой шпат
30—40,
кварцевый
песок 20—45
- Темп обжига
1300 град

bleu celeste - 1753



Каменная масса

плотный непрозрачный
черепок, почти нет пор
сырье: глина, полевой шпат,
кварц, шамот

Обжиг при температуре 1200—
1280°C

Ваза из каменной массы. Англия.
1740—60-е гг. Музей Виктории и
Альберта. Лондон

