

Chương 2: **VẬT LIỆU CHỊU LỬA**

2.1 **Giới thiệu** về VLCL – Phân loại

2.2 **Các tính chất cơ bản** của VLCL

2.3 Đặc tính **một số loại VLCL** thường gặp

2.1 Giới thiệu về VLCL – Phân loại

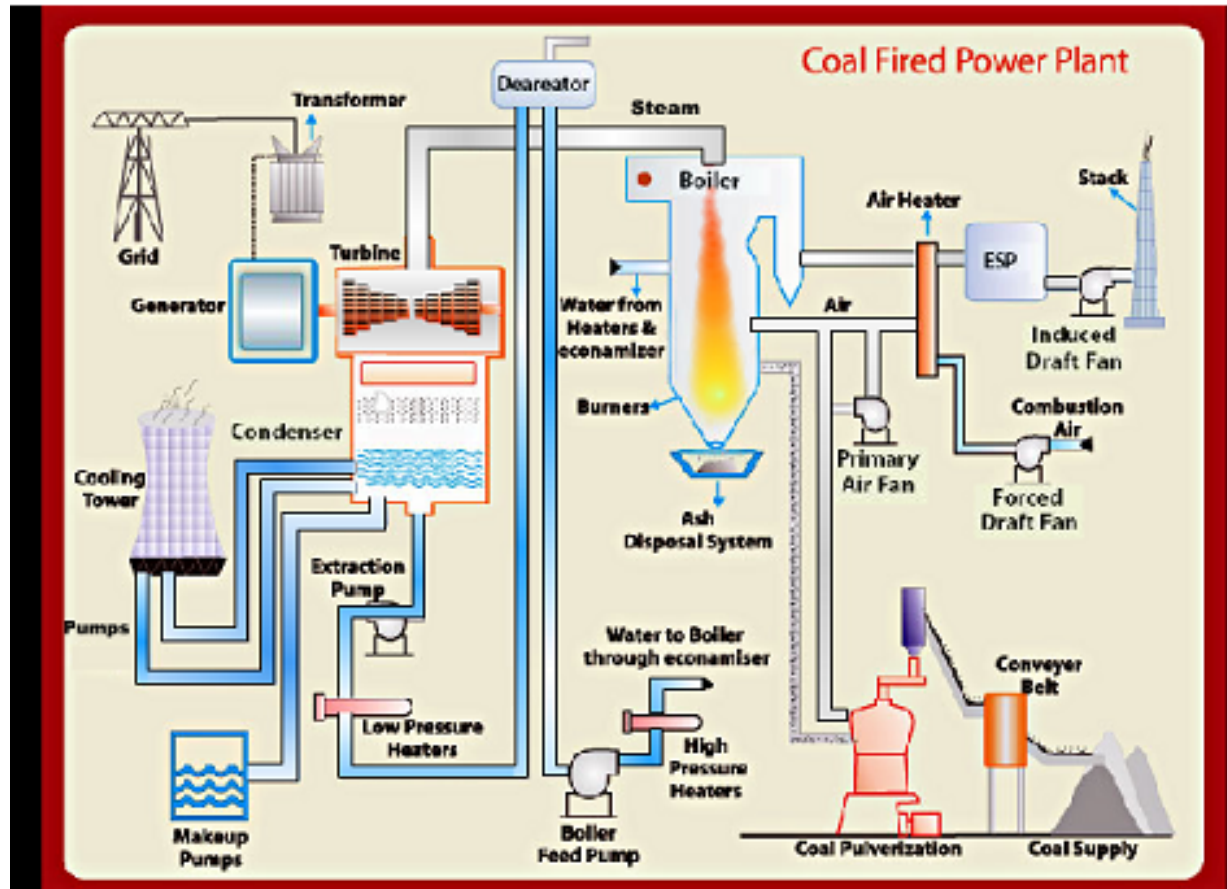
➤ VLCL là vật liệu dùng để xây dựng các lò công nghiệp, các ghi đốt, các thiết bị làm việc ở nhiệt độ cao ($>1000^{\circ}\text{C}$) trong thời gian dài.



Ứng dụng

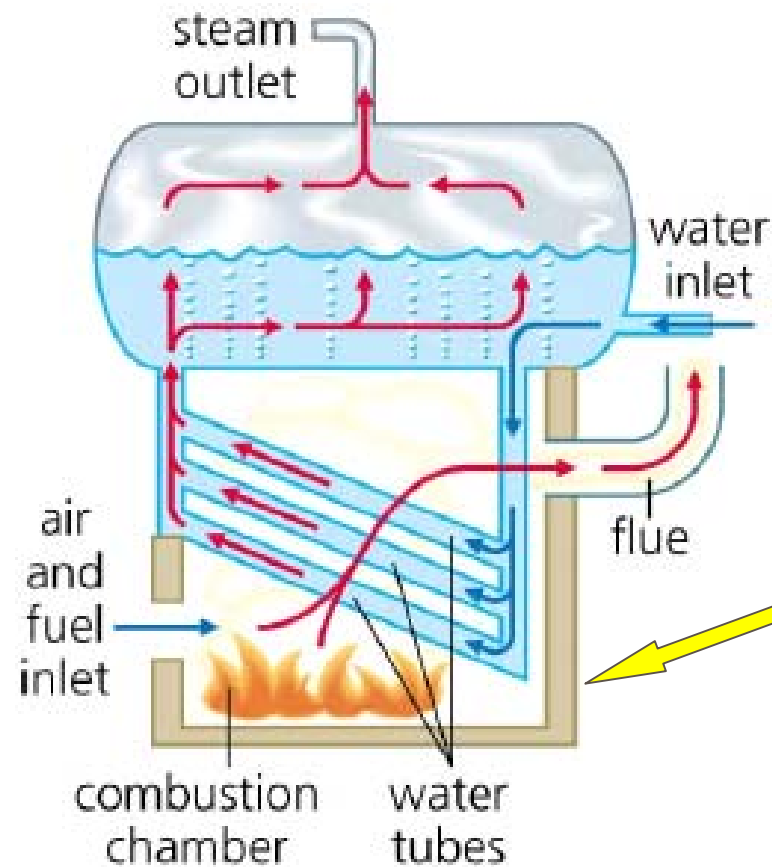
Công nghiệp luyện kim,
nhiệt điện, sành sứ, thủy
tinh, sản xuất xi măng, vv...

Ví dụ: Nhà máy nhiệt điện



→ Buồng đốt của lò hơi là nơi phải chịu nhiệt độ cao nhất → VLCL

Minh họa lò hơi ống nước



VLCL

Phân loại VLCL

1. Theo bản
chất hóa lý

8 nhóm
chính

- 1/ **Nhóm silic**: Gồm 2 nhóm nhỏ là **dinat** và thạch anh
- 2/ **Nhóm Alumôsilicat**: Gồm 3 nhóm nhỏ: Bán axit, **samôt**, cao alumin
- 3/ **Nhóm Manhêdi**: Gồm 4 nhóm nhỏ: Đôlômit, Forsterit, Spinen, manhêdi
- 4/ **Nhóm crômít**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Crômít, crôm manhêdi
- 5/ **Nhóm Zircôn**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Silicat Zircôn (ZrSiO_4) và Zircôn (ZrO_2)
- 6/ **Nhóm cacbon**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Cốc và Grafit
- 7/ **Nhóm Cacbua Nitrua**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Cacborun và các loại khác.
- 8/ **Nhóm oxyt**: Các oxyt tinh khiết

2. Theo **độ chịu lửa**

3 loại

- Loại chịu lửa thường: Độ chịu lửa từ **1580-1770⁰C**
- Loại cao lửa: Độ chịu lửa từ **1770-2000⁰C**
- Loại rất cao lửa: độ chịu lửa **>2000⁰C**

3. Theo **hình dạng và kích thước**

4 loại

- Gạch tiêu chuẩn thường: Gạch hình chữ nhật và gạch hình chêm
- Gạch dị hình đơn giản
- Loại phức tạp
- Loại rất phức tạp và khối lớn

4. Theo **đặc tính gia công nhiệt**

3 loại

- Loại không nung
- Loại nung
- Loại đúc từ chất nóng chảy

5. Theo **phương pháp sản xuất**

3 loại

- Sản phẩm nén dẻo, nén bán khô hoặc nén dập từ phối liệu dạng bột không dẻo
- Sản phẩm đúc từ hồ và chất nóng chảy
- Sản phẩm cưa từ quặng

6. Theo **độ xốp**

3 loại

- Loại đặc : có độ xốp $< 1 \%$
- Loại thường: có độ xốp từ 10-30 %
- Loại nhẹ: có độ xốp $> 50 \%$

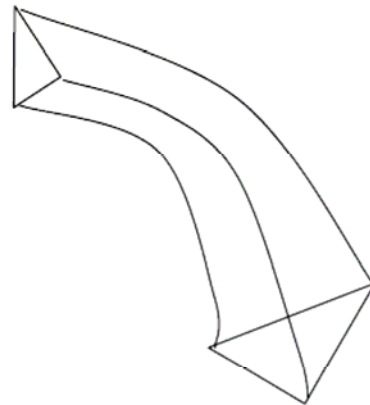
2.2 Các tính chất cơ bản của VLCL

1. Độ chịu lửa
2. Độ bền cơ học ở nhiệt độ cao
3. Độ bền nhiệt
4. Tính ổn định thể tích ở nhiệt độ cao
5. Độ bền xỉ
6. Độ dẫn nở nhiệt
7. Độ dẫn nhiệt

1. Độ chịu lửa

➤ Là khả năng chống lại tác dụng của nhiệt độ cao **không bị nóng chảy**

➡ Để xác định độ chịu lửa của vật liệu người ta dùng côn để đo



- Côn này là 1 khối chóp cụt, 2 đáy là 2 tam giác đều có cạnh là 8 mm và 2mm, cao 30mm.

➡ đặt trong lò nung.

➡ Nhiệt độ mà tại đó **đầu côn gục xuống** chạm đến mặt để được gọi là **nhiệt độ chịu lửa của vật liệu**.

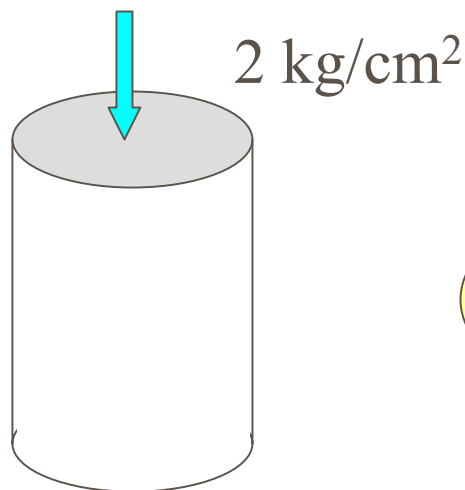
Nhiệt độ chịu lửa của một số VLCL

Loại vật liệu	Độ chịu lửa ($^{\circ}\text{C}$)	Loại vật liệu	Độ chịu lửa ($^{\circ}\text{C}$)
Quắc	1730-1750	Cao Alumin	1780-2000
Dinat	1710-1720	Manhêdi	>2300
Đất sét chịu lửa	1580-1750	Crôm-manhêdi	>2000
Cao lanh	1740-1770	Đôlômit	>2000
Sămôt	1610-1750	Forsterit	1800-1850

Nhận xét: Nếu hạt vật liệu càng lớn, nhiệt độ gục của côn càng cao.

2. Độ bền cơ học ở nhiệt độ cao

- Là khả năng chống lại đồng thời tác dụng của nhiệt độ và tải trọng cơ học.
- Để xác định nhiệt độ biến dạng: đốt nóng dần mẫu dưới tải trọng tĩnh 2kg/cm^2 theo tiêu chuẩn Liên Xô (GOST 4070-48)



Mẫu có dạng hình trụ
có đường kính 36mm,
cao 50mm.

➡ Ghi lại nhiệt độ tại đó mẫu bị lún 4% và 40%

Bảng nhiệt độ biến biến dạng dưới tải trọng 2kg./cm^2 của VLCL:

VLCL	Nhiệt độ biến dạng dưới tải trọng 2 kg/cm^2 [$^{\circ}\text{C}$]		
	BD	4%	40%
Dinat	1650		1670
Bán Axit	1400	1430	1500
Sămôt B	1250	1320	1500
Sămôt A(Al_2O_3 40%)	1400	1470	1600
Cao lanh (Al_2O_3 42%)	1450	1550	1650
Mullit kết khối (Al_2O_3 70%)	1600	1660	1800
Côrun (Al_2O_3 99%)	1870	1900	
Manhêdi (99% MgO)	1550		1580
Crôm-manhêdi	1450-1550		1480-1600
Forsterit	1550-1650		1650-1710
Đôlômit	1550-1610	1630-1680	1650-1690

3. Độ bền nhiệt (bền xung nhiệt)

- Là khả năng chống lại **sự dao động nhiệt độ** mà không bị phá hủy
- Phương pháp xác định độ bền nhiệt: Theo tiêu chuẩn Liên Xô (GOST 7875-56)
 - + Mẫu thử được chọn là viên gạch có kích thước tiêu chuẩn: 230x113x65 mm
 - + Đốt nóng 1 đầu mẫu trong lò điện có nhiệt độ 850 °C hay 1300 °C
 - + Nhúng đầu đã đốt nóng vào nước lạnh 20 °C.
 - + Lặp đi lặp lại cho đến khi mẫu thử rạn nứt và hao hụt đến 20 % khối lượng ban đầu. Số lần lặp lại này được gọi là ĐỘ BỀN NHIỆT.

Độ bền nhiệt của vài loại VLCL

Loại VLCL	Độ bền nhiệt (nung ở 850 °C)
Dinat	1-2
Sămốt: loại hạt nhỏ sít đặc	5-8
Loại hạt vừa	10-15
Loại hạt thô	25-100
Mahêdit	2-3
Crôm-Mahêdi	2-3
Crôm-Mahêdi bền nhiệt	>30

4. Tính ổn định thể tích ở nhiệt độ cao

Khi chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ cao



- Biến đổi thành phần pha
- Tái kết tinh
- Kết khối phụ



Co phụ

Nở phụ

Co phụ → Vết nứt giữa vữa và gạch; lún vòm lò, vv...

Giãn nở phụ → Vòm lò bị phồng lên

→ Để xác định sức co phụ (nở phụ) → nung sản phẩm ở một nhiệt độ xác định (VD đinát : 1450°C) → xác định ΔV

$$\Delta V = \frac{V_1 - V_o}{V_o} \quad (\text{m}^3)$$

5. Độ bền xỉ

➤ Đó là khả năng **chống lại sự ăn mòn và phá huỷ** bởi môi trường ở nhiệt độ cao của VLCL.

- VD: {
- Xỉ nóng chảy ở lò luyện kim, kim loại nóng chảy, thuỷ tinh lỏng, vv... (*môi trường lỏng*)
 - Sản phẩm cháy, khí CO trong lò cao, vv... (*môi trường khí*)
 - Bụi quặng, bụi phế liệu vv... (*môi trường rắn*)

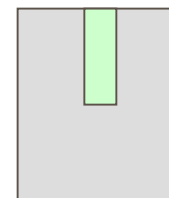
➡ 2 tác hại chính: **ĂN MÒN & XÂM THỰC**

➤ Phân loại cách khác: 3 loại: xỉ bazơ, xỉ axit và xỉ trung tính.

➡ Đối với xỉ axit: dùng gạch axit tốt hơn dùng gạch bazơ

➤ **Cách xác định độ bền xỉ**

- Viên gạch có lỗ hình trụ: **d = 25-50 mm, cao từ 20-40 mm**
- đưa xỉ đã nghiền mịn vào → nung ở 1400-1500°C trong 2-3h xem tổn thất trọng lượng.



6. Độ dẫn nở nhiệt

➤ Các VLCL khi đốt nóng thường bị dẫn nở, sau khi làm nguội sẽ trở về trạng thái ban đầu.

- Hệ số dẫn nở nhiệt của vật liệu đặc trưng bằng các chỉ tiêu sau:

a) Hệ số dẫn nở nhiệt trung bình:

$$\alpha_{tb} = \frac{L_t - L_{t_0}}{L_{t_0}(t - t_0)} \quad (1/K)$$

b) Hệ số dẫn nở nhiệt thực:

$$\alpha_t = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} \quad (1/K)$$

c) Hệ số dẫn nở nhiệt tương đối:

$$\alpha = \frac{L_t - L_0}{L_{t_0}} \quad (1/K)$$

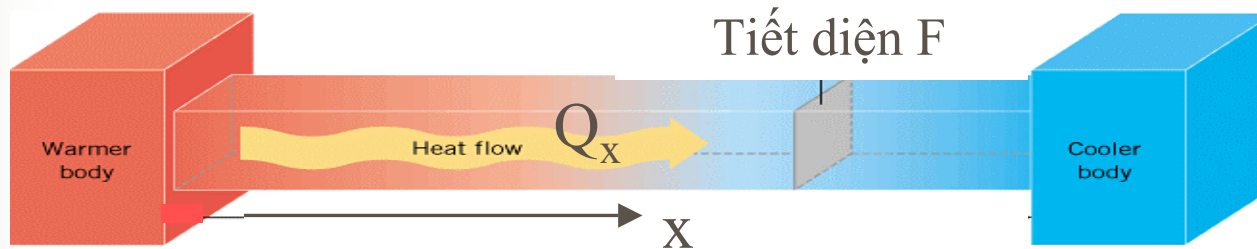
Trong đó: $\begin{cases} L_{t_0} : \text{chiều dài mẫu ở } 0^\circ\text{C hay ở nhiệt độ phòng} \\ L_t : \text{chiều dài mẫu ở nhiệt độ đo} \end{cases}$

- **Độ giãn nở nhiệt trung bình** trong khoảng nhiệt độ từ 0°C đến nhiệt độ t có thể tính từ hệ số dẫn nở nhiệt trung bình bằng: $\alpha_{tb} \cdot t \cdot 100\%$
- Ví dụ: **Gạch Samôt** có $\alpha_{tb} = 4,5 \times 10^{-6} \rightarrow$ độ dẫn nở nhiệt ở 800°C là:
 $4,5 \times 10^{-6} \times 800 \times 100\% = 0,36\%$

Hệ số dẫn nở nhiệt trung bình của một số VLCL ở 20-1000 $^{\circ}\text{C}$

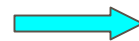
Tên VLCL	α_{tb} (20-1000 $^{\circ}\text{C}$)
Sămôt	$(4,5-6) \cdot 10^{-6}$
Cao lanh	$(4,5-5,5) \cdot 10^{-6}$
Mullit (70 % Al_2O_3)	$(5,5-5,8) \cdot 10^{-6}$
Mullit- corun (80-90% Al_2O_3)	$(7-7,5) \cdot 10^{-6}$
Corun (99% Al_2O_3)	$(8-8,5) \cdot 10^{-6}$
Manhêdi (90-92% MgO)	$(14-15) \cdot 10^{-6}$
Crômít	$(9-11) \cdot 10^{-6}$
bán axit	$(7-9) \cdot 10^{-6}$
Dinat	$(11,5-13) \cdot 10^{-6}$
Thủy tinh quắc	$0,4 \cdot 100^{-6}$

7. Độ dẫn nhiệt



❖ Dòng nhiệt truyền qua vật (trong 1s) theo **phương x** được tính theo **ĐL Fourier**:

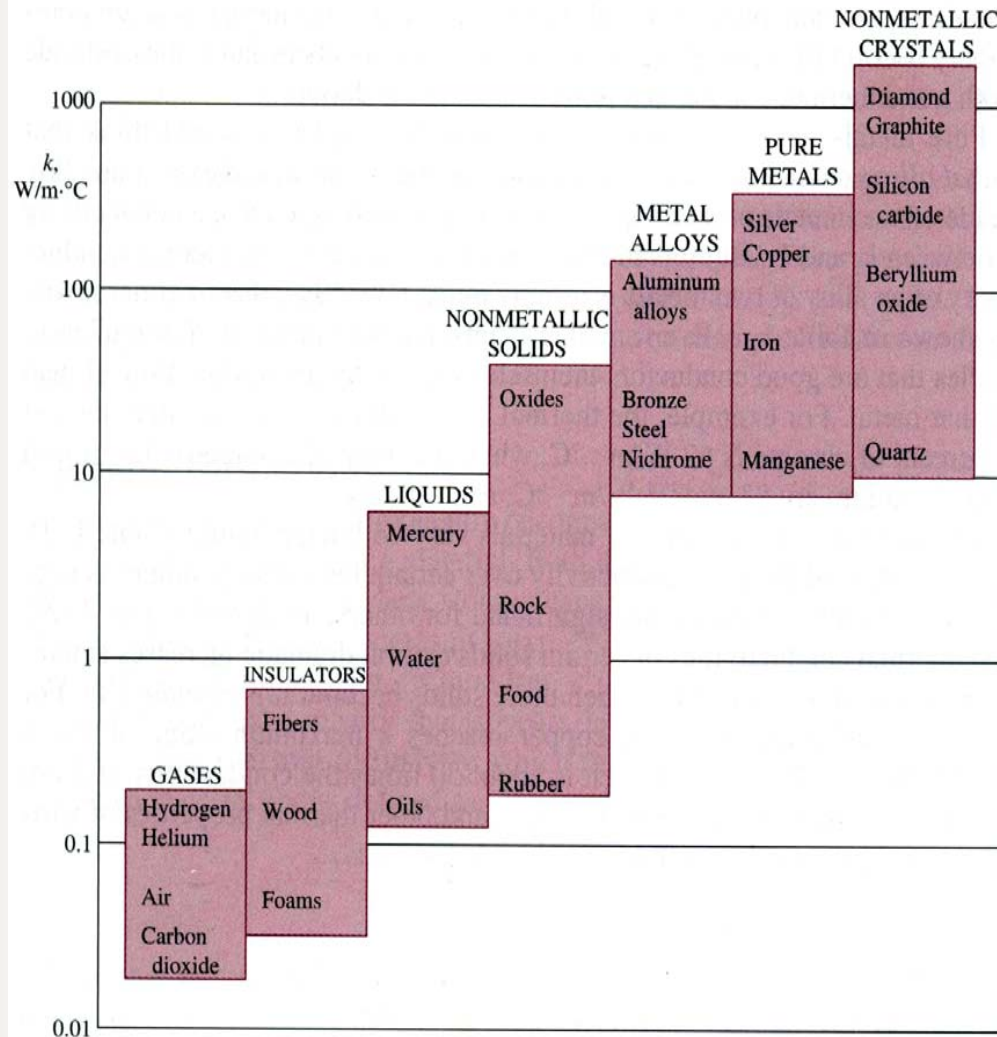
$$Q_x = -\lambda F \frac{\partial T}{\partial x} \quad (\text{W})$$



$$q_x = \frac{Q_x}{F} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \quad (\text{W/m}^2)$$

- với: {
- Q_x là **dòng nhiệt** truyền theo phương x trong thời gian 1s (W)
 - q_x là **mật độ dòng nhiệt** truyền theo phương x trong thời gian 1s (W/m²)
 - T là nhiệt độ tuyệt đối của vật (K)
 - F là diện tích tiết diện vuông góc với phương x (m²)
 - λ là **hệ số dẫn nhiệt** của vật (W/m.K)

Hệ số dẫn nhiệt λ của vật liệu



λ phụ thuộc vào nhiệt độ

$$\lambda = \lambda_o (1 + bt)$$

Trong thực tế có thể xem λ là hằng số ứng với nhiệt độ trung bình của vật t_{tb}

Từ t_{tb} của vật tra bảng suy ra λ

2.3 Đặc tính một số loại VLCL thường gặp

8 nhóm
chính

- 1/ **Nhóm silic**: Gồm 2 nhóm nhỏ là **đinat** và thạch anh
- 2/ **Nhóm Alumôsilicat**: Gồm 3 nhóm nhỏ: Bán axit, **samôt**, **cao alumin**
- 3/ **Nhóm Manhêdi**: Gồm 4 nhóm nhỏ: Đôlômit, Forsterit, Spinen, manhêdi
- 4/ **Nhóm crômit**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Crômit, crôm manhêdi
- 5/ **Nhóm Zircôn**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Silicat Zircôn (ZrSiO_4) và Zircôn (ZrO_2)
- 6/ **Nhóm cacbon**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Cốc và Grafit
- 7/ **Nhóm Cacbua Nitrua**: Gồm 2 nhóm nhỏ: Cacborun và các loại khác.
- 8/ **Nhóm oxyt**: Các oxyt tinh khiết

2.3.1 Nhóm Silic: **DINAT**

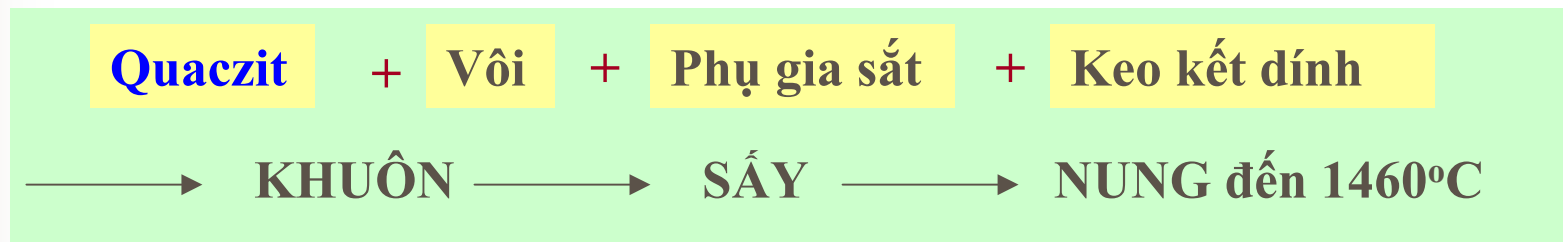
➤ Có hàm lượng $\text{SiO}_2 \geq 93\%$ ➡ Loại gạch chịu lửa **AXÍT**

➤ Nguyên liệu sx: từ các quặng QUẮC ➡ Cát quắc
➡ Sa thạch
➡ Quaczit

(Bản Thái, Lạng Sơn: đá quaczit chứa 98,4% SiO_2 và 0,97% Al_2O_3

Đồn Vàng, Phú Thọ: đá quaczit chứa 97-98% SiO_2 và 1,56-1,74% Al_2O_3 , vv...)

➤ Kỹ thuật sx **DINAT**:



➤ **Tính chất DINAT:**

+ Dinat là loại VLCL mang **tính axit**, chứa $\text{SiO}_2 \geq 93\%$ ➡

**Rất bền với
xỉ axit**

+ **Khi đốt nóng nở ra** (khác với SAMÔT) nhưng độ nở không lớn lắm có tác dụng làm chặt các mạch xây làm giảm độ thấm khí.

+ **Độ dẫn nhiệt:** cao hơn SAMÔT

+ **Độ bền nhiệt:** kém hơn SAMÔT

+ **Độ ổn định thể tích:** Kém

➤ **Phạm vi sử dụng:**

+ Dùng trong lò CỐC HÓA, lò LUYỆN KIM và lò THỦY TINH

+ Sử dụng rộng rãi làm **VÒM LÒ** vì không bị co khi dùng. Ở nhiệt độ $> 600^\circ\text{C}$ dẫn nở nhẹ làm vòm lò bền vững.

2.3.2 Nhóm Aluminosilicat: **SAMỐT**

- Là loại VLCL phổ biến nhất, **chiếm đến 70% tổng số VLCL**
- Tùy theo hàm lượng Al_2O_3 trong sản phẩm mà họ Aluminosilicat được chia làm 3 loại như sau:

+ Bán axit: $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 30\%$ (15-30%)

+ **SAMỐT**: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30-45\%$ →

+ Cao Alumin: $\text{Al}_2\text{O}_3 > 45\%$

Loại gạch chịu lửa trung tính, kiềm yếu

- **Nguyên liệu sx**: từ đất sét và cao lanh chịu lửa cộng với phụ gia
- **Kỹ thuật sx SAMỐT**:

Đất sét + **Phụ gia** → **TẠO HÌNH** → **SẤY**
→ **NUNG đến 1350-1380°C**

➤ **Tính chất SAMÔT:**

+ VLCL Samôt là gạch chịu lửa trung tính và kiềm yếu

+ **Nhiệt độ chịu lửa** : 1610-1770 °C . Dựa vào độ chịu lửa chia làm 4 loại

Loại O : nhiệt độ chịu lửa ≥ 1750 °C

Loại A : nhiệt độ chịu lửa ≥ 1730 °C

Loại B : nhiệt độ chịu lửa ≥ 1670 °C

Loại C : nhiệt độ chịu lửa ≥ 1610 °C

+ **Độ bền nhiệt: Cao**, dao động trong 1 khoảng lớn, phụ thuộc vào thành phần của phối liệu, phương pháp nén, cấu trúc sản phẩm:

- | | |
|--|--------|
| - Tạo hình bằng phương pháp dẻo : | 6-12 |
| - Tạo hình bằng phương pháp bán khô : | 7-50 |
| - Cấu trúc hạt nhỏ sít đặc : | 5-8 |
| - Loại hạt vừa : | 10-15 |
| - Loại hạt thô : | 25-100 |

- **Độ ổn định thể tích:** Có độ co phụ khi nung ở nhiệt độ cao. Nếu nhiệt độ nung quá cao, tường gạch Samốt bị biến dạng
- **Độ bền xỉ:** CAO. Mức độ phụ thuộc vào cấu trúc hạt và độ sít đặc của sản phẩm.
 - + Sản phẩm có **cấu trúc hạt lớn, xốp** ➡ độ bền xỉ thấp, bị ăn mòn nhanh
 - + Ngược lại loại có **cấu trúc hạt nhỏ, sít đặc** ➡ độ bền xỉ cao.
- **Phạm vi sử dụng:** Rất rộng rãi do nguyên liệu sx dễ kiếm
 - **Trong sx gang:** xây lò cao, lò gió nóng, thùng đổ gang
 - **Trong luyện thép:** xây tường lò
 - **Trong công nghiệp silicat:** xây lò nung đồ gốm, sành, sứ, nấu thủy tinh, lò nung xi măng, vv...
 - **Trong các lò luyện cốc, luyện kim, nồi hơi**

2.3.3 Nhóm Aluminosilicat: CAO ALUMIN

- Là loại VLCL chứa hơn 45% Al_2O_3
- có chất lượng cao, được sử dụng trong tất cả những điều kiện làm việc rất nặng nề mà Samốt không thể chịu đựng nổi.
- Nguyên liệu sx: từ 4 loại khoáng khác nhau về thành phần Al_2O_3

- Loại silimanit: 45-70% Al_2O_3
- Loại mullit: 70-78% Al_2O_3
- Loại mullit corun: 78-95% Al_2O_3
- Loại corun: > 95% Al_2O_3

➡ Hàm lượng Al_2O_3 không chỉ là dấu hiệu để chia loại sản phẩm mà nó còn quyết định những tính chất cơ bản của sản phẩm CAO ALUMIN

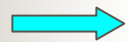
➤ **CORUN** là sản phẩm có những tính chất đặc biệt cao nhất trong nhóm sản phẩm alumosilicat

+ **Nhiệt độ biến dạng:** 1840-1850°C

+ **Độ bền nhiệt lớn:** có phụ gia > 60 ; không có phụ gia < 15 lần

+ **Độ bền rất cao** đối với kim loại , xỉ , thủy tinh , muối nóng chảy , kiềm , axit

+ **Nhiệt độ chịu lửa:** 2000°C



Ứng dụng:

- + Có độ cứng lớn nên làm **vật liệu mài** rất tốt
- + Làm **chén nung, chén nấu thủy tinh**
- + Làm **dao tiện** đối với kim loại cứng.
- + Có tính chất điện môi rất cao nên được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp điện và vô tuyến điện.

2.3.4 Nhóm Manhêdi: VLCL MANHÊDI

- Là loại VLCL chứa từ 80 - 85% MgO → VLCL kiềm tính điển hình
- Nguyên liệu sx: chủ yếu từ quặng Manhêdi (MgCO_3)
- Kỹ thuật sx gạch MANHÊDI:



→ TẠO HÌNH → SẤY → NUNG ở 1500 – 1600°C

➤ **Tính chất MANHÊDI:**

- + **Độ chịu lửa > 2000°C**
- + **Nhiệt độ biến dạng dưới tải trọng không cao lắm: 1500-1550°C**, phụ thuộc vào loại khoáng liên kết.
- + **Độ bền nhiệt ở 850°C:**
 - Làm nguội bằng không khí: 4-9 lần
 - Làm nguội bằng nước: 1-2 lần
- + **Hệ số dẫn nhiệt λ của MANHÊDI** giảm khi nhiệt độ tăng

➤ **Phạm vi ứng dụng:**

- Chủ yếu dùng trong lò điện, lò nấu thép, các lò luyện kim màu theo quá trình bazơ.