

QUÁ TRÌNH & THIẾT BỊ SILICAT 1

Bộ môn Vật liệu Silicat
Khoa Công Nghệ Vật Liệu
Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-1

CHƯƠNG 1

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP - NGHIỀN

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-2

Ý NGHĨA CỦA QUÁ TRÌNH ĐẬP- NGHIỀN

- ❖ **Đập** và **nghiền** là hai quá trình thường gặp trong công nghiệp hóa học và nhất là trong công nghiệp vật liệu silicat.
 - Do tác dụng của ngoại lực, khi làm giảm kích thước hạt lớn thành các hạt nhỏ hơn ở dạng cục, dạng hạt gọi là **đập**.
 - Còn nếu được kích thước cỡ hạt mịn ở dạng bột gọi là **nghiền**.
- ❖ Hai mục tiêu chính của quá trình đập nghiền là:
 - Đạt được sản phẩm có cỡ hạt giới hạn xác định tối thiểu hay tối đa. Hoặc cho vật liệu có diện tích bề mặt riêng đúng yêu cầu. Phụ thuộc vào kích thước sản phẩm có thể phân loại như sau:

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-3

Ý NGHĨA CỦA QUÁ TRÌNH ĐẬP- NGHIỀN

SP Đập		SP Nghiền	
Đập thô:	100-350 mm	Nghiền thô:	0,1 – 5 mm
Đập vừa:	40 -100 mm	Nghiền mịn:	0,05 – 0,1 mm
Đập nhỏ:	5-40 mm	Rất mịn:	< 0,05 mm

- Tiêu tốn năng lượng nhỏ nhất: dưới tác dụng của ngoại lực vật liệu bị vỡ ra thành nhiều hạt nhỏ hơn làm tăng diện tích bề mặt riêng của vật liệu, nhằm tạo điều kiện hoàn thành tốt cho các quá trình hóa lý xảy ra ở các công đoạn sau.
- Trong quá trình đập nghiền phải tiêu tốn lực để phá vỡ các liên kết hóa học giữa các phân tử và tạo ra diện tích mới sinh cho vật liệu.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-4

Ý NGHĨA CỦA QUÁ TRÌNH ĐẬP- NGHIỀN

- ❖ Vì vậy quá trình này phải tiêu hao năng lượng xác định. Năng lượng này phụ thuộc vào các yếu tố:
 - Hình dạng và kích thước vật liệu.
 - Bản chất vật liệu.
 - Kết cấu thiết bị sử dụng ⇔ bài toán thiết kế.
 - Tính chất hóa lý của vật liệu: độ cứng, độ ẩm, độ bền liên kết phân tử.
- ❖ Phần lớn năng lượng này chủ yếu dùng khắc phục:
 - Lực ma sát giữa vật liệu với vật liệu.
 - Lực ma sát giữa vật liệu với thiết bị.
 - Lực ma sát giữa các bộ phận truyền động của thiết bị.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-5

KÍCH THƯỚC TRUNG BÌNH CỦA VẬT LIỆU

- ❖ Vật liệu trước và sau khi đập nghiền thường có hình dạng và kích thước khác nhau, để tính toán ta dùng kích thước trung bình.
 - Kích thước trung bình của cục vật liệu có thể tính theo một trong các công thức sau:
$$D_{tb} = \frac{a+b+c}{3} \quad D_{tb} = \sqrt[3]{abc} \quad D_{tb} = \sqrt{b^2 + c^2}$$
Với: a, b, c là dài, rộng, cao của vật liệu
 - Kích thước trung bình của nhóm vật liệu: $D_{tb}^n = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$ với D_{\max}, D_{\min} : kích thước hạt vật liệu lớn nhất và bé nhất.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-6

KÍCH THƯỚC TRUNG BÌNH CỦA VẬT LIỆU

- Kích thước trung bình của hỗn hợp nhóm hạt:

$$D_{tb}^{hh} = \sum D_{tb}^n a_n$$

Với D_{tb}^n, a_n là kích thước trung bình và % khối lượng của nhóm.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-7

MỨC ĐỘ ĐẬP NGHIỀN i

- ❖ Mức độ đập nghiền i là tỉ số kích thước hạt vật liệu, hoặc nhóm hạt vật liệu hoặc hỗn hợp nhóm vật liệu trước và sau khi đập nghiền.

$$i = \frac{D}{d}$$

Với D, d lần lượt là kích thước vật liệu trước và sau khi đập nghiền.

- ❖ Mức độ đập nghiền i phụ thuộc các yếu tố:
 - Tính chất lý học của vật liệu.
 - Kích thước vật liệu.
 - Kết cấu thiết bị sử dụng ⇔ bài toán thiết kế.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-8

MỨC ĐỘ ĐẬP NGHIỀN i

Khi đập thô : $i = 2 - 5$
 Khi đập trung bình : $i = 5 - 10$
 Khi đập nhỏ : $i = 10 - 30$

- ❖ Nếu tăng mức độ đập nghiền thì năng lượng tiêu hao tăng.
- ❖ Mức độ đập nghiền chung I cho toàn bộ khâu đập nghiền bằng tích số mức độ đập nghiền của từng công đoạn.

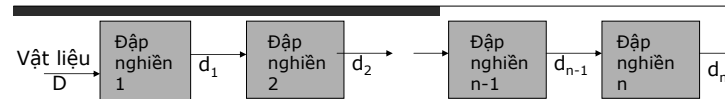
$$I = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n$$

- ❖ Nếu $i_1 = i_2 = \dots = i_n = i$, ta có : $I = i^n$.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-9

MỨC ĐỘ ĐẬP NGHIỀN i



- ❖ Mức độ đập nghiền tính theo thể tích i_v xác định theo công thức sau, và đây cũng chính là số cục vật liệu sản phẩm Z thu được sau khi đập nghiền:

$$Z = i_v = \frac{D^3}{d^3} = i^3$$

- ❖ Với cùng mức độ đập nghiền i_v , cho mỗi lần đập nghiền, vậy sau n lần đập nghiền để phá vỡ cục vật liệu có kích thước D thu được Z cục sản phẩm có kích thước d , quan hệ giữa Z và i_v như sau:

$$Z = i_v^n = \frac{D^3}{d^3} = i^3 \quad n = \frac{3 \log i}{\log i_v}$$

- ❖ Hay $3 \log i = n \log i_v$, vậy

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-10

ĐỘ BỀN

- ❖ Trong quá trình đập nghiền, cần chú ý hai tính chất quan trọng là độ bền và độ rắn của vật liệu.

➢ Độ bền: đặc trưng cho khả năng chống phá hủy của vật liệu dưới tác dụng của ngoại lực, đây là giới hạn độ bền nén σ của vật liệu.

$$\sigma = P/F$$

Trong đó P là lực nén vỡ và F tiết diện chịu nén

- Tùy theo giá trị của σ , vật liệu chia làm 4 loại:

- ✓ loại mềm kém bền: có giới hạn bền nén $\sigma < 100 \text{ kG/cm}^2$.
- ✓ loại trung bình: có giới hạn bền nén $\sigma: 100 - 500 \text{ kG/cm}^2$.
- ✓ loại bền: có giới hạn bền nén $\sigma: 500 - 2500 \text{ kG/cm}^2$.
- ✓ loại rất bền: có giới hạn bền nén $\sigma: 2500 - 4500 \text{ kG/cm}^2$.

$$1 \text{ kG} \approx 10 \text{ N}$$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-11

ĐỘ BỀN

- Độ rắn: được định nghĩa là khả năng chống lại sự mài mòn, cắt. Được đánh giá theo thang Mohr (1-10) như sau:

Loại	Độ rắn	Vật liệu chuẩn	Tính chất
Mềm	1	Hoạt thạch (Talc)	Dễ vạch bằng móng tay
	2	Thạch cao (gypsum)	Vạch được bằng móng tay
	3	Tinh thạch vôi (calcit)	Dễ vạch bằng dao
Trung bình	4	Tinh thạch nóng chảy	Khó vạch bằng dao
	5	Apatit	Không vạch được bằng dao
	6	Tràng thạch	Rắn bằng thủy tinh
Rắn	7	Thạch anh	Vạch được thủy tinh
	8	Topaz	Vạch được thủy tinh
	9	Corundon	Cắt được thủy tinh.
	10	Kim cương	Cắt được thủy tinh.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-12

ĐỘ BỀN

- ❖ Quan hệ giữa độ bền H , năng lượng tiêu hao A , thời gian nghiền T và năng suất Q giữa hai loại VL có độ bền khác nhau: $H_1 > H_2$ khi có cùng điều kiện đập-nghiền như sau:
 - > Năng lượng tiêu hao: $A_1 > A_2$.
 - > Thời gian nghiền: $T_1 > T_2$.
 - > Năng suất: $Q_1 < Q_2$.
- ❖ **Hệ số khả năng đập-nghiền (K):**
 - > Hệ số khả năng đập nghiền là tỉ số giữa năng lượng tiêu hao riêng khi đập nghiền vật liệu chuẩn với vật liệu khác, ứng với cùng trạng thái và mức độ đập nghiền.
 - > Vật liệu chuẩn là clinker lò quay có hệ số khả năng đập nghiền là 1.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-13

ĐỘ BỀN

Hệ số khả năng đập nghiền K của một số vật liệu như sau:

Vật liệu	K	Vật liệu	K
Clinker lò quay trung bình	1	Đá vôi, vôi sét dễ đn	1,1
Clinker lò quay dễ đập nghiền	1,11	Đá vôi, vôi sét khó đn	0,8 – 0,9
Clinker lò quay khó đập nghiền	0,8 – 0,9	Đất sét khô	1,51 – 2,03
Diệp thạch, phiến thạch	0,9	Tràng thạch	0,8 – 0,9
Clinker lò đứng tự động	1,1 – 1,2	Vôi sống	1,64
Clinker lò đứng thủ công	1,3 – 1,4	Magnesite	0,69 – 0,99
Xi lò cao trung bình	1	Hoạt thạch (Talc)	1,04 – 2,02
Xi lò cao dễ đập nghiền	1,1	Than nâu	0,7
Xi lò cao dễ khó nghiền	0,8 – 0,9	Vân mẫu	0,75
Đá hoa cương hạt to	0,8	Torax	0,5 – 0,6
Đá hoa cương hạt nhỏ	0,9	Nham thạch	1,3 – 1,4
Đá vôi, vôi sét trung bình	1	Cát	0,6 – 0,7

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-14

ĐỘ BỀN

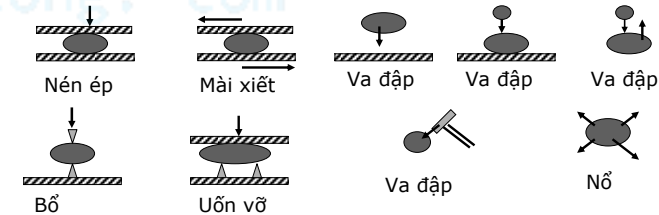
- ❖ Như vậy, hệ số khả năng đập nghiền (K) càng lớn, vật liệu càng dễ đập nghiền, năng lượng tiêu hao (A) nhỏ và đạt năng suất (Q) cao hơn so vật liệu chuẩn.
- ❖ Nếu biết năng suất của thiết bị khi nghiền một loại vật liệu bất kỳ, có thể căn cứ vào hệ số khả năng đập nghiền để tính năng suất của thiết bị này khi nghiền vật liệu khác
 ⇔ Bài toán thiết kế.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-15

PHƯƠNG PHÁP TÁC DỤNG LỰC

- ❖ Các phương pháp tác dụng lực trong quá trình đập nghiền là nén ép, va đập, uốn vỡ, mài xiết và cắt.
- ❖ Việc chọn phương pháp đập nghiền phụ thuộc vào tính chất cơ lý, kích thước ban đầu, mức độ đập nghiền.



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-16

PHƯƠNG PHÁP TÁC DỤNG LỰC

- **Nén ép:** dùng cho đập thô vật liệu cứng, dai. Vật liệu bị phá vỡ khi hai bề mặt đập tiến gần nhau do ứng suất lớn hơn độ bền (σ) chịu nén.
- **Uốn vỡ:** cho sản phẩm có kích thước, hình dạng xác định.
- **Va đập:** dùng cho vật liệu giòn
- **Mài xiết:** cho sản phẩm rất mịn từ vật liệu mềm, không mài mòn.
- **Cắt:** cho sản phẩm có kích thước và hình dáng xác định
- Các thiết bị đập nghiền thường kết hợp với 2 hay nhiều phương pháp đập nghiền khác nhau ⇔ Nguyên nhân???

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-17

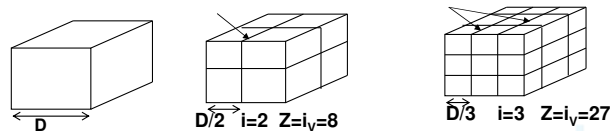
THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Thuyết diện tích bề mặt P.R. Rittinger: công tiêu hao trong quá trình đập nghiền tỉ lệ với diện tích bề mặt mới sinh hay mức độ đập nghiền (i).
- ❖ Trong thực tế các hạt vật liệu khi đập nghiền có hình dạng bất kỳ, việc đo diện tích bề mặt rất khó khăn. Để đơn giản, xét cục vật liệu hình lập phương cạnh D .
- ❖ Sau khi đập nghiền cục vật liệu cũng hình lập phương cạnh d .
- ❖ Diện tích bề mặt trước đập nghiền $F_0 = 6D^2$.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-18

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN



- ❖ Có $(i-1)$ mặt phẳng cắt theo một chiều của vật liệu.
- ❖ Như vậy số mặt cắt theo 3 chiều là $3(i-1)$, số cục vật liệu nhận được là $Z = i^3$, đây cũng chính là mức độ đập nghiền tính theo thể tích i_v .
- ❖ Diện tích bề mặt mới sinh của 1 cục vật là $f = 6d^2$.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-19

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Tổng diện tích bề mặt mới sinh sau khi đập nghiền là:
 $F_1 = 6i^3d^2$.
- ❖ Vậy diện tích bề mặt mới sinh tăng thêm:
 $\Delta F = F_1 - F_0 = 6D^2(i-1) \quad (m^2)$.
- ❖ Để tiêu tốn cho $1m^2$ bề mặt mới sinh cần một công là $a \text{ (J/m}^2\text{)}$, do đó công tiêu hao cho quá trình đập nghiền là:
 $A = 6aD^2(i-1) \quad (J)$
- ❖ Khi mức độ đập nghiền rất lớn, nghĩa là $i \rightarrow \infty$ thì $(i-1) \approx i$, nên công đập nghiền tỉ lệ với mức độ đập nghiền:
 $A = 6aD^2 i$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGHIỀN

1-20

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- Trong thực tế, vật liệu đập nghiền có hình dạng bất kỳ, nên đưa vào hệ số điều chỉnh $k = 1,2 - 1,7$, hệ số này phụ thuộc vào tính chất vật liệu, phương pháp đập nghiền.

Vậy: $A = 6kaD^2(i-1) \quad J$

- Công đập nghiền cho một đơn vị thể tích $A_v \quad J/m^3$.

$$A_v = \frac{A}{D^3} = \frac{6akD^2(i-1)}{D^3} = 6ak\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D}\right)$$

- Công đập nghiền cho một kg vật liệu $A_m \quad J/kg$

$$A_m = 6 \frac{ak}{\rho} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)$$

Với $\rho \text{ kg/m}^3$ là khối lượng thể tích của vật liệu

- Thuyết Rittinger thích hợp cho nghiền mịn, nhất là máy nghiền bi.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-21

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- Thuyết thể tích Kirpichev : công tiêu hao trong quá trình đập nghiền tỉ lệ với sự biến đổi thể tích của vật liệu đập nghiền.

$$A = \frac{\sigma^2 \Delta V}{2E}$$

> ΔV : hiệu số thể tích hạt vật liệu trước và sau khi đập nghiền.

> σ : giới hạn bền chịu nén của vật liệu KG/cm^2 ..

> E : modun đàn hồi KG/cm^2 .

- Công làm biến dạng một đơn vị thể tích: $\frac{A}{V} = \frac{\sigma^2}{2E}$

- Công đập nghiền tỉ lệ với thể tích vật liệu: $\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2}$

- Lực P tác dụng đập nghiền tỉ lệ bậc hai với chiều dài hay tỉ lệ với bề mặt vật liệu $\frac{A_1}{A_2} = \frac{P_1 b L_1}{P_2 b L_2} = \frac{c L_1^3}{c L_2^3} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{L_1^2}{L_2^2}$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-22

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

Tính công tiêu hao riêng trung bình A_r : Với một đơn vị diện tích bề mặt mới tạo thành F sau quá trình đập nghiền, A_r được tính như sau:

Lần đập nghiền	Diện tích mới sinh F	Công tiêu hao riêng
Lần 1	$F_1 = 6D^2(i-1) = 6 [i_v(d_1)^2 - D^2]$	$A_{r1} = \frac{\sigma^2 D^3}{12 E D^2 (i-1)}$
Lần 2	$F_2 = 6D^2(i-1) = 6 i_v [i_v(d_2)^2 - (d_1)^2]$	$A_{r2} = \frac{\sigma^2 D^3}{12 E D^2 i (i-1)}$
Lần 3	$F_3 = 6D^2(i-1) = 6 (i_v)^2 [i_v(d_3)^2 - (d_2)^2]$	$A_{r3} = \frac{\sigma^2 D^3}{12 E D^2 i^2 (i-1)}$
Lần n	$F_n = 6D^2(i-1) = 6 (i_v)^{n-1} [i_v(d_n)^2 - (d_{n-1})^2]$	$A_{rn} = \frac{\sigma^2 D^3}{12 E D^2 i^{n-1} (i-1)}$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-23

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- Như vậy A_r giảm dần, chứ không phải là hằng số
- Như trong thuyết bề mặt của Rittinger, chứng tỏ việc tạo bề mặt mới sinh rất quan trọng trong quyết định công nghiền.
- Tổng diện tích bề mặt mới sinh tạo thành sau n lần đập nghiền là:

$$F = F_1 + F_2 + \dots + F_n$$

$$F = 6 D^2(i-1)(1+i+i^2+i^3+\dots+i^{n-1})$$

$$F = 6 D^2(i^n-1)$$

- Vậy công tiêu hao riêng trung bình $A_r = \frac{A}{F} = \frac{\sigma^2 D \log i}{4E(i^n-1) \log i_v}$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-24

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Ứng với năng suất máy là G (kg/giờ), khối lượng thể tích là ρ , kích thước D thì năng suất tính theo số cục vật liệu đem đập nghiền theo giờ là :

$$Z = \frac{G}{\rho D^3}$$

- ❖ Công cần thiết trong một giờ là: $A = \frac{\sigma^2 D^3}{2E} * \frac{3 \log i}{\log i_v} * \frac{G}{\rho D^3}$ N-cm

- ❖ Công suất đập nghiền:

$$N = 4,1 * 10^{-8} \frac{\sigma^2 G}{\eta \rho E} \frac{\log i}{\log i_v} \quad \text{kW}$$

- ❖ Ứng với $i_v = 2$, công suất lớn nhất là:

$$\downarrow \text{Nghiền thô} \quad N = 13,7 * 10^{-8} \frac{\sigma^2 G}{\eta \rho E} \log i \quad \text{kW}$$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-25

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

(Thuyết tổ hợp Robinder)

- ❖ Thuyết Rittinger đúng cho đập nghiền mịn, thuyết thể tích đúng cho đập nghiền thô. Cả hai thuyết chỉ mang tính gần đúng và hỗ trợ nhau.
- ❖ Robinder đưa ra thuyết tổ hợp: công đập nghiền chung bằng tổng số công tính theo hai thuyết trên.

$$A = \alpha \Delta F + \beta \Delta V$$

- α : năng lượng tiêu hao riêng cho 1 đơn vị diện tích bề mặt.
- ΔF : độ biến đổi diện tích bề mặt
- β : công biến dạng riêng cho 1 đơn vị thể tích.
- ΔV : độ biến đổi thể tích.
- $\alpha \Delta F$: năng lượng tiêu hao để tạo bề mặt mới.
- $\beta \Delta V$: năng lượng tiêu hao để vật thể biến dạng (thể tích mới).

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-26

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

(Thuyết của Bond)

- ❖ Bond đề ra thuyết: "Công tiêu hao khi đập nghiền cục vật liệu, tỉ lệ với trung bình nhân giữa thể tích V và diện tích bề mặt F của vật liệu".

$$A = k \sqrt{VF} = k \sqrt{k_1 D^3 * k_2 D^2} = KD^{2,5}$$

- ❖ Công dùng để đập nghiền cục vật liệu từ kích thước D qua n lần đập nghiền đến kích thước d , với mức độ đập nghiền cho mỗi lần là i :

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$$A = KD^{2,5} \left[1 + (i^{0,5}) + (i^{0,5})^2 + \dots + (i^{0,5})^{n-1} \right] = KD^{2,5} \frac{(i^n)^{0,5} - 1}{i^{0,5} - 1}$$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-27

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

(Thuyết của Bond)

- ❖ Để đập nghiền G (tấn/giờ) vật liệu từ kích thước ban đầu D đến kích thước d , có số cục vật liệu $Z = G/\rho D^3$, mức độ đập nghiền tổng cộng $i_n = D/d$.

$$A = KD^{2,5} \frac{(i^n)^{0,5} - 1}{(i^{0,5}) - 1} \frac{G}{\rho D^3} \quad A = \frac{K}{i^{0,5} - 1} \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) \frac{G}{\rho}$$

- ❖ Công nghiền cho 1 tấn vật liệu là:

$$A = K_B \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) \frac{G}{\rho}$$

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-28

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN (Thuyết của Bond)

- ❖ Trong đó K_b là hằng số phụ thuộc vào loại máy nghiền và đặc tính của vật liệu nghiền.
- ❖ Để sử dụng được công thức trên, ta định nghĩa chỉ số công suất W_i (kW.h/tấn) là năng lượng cần thiết để nghiền VL có kích thước D đến kích thước d với tích lũy hạt >80%.

$$A = 18,97 \cdot W_i \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) G \quad (\text{kW})$$

- ❖ Nếu là nghiền ướt thì công của quá trình nghiền là:

$$A = \frac{4}{3} \cdot 18,97 \cdot W_i \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) G \quad (\text{kW})$$

1-29

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN (Thuyết của Bond)

Vật liệu nghiền	Khối lượng riêng	Chỉ số công suất W_i (kW.h/tấn)
Clinker	3,09	13,49
Dolomite	2,82	11,31
Đất sét	2,23	7,10
Đá vôi	2,69	11,61
Đá Gypsum	2,69	8,16
Than	1,63	11,37
Thuỷ tinh	2,58	3,08
Bauxit	2,38	9,45

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-30

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN (Thuyết của Bond)

- ❖ Ví dụ : Tính công suất quá trình nghiền cần thiết để thực hiện nghiền 100tấn/h (G) đá vôi từ nhập liệu có 80% qua rây 100mm (D) và sản phẩm có 80% qua rây 5mm (d).

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-31

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN (Thuyết của Kick)

- ❖ Theo Kick : “ Công cần thiết trong đập nghiền tỉ lệ với logarit của kích thước đầu với kích thước cuối hay tỉ lệ với logarit của mức độ đập nghiền (i).

$$A = \frac{5\sigma^2 G}{E\rho} \log i = K_K \frac{G}{\rho} \log i$$

- ❖ Công cụ đại khi $i_v=2$ hay $A = \frac{\sigma^2 D^3}{2E} * \frac{3 \log i}{\log i_v} * \frac{G}{\rho D^3}$

- ❖ Thuyết của Kick thích hợp trong đập nghiền thô.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-32

THUYẾT ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Tóm lại, công dùng để đập nghiền cho một đơn vị khối lượng vật liệu từ kích thước ban đầu D đến kích thước d là:

$$dA = -K \frac{dD}{D^n}$$

hay

$$A = \frac{K}{n-1} \left(\frac{1}{d^{n-1}} - \frac{1}{D^{n-1}} \right)$$

- Khi $n = 1$: ứng với thuyết của Kick.
- Khi $n = 1,5$: ứng với thuyết của Bond.
- Khi $n = 2$: ứng với thuyết của Rittinger.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-33

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Thiết bị đập nghiền cần đáp ứng các yêu cầu:
- Có năng suất lớn.
 - Năng lượng tiêu hao nhỏ.
 - Sản phẩm có kích thước đồng đều.
- ❖ Thiết bị đập nghiền được phân thành 2 nhóm: máy đập và máy nghiền.
- Máy đập: dùng để đập vật liệu có kích thước lớn, từ 100 – 1300 mm, mức độ đập nghiền từ $i=3-20$, và chia thành nhiều bậc đập: thô, trung bình, nhỏ, mịn.
 - Máy nghiền: dùng để nghiền vật liệu thành dạng bột mịn. Kích thước ban đầu của vật liệu 1-60mm, kích thước sản phẩm có thể mịn đến 1µm. Mức độ đập nghiền từ $i=20-1000$ hoặc lớn hơn.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-34

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Theo mức độ đập nghiền:

LOẠI	CÁC BẬC	KÍCH THƯỚC VẬT LIỆU (mm)		MỨC ĐỘ ĐẬP NGHIỀN (i)
		VÀO MÁY (D)	RA MÁY (d)	
Đập	Đập thô	1300 - 500	200 - 100	3 - 5
	Đập trung bình	500 - 100	100 - 20	5 - 10
	Đập nhỏ	100 - 20	20 - 3	10 - 20
Nghiền	Nghiền thô	60 - 20	>0,1	đến 100
	Nghiền mịn	20 - 1	< 0,1	đến 1000

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-35

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Theo ý nghĩa kỹ thuật:
- Máy đập nghiền sơ bộ: vật liệu từ nơi khai thác hoặc thô vào máy, cỡ hạt vật liệu vào và ra khỏi máy còn to. Đây là giai đoạn chuẩn bị nguyên liệu ban đầu.
 - Máy đập nghiền tinh: vật liệu ở khâu sơ bộ cho vào máy, cỡ hạt sản phẩm đạt yêu cầu, đây là giai đoạn chuẩn bị phối liệu.

- ❖ Theo kết cấu thiết bị:

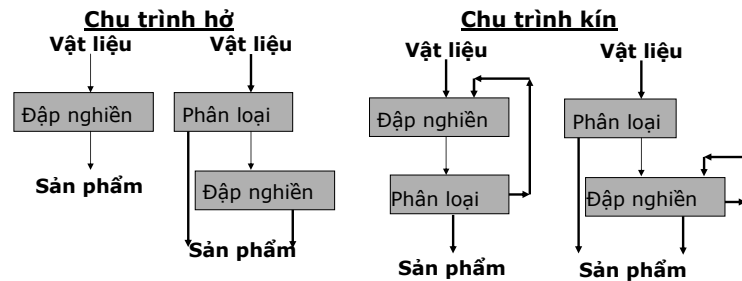
Máy đập	Máy nghiền
Máy đập hàm	Máy nghiền bánh xe
Máy đập nón	Máy nghiền thùng quay
Máy đập trục	Máy nghiền búa
Máy đập búa.	Máy nghiền trục.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-36

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

❖ Theo chu trình làm việc:



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-Nghiền

1-37

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

- ❖ **Chu trình hở:** Vật liệu gồm nhiều cỡ hạt, có thể đập nghiền trực tiếp, hoặc cho qua sàng phân loại để thu được cỡ hạt khá đồng đều nhằm tăng hiệu suất cho máy.
 - Sau khi đập nghiền thu được sản phẩm có mức độ đồng đều không cao.
- ❖ **Chu trình kín:** Vật liệu đưa trực tiếp vào máy đập nghiền, sản phẩm ra khỏi máy cho vào thiết bị phân loại.
 - Các hạt to được cho trở lại vào máy đập nghiền cùng nguyên liệu mới.
 - Chu trình kín cho mức độ đồng đều sản phẩm cao.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-Nghiền

1-38

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

❖ Theo phương pháp nghiền: có nghiền ướt và nghiền khô.

➢ Phương pháp nghiền khô:

- ✓ **Ưu điểm:**
 - Không cần sấy sản phẩm sau khi nghiền.
 - Có thể sấy nghiền liên hợp
- ✓ **Khuyết điểm:**
 - Nhiều bụi, Máy dễ bị nóng.
 - Lực nghiền cần phải lớn.
 - Cỡ hạt không đồng đều. Vật liệu dễ dính kết vào thành máy.
 - Tháo liệu khó khăn.
 - Làm việc ồn hơn nghiền ướt, Khó vận chuyển sản phẩm.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-Nghiền

1-39

Phân loại Thiết bị ĐẬP NGHIỀN

➢ Phương pháp nghiền ướt:

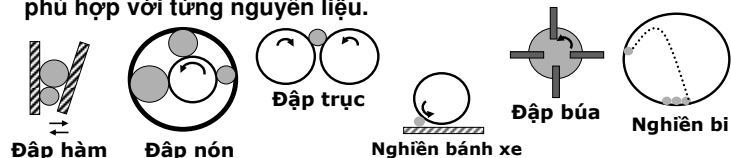
- ✓ **Ưu điểm :**
 - Lực nghiền nhỏ hơn so với nghiền khô.
 - Ít bụi
 - Cỡ hạt sản phẩm đồng đều.
 - Máy ít bị nóng.
 - Vận chuyển sản phẩm dễ dàng.
 - Tháo liệu dễ.
- ✓ **Khuyết điểm:**
 - Tiêu tốn năng lượng sấy sản phẩm.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-Nghiền

1-40

THIẾT BỊ ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Các nguyên liệu đập nghiền có tính chất chất và kích thước rất khác nhau.
- ❖ Nên có nhiều loại thiết bị đập nghiền có cấu tạo khác nhau để phù hợp với từng nguyên liệu.



- ❖ Đập nghiền bằng nén ép được thực hiện bằng cách ép vật liệu giữa hai bề mặt: một cố định, một di động như trong máy đập hàm có hai bề mặt phẳng, máy đập nón có hai bề mặt cong.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-41

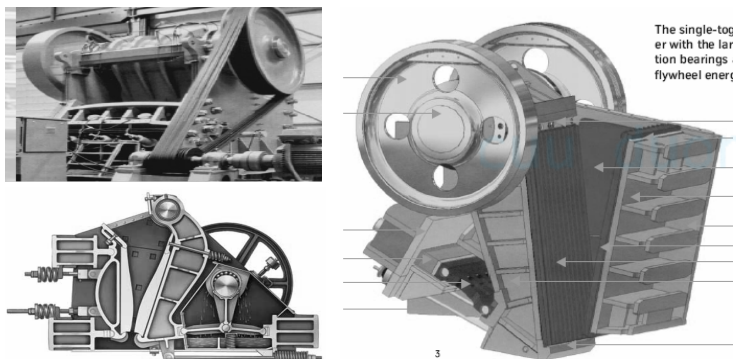
THIẾT BỊ ĐẬP NGHIỀN

- ❖ Có thể nén ép vật liệu bằng hai trục quay như trong máy đập trục nhẵn. Loại này có thể dùng đập thô, trung bình, nhỏ.
- ❖ Làm rạn nứt có thể dùng máy có răng nhọn, dùi nhọn có hình dạng khác nhau như trong máy đập trục có răng. Máy này dùng cho vật liệu giòn, mềm.
- ❖ Chà mài kết hợp với nén ép thực hiện giữa hai bề mặt: một phẳng và một cong như trong máy nghiền bánh xe. Loại này dùng khi cần hạt nhỏ.
- ❖ Đập nghiền kiểu va đập có thể dùng máy đập búa, nghiền thanh.
- ❖ Va đập kết hợp với mài xiết dưới tác dụng rơi tự do của bi đạn trong máy nghiền bi. Loại này dùng để nghiền mịn.

CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-42

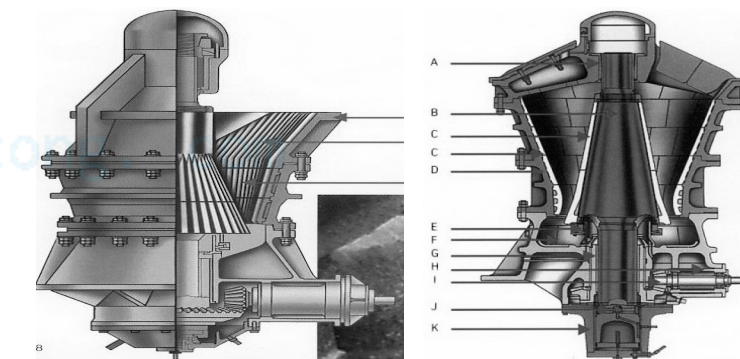
THIẾT BỊ ĐẬP NGHIỀN (Máy đập hàm)



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-43

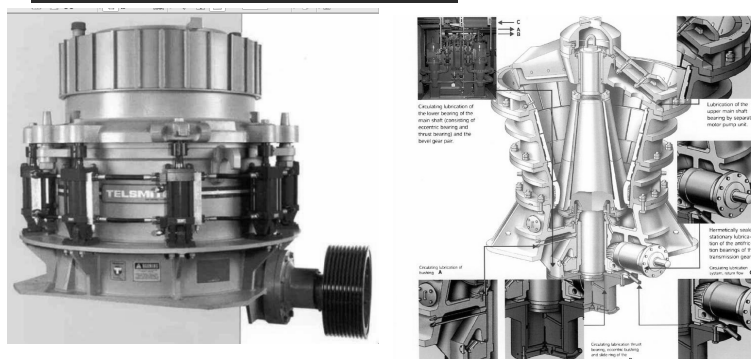
THIẾT BỊ ĐẬP NGHIỀN (Máy đập nón)



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-44

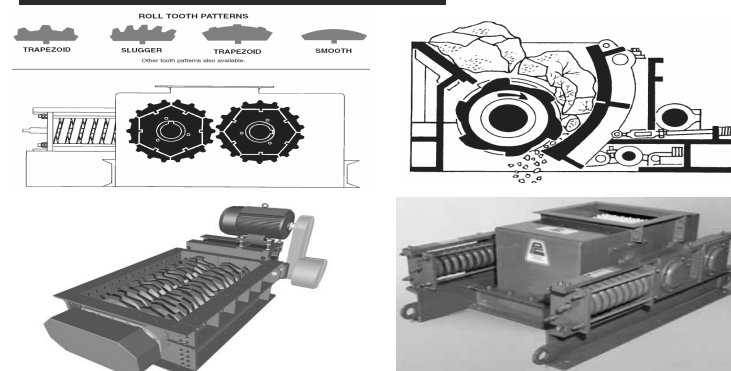
THIẾT BỊ ĐẬP NGHIỀN (Máy đập nón)



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỄN

1-45

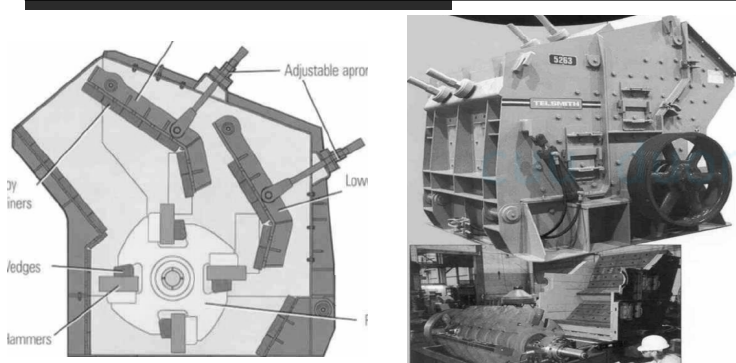
MÁY ĐẬP TRỤC



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỄN

1-46

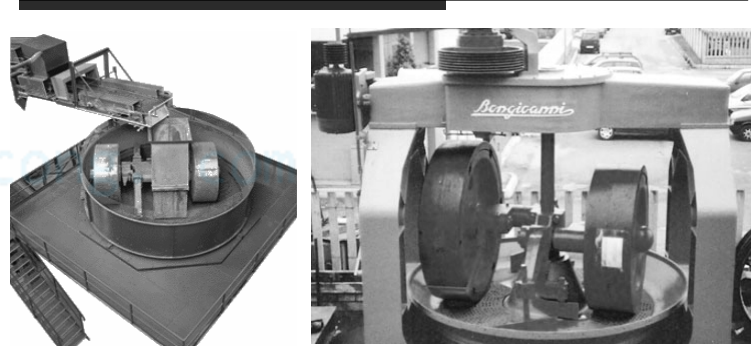
MÁY ĐẬP BÚA



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỄN

1-47

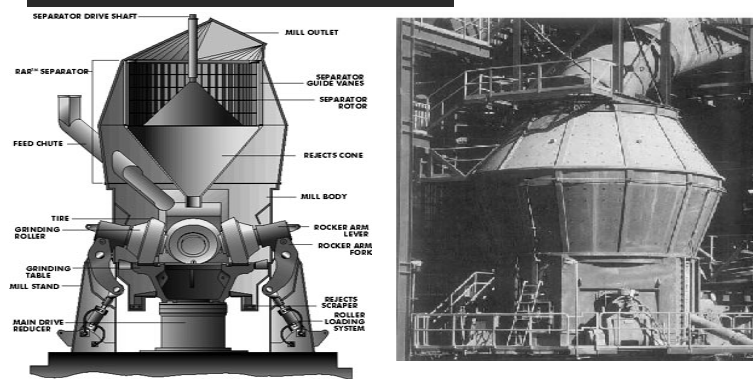
MÁY NGHIỀN BÁNH XE



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỄN

1-48

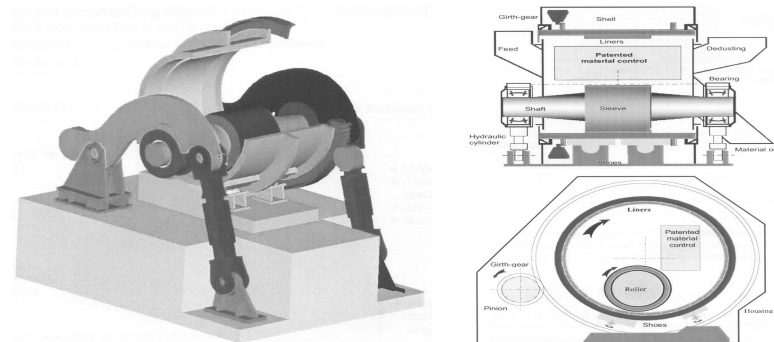
MÁY NGHIỀN CON LĂN (ĐỨNG)



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-49

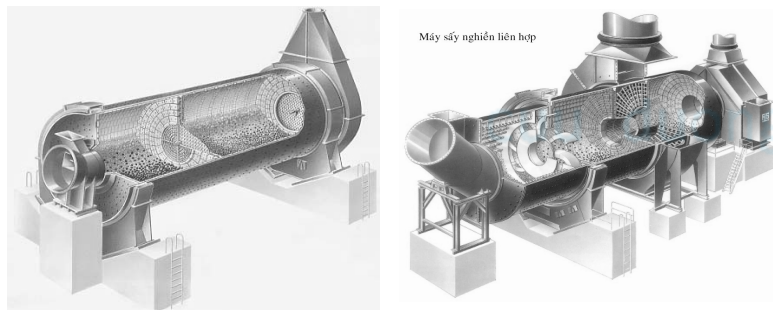
MÁY NGHIỀN HERO



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-50

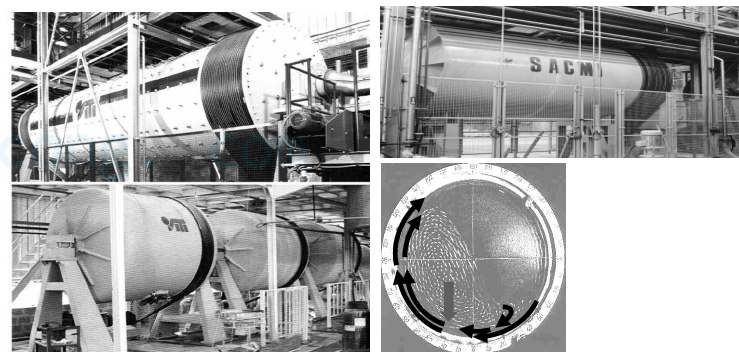
MÁY NGHIỀN B1



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-51

MÁY NGHIỀN B1 NGHIỀN ỚT



CƠ SỞ GIA CÔNG ĐẬP-NGIỀN

1-52