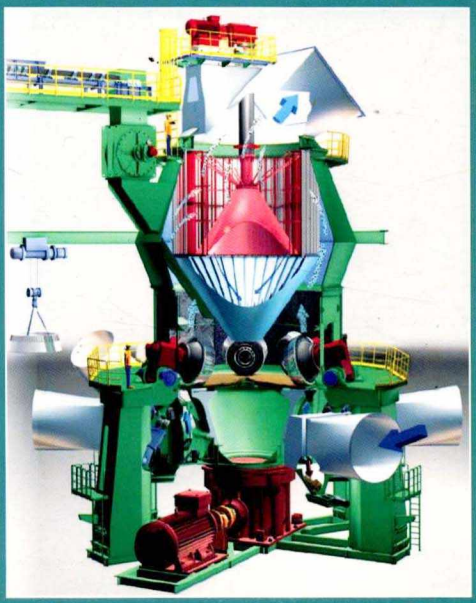
CK.0000068962

Ủ LIÊM CHÍNH *(Chủ biên)* - ThS. NGUYỄN KIẾM ANH
GUYỄN THỊ THANH MAI - KS. ĐOÀN TÀI NGỌ
PGS. TS. TRẦN VĂN TUẤN - TS. NGUYỄN THIỆU XUÂN

Máy và Thiết bị SẢN XUẤT VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN XÂY DỰNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

PGS. TS. VŨ LIÊM CHÍNH *(Chủ biên)* - ThS. NGUYỄN KIẾM ANH
ThS. NGUYỄN THỊ THANH MAI - KS. ĐOÀN TÀI NGỌ
PGS. TS. TRẦN VĂN TUẤN - TS. NGUYỄN THIỆU XUÂN

Máy và Thiết bị
SẢN XUẤT VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN XÂY DỰNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Công nghệ sản xuất vật liệu xây dựng đã có nhiều thay đổi, theo đó máy và thiết bị sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng đã có những thay đổi tương ứng phù hợp với các công nghệ tiên tiến trong sản xuất vật liệu xây dựng và vì vậy việc đổi mới bổ sung các tài liệu giảng dạy là một nhu cầu thực tế.

Trên cơ sở giáo trình đã có, giáo trình này đã bổ sung, cập nhật những nội dung mới và do nhóm cán bộ giảng dạy Bộ môn Máy xây dựng Trường Đại học Xây dựng biên soạn nhằm đáp ứng đòi hỏi trên, góp phần vào việc nâng cao chất lượng đào tạo cũng như cung cấp cho các cán bộ chuyên môn liên quan tài liệu tham khảo bổ ích. Ngoài việc hiệu đính các nội dung đã có, tài liệu đã viết mới và bổ sung chương 1, 6 (Phần I); chương 4 (Phần II); chương 1, 2, 3, 4 (Phần III); chương 4, 5 (Phần IV); chương 3, 4, 5 (Phần VI); chương 1, 2 (Phần VII)

Việc biên soạn được phân công như sau:

PGS.TS. Vũ Liêm Chính (chủ biên) viết các chương 1, 6 (Phần I); chương 4 (Phần II); chương 1, 2, 3, 4 (Phần III); chương 4 (Phần IV).

GVC.ThS. Nguyễn Kiếm Anh viết chương 1 (Phần VII).

GVC.KS. Nguyễn Thị Thanh Mai viết chương 1, 2 (Phần VI); chương 2 (Phần VII).

GVC.KS. Đoàn Tài Ngọ viết các chương 2, 3, 4 (Phần I); chương 1, 2, 3, 5 (Phần II)

PGS.TS. Trần Văn Tuấn viết các chương 5, 7, 8 (Phần I); chương 6 (Phần II); chương 1, 2, 3, 4, 5 (Phần V); chương 3 (Phần VI)

TS. Nguyễn Thiệu Xuân viết chương 1, 2, 3, 5 (Phần IV).

Tài liệu được dùng làm giáo trình môn học ***Máy và Thiết bị sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng*** *cho các ngành Máy xây dựng, Cơ giới hóa xây dựng và Công nghệ sản xuất vật liệu xây dựng thuộc trường Đại học Xây dựng đồng thời cũng có thể làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ chuyên môn và những người quan tâm.*

Trong khuôn khổ một giáo trình và do tính đa dạng của nhóm máy và thiết bị, sự phát triển nhanh của công nghệ sản xuất vật liệu xây dựng nên tài liệu không tránh khỏi những khiếm khuyết nhất định. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ giảng dạy Bộ môn Máy Xây dựng - Trường Đại học Xây dựng và PGS.TS Đặng Quốc Sơn đã đọc, tham gia và đóng góp ý kiến chuyên sâu, giúp đỡ trong quá trình biên soạn. Nhóm tác giả cũng xin cám ơn mọi sự đóng góp ý kiến của bạn đọc. Các góp ý xin gửi về Bộ môn Máy xây dựng - Khoa Cơ khí xây dựng - Đại học Xây dựng hoặc Phòng Biên tập sách KHKT - Nhà xuất bản Xây dựng. ĐT: 04.9741954.

Nhóm tác giả

PHẦN I
MÁY NGHIỀN VẬT LIỆU

Chương 1
KHÁI NIỆM CHUNG VỀ NGHIỀN

1. KHÁI NIỆM

Nghiền là một quá trình bao gồm một hoặc nhiều công đoạn nhằm làm giảm các kích thước của vật liệu cần nghiền ban đầu đến kích thước yêu cầu. Trong một công đoạn nghiền có máy chính là máy nghiền và các thiết bị phụ trợ. Có nhiều phương pháp nghiền khác nhau song phổ biến hơn cả là quá trình nghiền cơ học. Sản phẩm nghiền đa dạng, có thể là một nhóm có kích thước hạt gần giống nhau như nhóm đá trong xây dựng, cũng có thể phải đáp ứng cả tiêu chuẩn về kích thước của các nhóm hạt và sự phân bố của nó trong sản phẩm như nghiền liệu, nghiền clanke trong công nghiệp xi măng, nghiền bột đá, nghiền than...

Tùy theo kích thước của sản phẩm có thể phân quá trình nghiền thành nghiền hạt và nghiền bột, sau đó chúng lại được phân nhỏ thành nhóm có kích thước sản phẩm cụ thể hơn, thí dụ:

Nghiền hạt được phân thành:

- Nghiền thô: có kích thước hạt trong khoảng (125 ÷ 250)mm;
- Nghiền vừa: có kích thước hạt trong khoảng (20 ÷ 125)mm;
- Nghiền nhỏ: có kích thước hạt trong khoảng (3 ÷ 20)mm.

Nghiền bột được phân thành:

- Nghiền bột thô: có kích thước hạt trong khoảng (0,1÷3) mm;
- Nghiền bột mịn: có kích thước hạt trong khoảng (0,1÷0,05) mm;
- Nghiền bột siêu mịn: có kích thước hạt trong khoảng $(5\div10).10^{-3}$ mm hoặc nhỏ hơn.

Trong nghiền mịn, kích thước hạt là một đại lượng cơ bản đánh giá độ mịn của sản phẩm nghiền, song việc xem dạng hạt nào là cơ sở để chọn kích thước lại có nhiều quan niệm, định nghĩa khác nhau /16/, /17/... Tuy nhiên, trong nghiền mịn các hạt có dạng khác nhau được quy về hạt có dạng hình cầu theo nguyên tắc tương đương về diện tích, về thể tích hoặc cùng vận tốc riêng ổn định.

Mặc dù kích thước tuyệt đối của các hạt là một chỉ tiêu quan trọng khi đánh giá chất lượng nghiền, nhưng mỗi sản phẩm nghiền dù được phân loại cẩn thận cũng không thể chỉ có cùng một loại hạt có kích thước giống nhau, mà bao giờ cũng phải bao gồm các nhóm hạt có kích thước lớn hơn hoặc nhỏ hơn ở lân cận vùng kích thước hạt yêu cầu. Chính vì lý do này mà trong công đoạn nghiền nói chung và nhất là nghiền mịn, sự phân bố hạt có một vai trò quan trọng.

Xét hạt có kích thước yêu cầu x_i và gọi ($x_{min} \dots x_i$) là lượng hạt có kích thước nhỏ hơn kích thước hạt x_i và ($x_i \dots x_{max}$) là lượng hạt có kích thước cho phép lớn hơn hạt x_i tham gia vào tổng thành phần của sản phẩm. Các hạt được phân bố từ x_{min} đến x_{max}, được chấp nhận là sản phẩm nghiền, từ đó khái niệm hàm tổng phân bố $Q_r(x_i)$ và hàm mật độ phân bố q_{ri} được xác định như sau:

$$Q_t(x_i) = \frac{\text{Lượng hạt có kích thước từ } (x_{min} \dots x_i)}{\text{Tổng lượng hạt có kích thước từ } (x_{min} \dots x_{max})}$$

$$q_{ri} = \frac{Q_r(x_i) - Q_r(x_{i-1})}{\Delta x_i} = \frac{\Delta Q_{ri}}{\Delta x_i}$$

hay $$q(x) = \frac{dQ_r(x)}{dx}$$

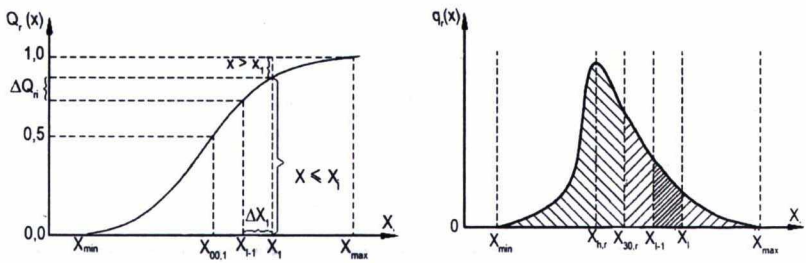
Suy ra $$Q(x) = \int_{x_{min}}^{x} q_r(x)dx$$

Với các biểu thức trên đây, ta có thể rút ra:

Khi $x = x_{min}$ có $Q_r(x) = 0$; $q_r(x) = 0$

Khi $x = x_{max}$ có $Q_r(x) = 1$; $q_r(x) = 0$

Trong khoảng x_{min} đến x_{max} hàm $Q_r(x)$ tăng liên tục. Hình 1.1a,b trình bày đồ thị hàm $Q_r(x)$ và $q_r(x)$ theo kích thước hạt.



a) *b)*

Hình 1.1. *Đồ thị hàm $Q_r(x)$ và $q_r(x)$ theo kích thước hạt*

Trong nghiền mịn, ngoài việc đánh giá % lọt sàng (R%) hoặc % sót sàng có kích thước lỗ khác nhau còn hay gặp các chỉ tiêu khác như thể diện hoặc tỷ diện để đánh giá độ mịn của sản phẩm nghiền.

Tỷ diện s_b được định nghĩa như sau:

$$s_b = \frac{S}{m} \ (cm^2/g \ ; m^2/kg)$$

Trong đó: S - Diện tích bề mặt;

m - Khối lượng.

Thể diện s_v được định nghĩa như sau:

$$s_v = \frac{S}{V} \ (m^{-1}) \ (m^2/m^3)$$

Trong đó: V - Thể tích vật liệu

Dễ nhận thấy rằng:

$$s_V = r.s_b \text{ hay } s_b = \frac{s_V}{\rho}$$

Với ρ - Khối lượng riêng, (kg/m^3).

Do đại lượng s_b thường dễ xác định nên hay được dùng khi đánh giá sản phẩm khi nghiền mịn.

Tỷ diện được đo bằng nhiều phương pháp khác nhau /16/, /17/, /18/... song thường hay gặp hơn cả là tỷ diện được xác định theo Blair (hay dùng ở Mỹ và Châu Âu) hoặc theo Wagner (hay dùng ở Đức). Bảng 1.1 nêu trị số tỷ diện thường gặp trong nghiền mịn theo Wagner và Blair.

Bảng 1.1. Giá trị tương ứng của một số trị số Blair và Wagner thường gặp

Hệ số Wagner	Hệ số Blair	80% sản phẩm đạt kích thước hạt (μm)
1400	2520	62,4
1500	2700	53,6
1600	2880	45,7
1700	3060	40,7
1750	3150	37,6
1800	3240	36,3
200	3600	28,2
2500	4500	18,0
3000	5400	12,0

2. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU NGHIỀN

2.1. Độ bền

Độ bền là tính chất đặc trưng cho khả năng chống lại sự phá huỷ của vật liệu dưới tác dụng của ngoại lực. Độ bền của vật liệu lại chia thành độ bền nén, độ bền uốn, và độ bền kéo... Bảng 1.2 trình bày tỷ lệ độ bền của một số vật liệu tương đối so với bền nén. Bảng 1.3 nêu tính chất của một số vật liệu xây dựng thường gặp.

Từ bảng trên ta thấy đối với vật liệu vô cơ hay dùng trong xây dựng, độ bền nén đóng vai trò chủ yếu, do vậy nó thường là đại lượng đặc trưng cho tính chất của vật liệu. Theo đó vật liệu được phân thành:

- Vật liệu có độ bền nén thấp: $\sigma_n \leq 10$ MN/m^2;
- Vật liệu có độ bền nén trung bình: $\sigma_n = (10 \div 150)$ MN/m^2;
- Vật liệu có độ bền nén cao: $\sigma_n = (150 \div 450)$ MN/m^2.

Bảng 1.2. Độ bền khác nhau của vật liệu so với bền nén

Vật liệu	Bền nén	Bền kéo	Bền uốn	Bền cắt
Đá granit	1,0	0,02 ÷ 0,04	0,08	0,09
Cát	1,0	0,02 ÷ 0,05	0,06 ÷ 0,2	0,1 ÷ 0,12
Đá vôi	1,0	0,04 ÷0,1	0,08 ÷ 0,1	0,15

Bảng 1.3. Giới hạn bền và tính chất của một số vật liệu /25/

Loại vật liệu		Khối lượng riêng (Kg/m^3)	Giới hạn bền (MN/m^2)				Mô đun đàn hồi MN/m^2
			Nén	Uốn gãy	Kéo	Va đập	
Đá cẩm thạch		2690	55 - 150	21,8	0,145	6,6	$5,65.10^4$
Đá vôi trung bình		2630	40 - 100	18,9	0,125	5,24	$3,5.10^4$
Đá vôi		3100	200 - 380	-	-	-	-
Đá phấn		-	50 -100	-	-	-	-
Đá granit		2630	120 - 160	22,8	0,015	6,75	$(5,5 - 6,14).10^4$
Thạch anh		2640	80 - 145	-	0,018	11,7	-
Cát		2280	50 - 100	-	0,3	1,3	$(3,4 - 5).10^4$
Xỉ lò cao		2700	150	-	-	-	-
Đất sét	Độ ẩm (3-9)%	1800-2000	2 – 6	-	-	-	-
	Độ ẩm (20-25)%	1700	0,2 – 0,3	-	-	-	-
Than đá		800-850	1,7 - 1,5				

2.2. Độ cứng

Độ cứng của vật liệu là tính chất đặc trưng cho khả năng chống lại sự biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực. Dựa vào quan hệ giữa độ bền nén và độ cứng, Moose đã phân vật liệu thành 10 nhóm có độ cứng từ thấp lên cao (Bảng 1.4).

Bảng 1.4. Phân loại vật liệu theo độ cứng /25/

Đặc tính vật liệu	Cấp độ cứng	Loại vật liệu thí dụ	Ghi chú
Mềm	1	Hóa thạch	Dễ vẽ được bằng móng tay
	2	Thạch cao	Làm xước được bằng móng tay
	3	Đá vôi	Dễ cọ xước bằng dao
	4	Xi đá vôi	Khó cọ xước bằng dao
Trung bình	5	Apatit	Không cọ xước được bằng dao
	6	Khoáng Kali	Có độ cứng bằng kính
	7	Quặng thạch anh	Cọ xước được kính
	8	Hoàng ngọc	Cọ xước được kính
Cứng	9	Bột ôxit nhôm	Cắt được kính
	10	Kim cương	Cắt được kính

Độ cứng là một tính chất quan trọng của vật liệu và có ảnh hưởng lớn đến lực tác dụng khi nghiền cũng như lựa chọn máy nghiền, tuy nhiên nó không thể dùng là chỉ tiêu để đánh giá khả năng nghiền của vật liệu. Một trong các chỉ tiêu khác đánh giá khả năng nghiền là tính nghiền của vật liệu. Tính nghiền của vật liệu được đánh giá thông qua chỉ tiêu nghiền K. Chỉ tiêu nghiền K là tỷ số giữa năng lượng riêng tiêu hao khi nghiền vật liệu tiêu chuẩn và năng lượng riêng tiêu hao khi nghiền vật liệu cần xem xét với cùng mức độ nghiền trong điều kiện thô. Như vậy, giá trị K càng nhỏ thì khả năng nghiền vật liệu càng khó (Bảng 1.5).

Bảng 1.5. Hệ số tính nghiền K của một số loại vật liệu /25/

Loại vật liệu	K
Clanke lò quay có tính nghiền trung bình	1
Clanke lò quay có tính nghiền cao	1,1
Clanke lò quay có tính nghiền thấp	0,8 ÷ 0,9
Clanke lò đứng tự động	1,15 ÷ 1,25
Clanke lò đứng không tự động	1,3 ÷ 1,4
Đá phiến	0,9
Xỉ lò cao có tính nghiền trung bình	1

Bảng 1.5 (tiếp theo)

Loại vật liệu	K
Xi lò cao có tính nghiền cao	1,1
Xi lò cao có tính nghiền kém	0,8 ÷ 0,9
Đá hoa	0,5 ÷ 0,6
Cát	0,6 ÷ 0,7
Trung bình khi nghiền bột thô	1,1
Đá vôi có tính nghiền kém	0,8 ÷ 0,9
Đá garít hạt lớn	0,9
Đất sét khô	1,51 ÷ 2,34
Vôi	1,64
Than đá	0,7 ÷ 1,34
Đá bazan	0,75
Ma nhe dit ($MgCO_3$)	0,69 ÷ 0,99
Penspat	0,8 ÷ 0,9

2.3. Độ giòn

Độ giòn của vật liệu là tính chất đặc trưng cho khả năng vật liệu bị phá huỷ (không có biến dạng dẻo) dưới tác dụng của tải trọng va đập. Ngược lại với độ giòn là độ dẻo. Vật liệu có độ giòn cao thường có tính nghiền tốt, vật liệu càng dẻo việc nghiền nhỏ nó càng khó.

2.4. Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của vật liệu xây dựng nằm trong phạm vi khá rộng (Bảng 1.3). Khối lượng riêng càng lớn, khả năng chịu tác dụng của tải trọng càng tăng, và do đó tính nghiền của vật liệu sẽ thay đổi.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU TỚI QUÁ TRÌNH NGHIỀN

3.1. Ảnh hưởng của cơ tính vật liệu

Nghiền là quá trình giảm kích thước vật liệu từ kích thước ban đầu đến kích thước mong muốn, do đó nó cũng là một quá trình làm giảm diện tích bề mặt của vật liệu. Trong quá trình nghiền, lực tác dụng phải đủ lớn để tạo ra được ứng suất phá huỷ vật liệu. Ứng suất này một mặt phụ thuộc vào thông số của máy nghiền như lực tác dụng, công suất máy, loại máy...mặt khác phụ thuộc tính chất cơ lý của vật liệu như: độ bền, độ cứng, độ chịu uốn của vật liệu, hình dạng của vật liệu, độ mịn của sản phẩm...

Có thể đơn giản hoá một cách gần đúng quá trình phá huỷ vật liệu theo định luật Hook như sau /17/,/18/:

$$\sigma = E.\varepsilon$$

Trong đó: σ - Ứng suất;

ε - Biến dạng;

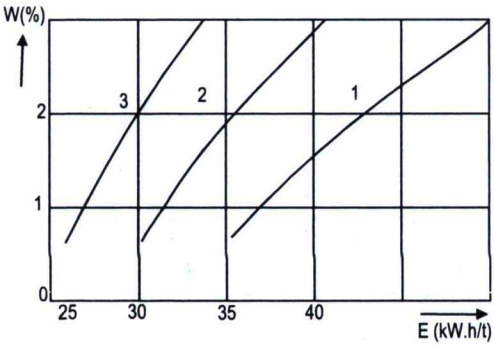
E - Hệ số tỷ lệ hay còn gọi là mô đun đàn hồi.

Khi hệ số E lớn dù biến dạng ε là rất nhỏ đã xuất hiện ứng suất khá lớn, nghĩa là vật liệu gần như không biến dạng đã có thể xảy ra quá trình phá huỷ, nói khác đi đây chính là trường hợp nghiền vật liệu giòn. Khi giá trị E nhỏ, vật liệu sẽ xảy ra biến dạng lớn trong khi ứng suất không lớn. Đây chính là trường hợp nghiền vật liệu nói chung.

3.2. Ảnh hưởng của độ ẩm đến quá trình nghiền

Độ ẩm là thông số vật lý của vật liệu nghiền có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình nghiền, nhất là suất năng lượng tiêu hao năng lượng riêng cho quá trình nghiền, E(kW.h/t).

Hình 1.2 trình bày đồ thị biểu diễn quan hệ ảnh hưởng của độ ẩm đến suất tiêu hao năng lượng riêng khi nghiền mịn.



Hình 1.2. *Ảnh hưởng của độ ẩm W% đến suất tiêu hao năng lượng riêng khi nghiền quặng /16/*

1 - Tỷ diện blair; S = 2900 cm²/g; 2 - S = 2700 cm²/g; 3 - S = 2500 cm²/g

Từ hình 1.2 có thể nhận thấy rằng chỉ cần tăng độ ẩm 1% tuỳ theo độ mịn yêu cầu mà mức tăng tiêu hao năng lượng riêng E_n đã khá lớn; thí dụ với tỷ diện S = 2700cm²/g giá trị E_n có thể tăng lên 10%, còn khi S = 2900 cm²/g giá trị q_n có thể lên đến trên 15%.

Bên cạnh lý do nêu trên độ ẩm cũng là một trong những nguyên nhân gây vón cục vật liệu, nhất là vật liệu có kích thước bé. Điều này tạo khả năng dính bám của vật liệu vào bộ phận nghiền, gây khó khăn cho việc phân ly và do đó làm giảm năng suất nghiền khá nhanh. Chính vì lý do này mà khi nghiền liệu hoặc là chọn phương pháp ướt hoặc là