

CƠ SỞ KHOA HỌC

ĐỂ NGHIÊN SIÊU MỊN CÁC VẬT LIỆU KHÔ – DÒN

SCIENTIFIC BASES OF THE MICRO-FINE MILLING PROCESS OF DRY-GRANULAR-BRITTLE MATERIALS

Nguyễn Như Nam, Trần Thị Thanh

summary:

In order to mill micro - finely (the size of grinding products reaches several tens μm), it is necessary to enhance the effect of milling process in grinding chamber and separate enough small products. The carrying out number of required milling by adjusting the milling time is improper on the field of energy. Therefore, in order to mill micro-finely, it is necessary to change the milling process from impact of blows into essential rubbing and improve separating process of products.

1. Đặt vấn đề

Nghiên là dùng ngoại lực tác dụng vào vật liệu để phá huỷ vật thể tạo thành các phần tử có kích thước nhỏ hơn kích thước ban đầu. Quá trình nghiền được gọi là siêu mịn khi kích thước sản phẩm nghiền đạt độ nhỏ cỡ vài chục μm . Máy nghiền búa thông thường không có khả năng nghiền siêu mịn do không phân ly được bột nghiền quá nhỏ bằng sàng trong buồng nghiền. Để nghiền siêu mịn các loại vật liệu khô - rời - dòn, người ta thường tiến hành trên các hệ thống nghiền đặc biệt. Điểm đặc biệt của các loại hệ thống nghiền siêu mịn là tiến hành phân ly sản phẩm bằng khí động dạng xoáy (nghiền hạt làm thức ăn dạng viên cho tôm), hoặc nghiền nhiều cấp kết hợp phân ly sản phẩm đạt yêu cầu bằng rây (nghiền bột mì), hay bằng số lần nghiền cần thiết (nghiền bi thùng quay). Đôi khi người ta thay đổi công nghệ nghiền khô thành công nghệ nghiền ướt tuần hoàn (nghiền bột siêu mịn ở nhà máy Bích Chi - Đồng Tháp).

Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng cơ sở khoa học của quá trình nghiền siêu mịn để lựa chọn nguyên lý làm việc cho máy nghiền thiết kế.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Các kết quả nghiên cứu kế thừa

- Kế thừa các công trình nghiên cứu của các viện sĩ A.Ph. Iophphe, P.A. Rebinder và I.A. Phrenkel về cơ sở vật lý của quá trình nghiền vỡ vật thể rắn, mức chi phí năng lượng riêng của quá trình nghiền. Đặc biệt là các khái niệm đầu tiên về độ bền phân tử và độ bền kỹ thuật do các Nhà khoa học này đã dẫn và chứng minh.

- Mô hình vật lý của quá trình nghiền trong máy nghiền búa dạng 3 khâu: Khâu thứ nhất là quá trình tạo xung lượng va đập từ hệ rô to - búa nghiền để sản sinh ra các phần tử mới (bột nghiền) ; khâu thứ hai là quá trình cân bằng tĩnh liên tục và đồng thời của sự gia tăng số lượng

các phần tử trong buồng nghiền và sự suy giảm chúng do phân ly bằng sàng; khâu thứ ba là giới hạn cường độ luồng nguyên liệu đi qua buồng nghiền.

- Phân bố của lớp hạt nghiền có dạng phân bố chuẩn logarit hoặc phân bố RRS do Rosin, Ramlơ, và Soerling tìm ra và mô tả.

2.2. Định hướng nghiên cứu

- Thay đổi quá trình nghiền vỡ chủ yếu ở máy nghiền búa từ va đập vỡ sang chà xát vỡ. Vì quá trình nghiền mịn bằng phương pháp va đập kém hiệu quả hơn so với phương pháp chà xát vỡ.

- Nâng cao khả năng phân ly bằng lưới sàng bằng cách giảm trở lực của sàng, và tăng diện tích sàng phân ly. Theo định hướng này máy thiết kế sử dụng phương pháp phân ly bột nghiền bằng sàng ngoài buồng nghiền và dùng sàng lưới sợi đan.

2.3. Phương pháp thực nghiệm kiểm chứng

- Thông qua máy nghiền thực nghiệm được tính toán và thiết kế theo các thông số cải tiến để tiến hành khảo nghiệm đánh giá bước đầu nguyên lý đề xuất.

2.4. Phương pháp và dụng cụ đo

- Phương pháp đo đạc: theo các phương pháp qui định chung khi đo và điều chỉnh các thông số hình học, động học, động lực học, thủy khí và các đại lượng điện.

- Dụng cụ đo: Sử dụng các dụng cụ đo qui chuẩn.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Áp dụng các phương pháp thống kê trong xử lý các số liệu thực nghiệm và phần mềm Statgraphics vers 7.0 trong thiết kế thí nghiệm và xử lý kết quả thực nghiệm.

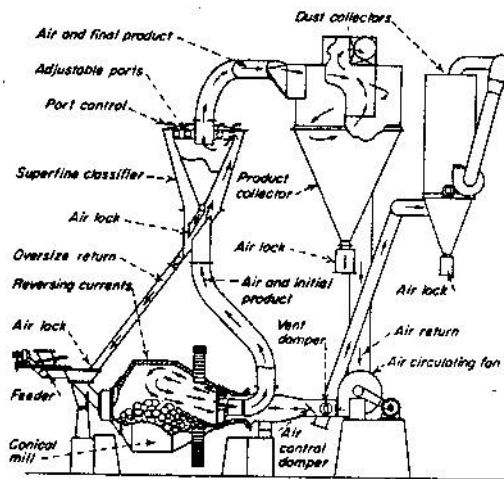
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Lựa chọn phương pháp nghiền thích hợp

Công nghệ nghiền siêu mịn thường áp dụng phương pháp nghiền nhiều giai đoạn và tiến hành phân ly sản phẩm cho mỗi lần nghiền. Vì mỗi lần nghiền đều tạo ra các thành phần có kích thước đủ nhỏ theo yêu cầu. Phương pháp nghiền có hiệu quả được hiểu là phương pháp nghiền đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật về sản phẩm, mức chi phí năng lượng riêng thấp, kết cấu máy đơn giản, dễ vận hành, dễ đầu tư máy vào sản xuất.

Tuỳ theo tính chất cơ lý của nguyên liệu mà phương pháp nghiền vỡ có thể là ép đập, va đập, chà xát. Đối với vật liệu khô - rời - dòn thì hiệu quả nghiền bằng nguyên lý ép đập dạng trực tổ ra kém hiệu quả. Đặc biệt là khi nguyên liệu nghiền có thành phần dầu và tính dẻo cao hay tính dòn kém thì quá trình nghiền trở thành quá trình cán, còn khi nguyên liệu có tính dòn cao, độ cứng lớn thì dễ làm hư hỏng bề mặt làm việc của các trục nghiền. Để nghiền siêu mịn theo nguyên tắc ép đập vỡ, kết cấu máy dạng nghiền chày - con lăn hoặc chày thuyền - dao

quay. Khi sử dụng nguyên lý va đập vỡ để nghiền siêu mịn người ta thường sử dụng nguyên tắc nghiền bi ở các máy nghiền kiểu trống quay. Độ nhỏ sản phẩm được điều khiển bằng thời gian nghiền cần thiết hoặc phân ly bằng sàng hay phân ly bằng khí động. Trong một vài nguyên liệu để nghiền người ta sử dụng máy nghiền răng có hoặc không có sàng phân ly. Các hình 1 và 2 mô tả nguyên lý nghiền siêu mịn bằng phương pháp va đập vỡ.



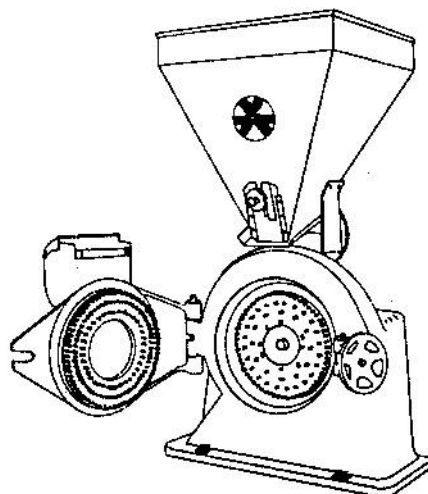
Hình 1. Máy nghiền Bi dùng trong các ngành công nghiệp hoá chất.

Rõ ràng là nguyên lý va đập vỡ dạng nghiền bi hay ép đập vỡ dạng chày – con lăn khi dùng nghiền siêu mịn thì máy có kết cấu phức tạp, giá thành cao, đòi hỏi công nghệ chế tạo hiện đại nên rất khó đầu tư cho các cơ sở sản xuất. Còn ở các máy nghiền búa làm việc theo nguyên lý va đập vỡ thông thường, vì xảy ra hiện tượng lưu chuyển vật liệu trong buồng nghiền, nên hiệu quả va đập của búa vào vật liệu nghiền rất thấp.

Nguyên lý chà xát vỡ được ứng dụng nhiều trong quá trình nghiền siêu mịn theo công nghệ nghiền ướt để khắc phục hiện tượng làm nóng sản phẩm và dính răng.

Ngoài ra, việc nghiền (phá hủy) theo ứng suất tiếp có hiệu quả hơn ứng suất pháp khi nghiền siêu mịn. Ở máy nghiền búa, việc tạo ra quá trình phá hủy nguyên liệu nghiền chủ yếu bằng ứng suất tiếp sẽ có hiệu quả cao khi nghiền siêu mịn. Vì đa số các vật liệu khô – giòn có ứng suất bền theo phương tiếp tuyến (ứng suất bền tiếp) nhỏ hơn nhiều theo phương pháp tuyến (ứng suất bền pháp). Lúc này quá trình lưu chuyển bị hạn chế về tốc độ do tạo ra được sự xáo trộn giữa các lớp vật liệu nghiền, các lớp nguyên liệu trong quá trình lưu chuyển bị trượt lên nhau, búa nghiền trượt mạnh vào lớp vật liệu nghiền. Khả năng nghiền vỡ do phá hủy bằng ứng suất pháp tạo ra do va đập giữa búa vào vật liệu sẽ làm hạn chế quá trình nghiền siêu mịn. Để tạo ra được quá trình phá hủy như vậy, búa nghiền cần thiết có dạng cánh quạt. Búa có thể lắp cứng hoặc lắp lỏng bằng chốt treo búa. Trong trường hợp lắp cứng, dao động của búa nghiền là dao động có một bậc tự do theo dao động của rô to. Còn trong trường hợp lắp lỏng, dao động của búa nghiền có thể được coi là dao động của hệ hai bậc tự do. Trong đó búa nghiền như là con lắc vật lý chuyển động trong môi trường có lực cản. Chính sự chuyển động lắc của búa nghiền sẽ làm hạn chế một phần quá trình lưu chuyển vật liệu nghiền trong buồng nghiền.

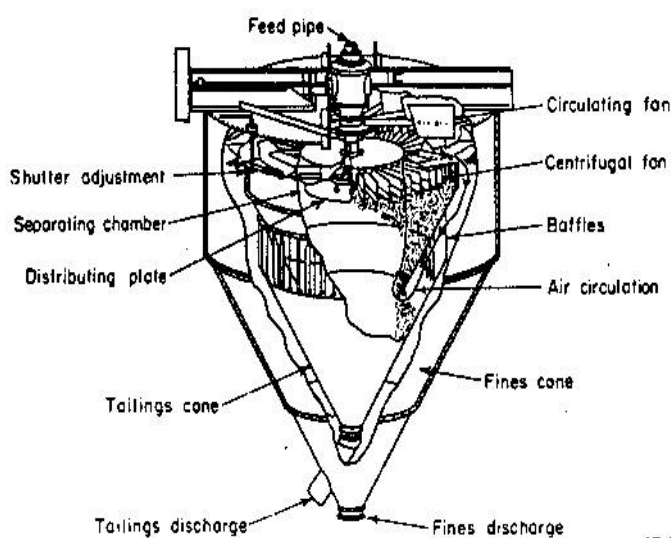
Với những phân tích trên, quá trình nghiền siêu mịn vật liệu khô – dòn sẽ có hiệu quả ở máy nghiền búa sử dụng búa nghiền dạng cánh quạt lắp lỏng bằng chốt treo búa với rô to.



Hình 2. Máy Nghiền Răng.

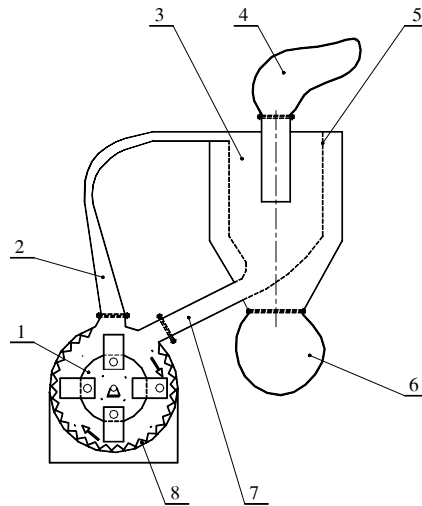
3.2. Lựa chọn phương pháp phân ly sản phẩm nghiền:

Theo phương pháp truyền thống người ta thường dùng sàng để phân ly sản phẩm nghiền theo yêu cầu công nghệ. Sàng có thể được bố trí trong hay ngoài buồng nghiền. Ngoài ra, để tăng cường khả năng phân loại hỗn hợp nghiền nhằm thu nhận các sản phẩm nghiền đã đạt yêu cầu công nghệ, quá trình sàng không còn đơn giản là một sàng cố định mà là hệ thống rây phân loại. Các sản phẩm nghiền có kích thước lớn được tiến hành nghiền và phân ly lại. Khi yêu cầu về mức độ đồng nhất không cao, phương pháp phân ly kiểu khí động kết hợp cánh quay sử dụng có hiệu quả cao. Nguyên tắc phân ly này được mô tả như ở hình 3. Tuy nhiên cả hai phương pháp phân ly này đều phức tạp, có giá thành cao.



Hình 3. Thiết bị phân ly sản phẩm theo kích thước kiểu khí động có cánh quay.

Nhược điểm cơ bản của phương pháp phân ly sản phẩm nghiền ở máy nghiền búa bằng sàng trong buồng nghiền có hiệu suất không cao, sàng dễ bị hư hỏng khi gặp đối tượng cứng khó nghiền, khả năng nghiền siêu mịn kém do năng suất phân ly kém so với các khâu cung cấp và khâu tạo ra sản phẩm. Việc phân ly bằng sàng ngoài buồng nghiền chỉ có hiệu quả khi nâng cao được hiệu suất phân ly.



Hình 4. Sơ đồ mẫu máy nghiền có buồng phân ly dạng xoáy.

1- Rô to – búa nghiền; 2- ống thổi; 3- Buồng phân ly dạng xoáy; 4- Túi vải lọc; 5- Lưới sàng sợi đan; 6- Túi vải thu sản phẩm; 7- ống hồi lưu; 8- Má nghiền phụ.

Hiệu suất phân ly bằng sàng ngoài buồng nghiền được nâng cao nhờ sử dụng sàng bằng lưới sợi đan, và tạo buồng phân ly xoáy khi phân ly. Kết thúc quá trình phân ly, các sản phẩm có kích thước lớn sau phân ly bị mất vận tốc do ma sát ở trong buồng xoáy sẽ tạo điều kiện cho chu trình nghiền mới. Vì vậy phương pháp phân ly sản phẩm nghiền được lựa chọn khi nghiền siêu mịn vật liệu khô – dòn là phương pháp phân ly ngoài buồng nghiền bằng buồng xoáy có bề mặt là sàng dạng lưới sợi đan. Hình 4 giới thiệu sơ đồ mẫu máy nghiền nghiền cứu có buồng phân ly dạng xoáy.

3.3. Kết quả thực nghiệm

- Kết quả tính toán thiết kế – chế tạo mẫu máy nghiền thử nghiệm:
 - Bộ phận cấp liệu:
 - + Dạng cấp liệu: kiểu dọc trục, tự chảy nhờ góc nghiêng của đáy máng và quá trình hút.
 - + Kích thước của bộ phận cấp liệu: Bộ phận cấp liệu có dạng hình chóp, mặt đáy có góc nghiêng đảm bảo khả năng tự chảy. Thể tích bộ phận cấp liệu bằng 0,1 m³.
 - + Cách điều chỉnh lượng cấp liệu bằng độ mở cửa cấp liệu.
 - Bộ phận nghiền:
 - + Bề rộng buồng nghiền: 130 mm.
 - + Đường kính buồng nghiền: 550 mm.
 - + Số lượng búa nghiền: 4 cái.

+ Dạng búa nghiền: Kiểu cánh quạt lắp khớp bản lề.

+ Tốc độ quay: 2.500 vg/ph.

+ Công suất động cơ kéo rô to nghiền: 10 HP.

- Bộ phận phân ly thu hồi sản phẩm:

+ Dạng bộ phận phân ly: kiểu buồng xoáy với thành buồng là lưới sợi đan có thể thay đổi kích thước lỗ.

+ Đường kính bộ phận phân ly: ϕ 500.

+ Chiều cao buồng phân ly: 1.000 mm.

+ Đường kính cửa hồi lưu: ϕ 100.

+ Đường kính cửa tháo sản phẩm: ϕ 200.

- Bộ phận truyền động: kiểu truyền động đai thang.

• Kết quả khảo nghiệm:

- Quan sát: Máy chạy ổn định ở cả hai chế độ chạy không và có tải. Khả năng phân ly các phân tử nghiền theo kích thước lỗ sàng cao. Máy không có hiện tượng thoát bụi ra ngoài môi trường.

- Đo đạc:

Kết quả đo đạc các thông số đặc trưng cho chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật khi nghiền hạt đậu xanh (đã rang chín và bóc vỏ) và Bột than chì:

Loại nguyên liệu	Cỡ lưới (Số Mesh)	Năng suất (kg/h)	Độ nhỏ sản phẩm (μ m)	Chi phí Năng lượng riêng (kWh/t)	Độ sót phân ly (%)
Hạt	50	145,6	225	49,451	7,25
Đậu Xanh	100	105,3	126	68,376	12,60
	170	65,8	75	109,422	18,37
Bột Than Chì	50	325,2	172	22,140	6,48
	100	234,6	89	30,691	11,57
	170	155,1	48	46,423	18,26

3.4. Ý kiến thảo luận

- Nhờ tăng cường quá trình nghiền vỡ bằng chà xát ở máy nghiền búa nên máy có khả năng nghiền siêu mịn các vật liệu khô – giòn.

- Buồng xoáy có vách phân ly là lưới sợi đan có khả năng phân ly tốt sản phẩm nghiền có kích thước nhỏ nhờ tận dụng được tính chất xoáy của hỗn hợp sản phẩm nghiền và không khí có vận tốc cao. Hiệu suất phân ly được tăng cao nhờ tăng được diện tích sàng phân ly.

- Hiệu quả nghiền còn được nâng cao nhờ giảm được vận tốc vật liệu nghiền ở những lần đập và chà xát đầu tiên.

- Mẫu máy nghiền thiết kế đảm bảo các mục tiêu nghiên cứu đặt ra ban đầu.

4. Kết luận

Cơ sở để nghiền siêu mịn vật liệu khô – dòn là nghiền theo nguyên lý chà xát và phân ly sản phẩm nghiền bằng buồng xoáy kết hợp sàng bằng lưới sợi đan.

5. Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Như Nam, Trần Thị Thanh. Máy gia công cơ học nông sản – thực phẩm.
2. Roberth H. Perry, Don W. Green. Perrys Chemical Engineers Handbook . Sixth Editon. McGarw – Hill Book Company 1984.