

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO KHẢO NGHIỆM MÁY NGHIỀN SIÊU MỊN DẠNG RĂNG

STUDYING, DESIGNING, FABRICATING AND TESTING SPIKE TOOTH
TYPE SUPER FINE GRINDER

Trần Thị Thanh

Khoa Cơ khí Công nghệ, Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

ABSTRACT

Spike tooth type super fine grinder is a tooth type grinder with one rotating rotor. The machine is designed with two improving solutions. On crushing process, the studying results have given the solution that combines the swing milling with spike grinding process. On the process of separation and recovery of grinding products, the studying results have given the solution that combines the primary separation of grinding particles by screen in grinding chamber with the second separation behind grinding chamber to recover grinding products. The designed grinder is capable of grinding finely materials like grains, chemicals, coal . . . According to manufactured objects; the size of grinding products is able to reach 10 – 90 μm .

ĐẶT VẤN ĐỀ

Yêu cầu về kích thước rất nhỏ đối với cấu tử dạng hạt bột là một trong những yêu cầu công nghệ quan trọng của nhiều quá trình sản xuất. Thí dụ đối với sản xuất thức ăn thủy sản yêu cầu độ nhỏ đạt kích thước dưới 250 μm , bột đậu xanh, bột dinh dưỡng ngũ cốc là dưới 90 μm , còn với bột đá phục vụ cho sản xuất vải nhựa là dưới 25 μm ,... Các máy nghiền thông thường không thể đạt độ nhỏ này. Vì vậy việc nghiên cứu thiết kế cải tiến máy nghiền nhằm đạt được độ nhỏ theo yêu cầu công nghệ mang tính thời sự và có ý nghĩa ứng dụng cao.

Để bột nghiền đạt độ nhỏ tới mức siêu mịn bằng quá trình nghiền cơ học theo yêu cầu công nghệ, cần thiết cải tiến quá trình nghiền và phân tách sản phẩm.

Đề tài định hướng thiết kế máy nghiền theo hướng nâng cao hiệu quả quá trình nghiền vỡ vật bằng va đập – cắt và chà xát, phân tách các sản phẩm siêu mịn theo hướng phân ly bằng khí động.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp thiết kế

+ Các thông số hình học, động học và động lực học của bộ phận nghiền răng được thiết kế trên cơ

sở tính toán theo lý thuyết máy nghiền răng của Azarov B. M., 1988.

+ Các thông số hình học, động học và động lực học của cánh búa chà xát được thiết kế trên cơ sở tính toán theo lý thuyết máy nghiền búa của Melnhikov S. V., 1978.

+ Các thông số hình học của buồng nghiền được thiết kế từ kết quả tính toán về bộ phận nghiền.

+ Bộ phận sàng phân ly sơ cấp được tính toán thiết kế theo kết quả tính toán về thông số hình học của cánh búa chà xát và buồng nghiền. Đường kính lỗ sàng được thiết kế theo cỡ sản phẩm nghiền và khả năng chui qua lưới sàng của các phần tử nghiền.

+ Bộ phận phân ly thứ cấp dạng khí động được thiết kế trên cơ sở tính toán theo lý thuyết thủy khí động lực học của L. Đ. Landau, 1953, và phương pháp thiết kế cyclone theo Hinds W.C., 2008.

+ Các chi tiết máy dùng chung, bộ truyền động và nguồn động lực được tính toán theo thiết kế chi tiết máy và truyền động cơ khí.

Phương pháp chế tạo – lắp ráp

Máy nghiền răng được chế tạo theo từng chi tiết. Riêng các chi tiết tiêu chuẩn thuộc họ các chi tiết dùng chung hay các chi tiết hợp tác được chọn mua trên thị trường. Các chi tiết còn lại của máy được chế tạo theo từng họ công nghệ chế tạo. Bao gồm:

+ Trục máy nghiền, răng nghiền: theo công nghệ chế tạo các chi tiết họ trục.

+ Rô tơ nghiền: theo công nghệ chế tạo các chi tiết họ moay ơ kết hợp với họ các chi tiết họ đĩa.

+ Máng cấp liệu: theo công nghệ chế tạo các chi tiết họ hộp.

+ Khung máy: theo công nghệ chế tạo các chi tiết họ cang.

Theo bản vẽ lắp, các chi tiết được rà lắp theo cụm và lắp chung toàn máy.

Phương pháp khảo nghiệm

Sau khi tiến hành chạy rà máy ở cả hai chế độ chạy rà không tải và có tải, tiến hành khảo nghiệm máy nghiền để xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của máy.

Độ nhỏ sản phẩm nghiền được đo đạc bằng thiết bị sàng rung do Trung Quốc sản xuất với các sàng có số Mesh là 100, 200, 270 và 325 tương ứng với các kích thước lỗ sàng là 150 μm, 75 μm, 53μm, 45μm. Khối lượng vật liệu nằm trên sàng được xác định bằng cân điện tử có độ chính xác tới 0,2 g. Tiến hành sàng phân loại 100 gam sản phẩm nghiền. Độ nhỏ khối bột được xác định bằng công thức:

(1)

Trong đó:

d_i – kích thước trung bình lỗ giữa hai sàng kề nhau, μm;

p_i – khối lượng vật liệu nằm trên mặt sàng thứ i , gam.

Công suất tiêu thụ được xác định bằng đồng hồ đo công suất tiêu thụ điện với sai số ± 0,05 kWh.

Kết quả khảo nghiệm được xác định là trị số trung bình qua 5 lần đo và khoảng tin cậy được xác định theo công thức:

$$M_b = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot p_i}{100} = \frac{175 \cdot p_1 + 112,5 \cdot p_2 + 64 \cdot p_3 + 40 \cdot p_4 + 22,5 \cdot p_5}{100}$$

$$x = \bar{x} \pm t(\alpha/2) \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Trong đó:

- \bar{x} – giá trị trung bình cộng của 5 lần đo;
- α – mức ý nghĩa, $\alpha = 0,05$;
- $t(\alpha/2)$ – chuẩn số theo phân bố student, $t(0,025) = 2,776$;
- s – độ lệch tiêu chuẩn;
- n – số lần đo, $n = 5$.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán thiết kế – chế tạo

Các số liệu thiết kế ban đầu

Máy thiết kế với các yêu cầu kĩ thuật, công nghệ như sau:

+ Nguồn động lực kéo rô tơ nghiền: Động cơ điện 3 pha có công suất 7,5 kW.

+ Đối tượng gia công: Các loại hạt lương thực, than đá và hoá chất là một số muối hoặc ôxít ở dạng tinh thể khô.

+ Sản phẩm nghiền: Độ mịn bột nghiền yêu cầu ≤ 90 μm.

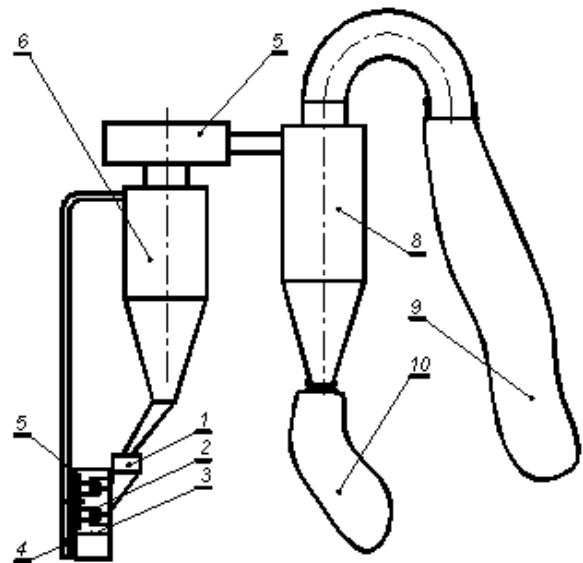
+ Nhiệt độ của vật liệu nghiền trong quá trình gia công không quá nhiệt độ cho phép (40°C) từ 3 ÷ 5°C.

Lựa chọn mô hình máy thiết kế và sơ đồ truyền động

Từ yêu cầu kỹ thuật, công nghệ, tính chất vật lý của đối tượng gia công và đặc tính máy nghiền răng, máy có mô hình thiết kế như sau:

+ Là máy nghiền răng có một rô tơ quay, sàng phân li sơ bộ nằm trong buồng nghiền. Sự khác biệt chính với máy nghiền răng đã biết là kết cấu rô tơ còn có các cánh búa để chà sát tích cực các phần tử nghiền và sản phẩm nghiền được phân loại bằng khí động dạng cyclone ở ngoài buồng nghiền.

+ Để phát huy tác dụng của các răng nghiền thuộc các lớp trong của đĩa nghiền, vật liệu nghiền được nạp vào buồng nghiền theo phương pháp dọc trục.



Hình 1. Mô hình máy nghiền răng thiết kế.

1. Máng nạp liệu;
2. Buồng nghiền;
3. Lưới sàng;
4. Quạt hút sản phẩm nghiền vào phân ly;
5. Ống dẫn các phần tử nghiền đi phân ly;
6. Sản phẩm nghiền hồi lưu về buồng nghiền;
7. Sản phẩm nghiền thu hồi;
8. Cyclone;
9. Túi vải thu vi bụi;
10. Túi vải thu bột.



Hình 2. Cụm buồng nghiền và rô tơ nghiền

Nguyên lý làm việc của máy như sau:

Vật liệu cấp vào buồng nghiền 2 từ máng nạp liệu 1 theo phương pháp dọc trục. Nhờ các răng trong buồng nghiền tác động, vật liệu được nghiền nhỏ dần. Các phần tử bột nghiền có khả năng lọt qua lưới sàng 3 sẽ theo ống 5 lên cyclone phân ly 8 nhờ quạt gió 4. Tại đây, bột phân ly để các phần tử nghiền có kích thước lớn trở về buồng nghiền qua cửa hồi lưu 6, còn các phần tử đạt yêu cầu được thu hồi nhờ túi vải 10.

Kết quả tính toán thiết kế – chế tạo

Dựa vào lý thuyết tính toán máy nghiền răng, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo máy với các thông số kỹ thuật như sau (hình 2).

+ Bộ phận cấp liệu: Cấp liệu dọc trục theo nguyên lý tự hút – chảy. Dung tích chứa của máng cấp liệu là 0,2 m³. Lượng cấp liệu được điều tiết bởi khe hở của cửa điều chỉnh với đáy máng dẫn.

+ Buồng nghiền: Buồng nghiền có đường kính 590 mm, bề rộng 140 mm. Mặt bên đối diện với máng cấp liệu bố trí má đập phụ là tấm thép tròn khoan lỗ có đường kính 470 mm. Ngoài nhiệm vụ tăng cường hiệu quả nghiền, má đập phụ còn làm chức năng gá giữ lưới sàng. Mặt bên phía cửa cấp liệu, có bố trí 2 vòng tròn răng nghiền cố định, nằm xen kẽ với răng lắp trên rô tơ nghiền. Đường kính tâm răng của hàng răng thứ nhất là 273 mm, của hàng răng thứ hai là 385 mm. Trên đĩa lắp răng còn thiết kế các rãnh bao quanh quỹ đạo chuyển động của các răng lắp trên rô tơ. Khe hở mặt bên của răng được thiết kế đảm bảo quá trình cắt và chà xát mãnh liệt giữa vật liệu nghiền với răng cố định, và vật liệu nghiền với răng chuyển động cũng như hạn chế khả năng tự thoát ra khỏi

vùng nghiền của vật liệu nghiền. Đồng thời, kích thước răng và khe hở răng được thiết kế theo kết quả tính toán dao động của răng nghiền. Răng nghiền liên kết với đĩa giữ bằng ghép trục chặt kết hợp với mối ghép hàn.

+ Bộ phận rô tơ nghiền: Là một đĩa răng quay có đường kính 470 mm. Trên đĩa răng có bố trí hai hàng răng nằm trên hai đường tròn đồng tâm. Đường kính tâm răng của hàng răng thứ nhất là 217 mm, của hàng răng thứ hai là 329 mm. Các lắp với đĩa bằng mối ghép ren, nên có thể dễ dàng thay thế. Răng nghiền có tiết diện hình lục giác đều với khoảng cách hai cạnh đối diện là 22 mm, chiều dài làm việc của răng là 100 mm.

+ Truyền động từ động cơ đến rô tơ bằng bộ truyền động đai thang bằng B.

KẾT QUẢ KHẢO NGHIỆM

Kết quả khảo nghiệm theo chế độ thiết kế (tốc độ quay của rô tơ 2.400 vòng/phút, kích thước lỗ sàng phân ly sơ bộ là 0,2 mm) với các nguyên liệu: gạo, ngô hạt, bông ngô (ngô được làm chín bằng phương pháp ép dòn), đá vôi, than đá được trình bày trên bảng 1.

Ý KIẾN THẢO LUẬN

Qua phân tích kết cấu và theo dõi khảo nghiệm máy nghiền răng thiết kế, chúng tôi có những ý kiến trao đổi như sau:

- Máy nghiền làm việc ổn định. Các kết quả khảo nghiệm tương đồng với thiết kế. Tùy theo loại nguyên liệu nghiền cho kích thước sản phẩm nghiền và năng suất hay mức tiêu thụ điện năng riêng khác nhau.

Bảng 1. Kết quả khảo nghiệm xác định chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật

- Mẫu máy nghiền răng được thiết kế khác biệt với các mẫu máy nghiền răng hiện có: Máy thực hiện phân ly thứ cấp sản phẩm nghiền bằng phương pháp khí động. Sàng lắp trong máy nghiền chỉ dùng phân ly sơ cấp các phân tử nghiền. Điều này cho phép khả năng nghiền nhỏ tốt hơn vì hạn chế được hiện tượng nghẹt sàng.

- Việc phối hợp giữa phân loại sơ cấp bằng lưới sàng và phân loại thứ cấp bằng khí động, cho phép người sử dụng linh hoạt theo yêu cầu kỹ thuật. Điều này có nghĩa là có thể không dùng bộ phân ly khí động nếu nguyên liệu có tính dễ nghiền hoặc sản phẩm nghiền có kích thước lớn.

ở dạng khô rời. Sản phẩm nghiền thích ứng trong nhiều công nghệ sản xuất khác nhau như chế biến thực phẩm, dược phẩm, hoá chất, xây dựng,... Máy nghiền được thiết kế gọn nhẹ, không gây ô nhiễm môi trường.

- Định hướng nghiên cứu tiếp theo:

Về lý thuyết, nghiên cứu chế độ thủy khí của quá trình phân ly sản phẩm của cyclone. Từ đó có cơ sở cải tiến về kết cấu cũng như có khả năng điều khiển tốt kích thước sản phẩm bột nghiền.

Nghiên cứu tối ưu hoá về mặt kết cấu cũng như xác định chế độ làm việc tối ưu của máy.

TT	Loại nguyên liệu nghiền	Đặc tính sản phẩm nghiền (µm)	Năng suất (kg/h)
1	Gạo	45 ± 2,2	95,6 ± 4,5
2	Ngô hạt	65 ± 2,0	88,5 ± 4,0
3	Bông gạo	78 ± 3,6	82,7 ± 3,6
4	Vỏ sò	35 ± 1,8	161,9 ± 5,4
5	Thạch	28 ± 1,6	195,7 ± 6,7
6	Đá vôi	29 ± 1,7	181,2 ± 6,8

Quá trình phá hủy hạt bằng chủ yếu bằng cắt và chà xát, nên máy có khả năng nghiền tốt các loại nguyên liệu thực vật ở mức độ nghiền mịn đến rất mịn.

Mức chi phí lắp đặt máy ở mức độ bán sản xuất đến sản xuất từ đó hoàn thiện máy tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

74,268 ± 0,516
 Ngô Văn Thọ, Trần Thị Thanh, 2000. *Máy gia công cơ học Nông sản – Thực phẩm*. NXB Giáo Dục.
 43.854 ± 0,432
 Hany, D. P., 1998. *Feed Manufacturing Technology*. Kansas State University.
 39,183 ± 0,385
 Landau L. Đ., Lifsitx E. M., 2001. *Thủy động lực học*. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Người dịch Đặng Quang Khanh.

KẾT LUẬN

- Máy nghiền thiết kế có khả năng nghiền mịn đến rất mịn các hạt lương thực, một số khoáng vật