

Phép đo chính xác cao mức độ đầy và nhiệt độ trong các máy nghiền bi và nghiền rung

TÓM LƯỢC

Bài viết này mô tả một hệ thống mới, chính xác cao sử dụng cho việc đo độ đầy trong máy nghiền bi dùng nguyên lý đo trực tiếp âm thanh tạo ra từ cấu trúc vỏ máy nghiền quay và chuyển tải bằng hệ không dây. Cách đo trực tiếp này tránh được những bất lợi của tai nghe “cổ điển”. Ở đây tuyệt đối không bị nhiễu tạp âm từ các nguồn khác, điều đó có nghĩa là độ đầy trong ngăn thứ nhất và ngăn thứ hai có thể đo riêng biệt nhau, độc lập với nhau. Tổng quát âm thanh phát sinh từ cấu trúc máy nghiền cung cấp nhiều thông tin hữu ích về tình trạng của máy nghiền so với âm thanh lan truyền ra không khí từ máy nghiền.

Một hệ thống mới, phi tuyến, algorit dùng để đánh giá mức độ âm thanh phát sinh từ cấu trúc máy nghiền có thể chỉ báo độ đầy trong hai ngăn của máy nghiền với độ chính xác cao hơn 2% của giá trị cực đại. Đây là lần đầu tiên cho phép cài đặt hệ thống điều khiển giúp nguyên liệu được nghiền ở mức độ không thay đổi, phù hợp nhất trong máy nghiền. Độ chính xác cao trong việc đo lường hai ngăn riêng biệt của máy nghiền, cho phép một cách nhìn thấu mới vào tình hình bên trong của máy nghiền và cũng giúp cho việc xác định tình trạng vách ngăn trung gian và đầu ra. Nếu có yêu cầu, nhiệt độ của xi măng bên trong của máy nghiền cũng có thể được đo bởi một cặp nhiệt ở vách ngăn trung gian và được truyền đi không dây bởi một kênh thứ ba.

(Bản dịch của Công Ty TNHH Công Nghiệp Minh Tiên)

**Phép đo chính xác cao mức đồ đầy và nhiệt độ
trong các máy nghiền bi và nghiền rung**

Qui trình công nghệ

1. Giới thiệu

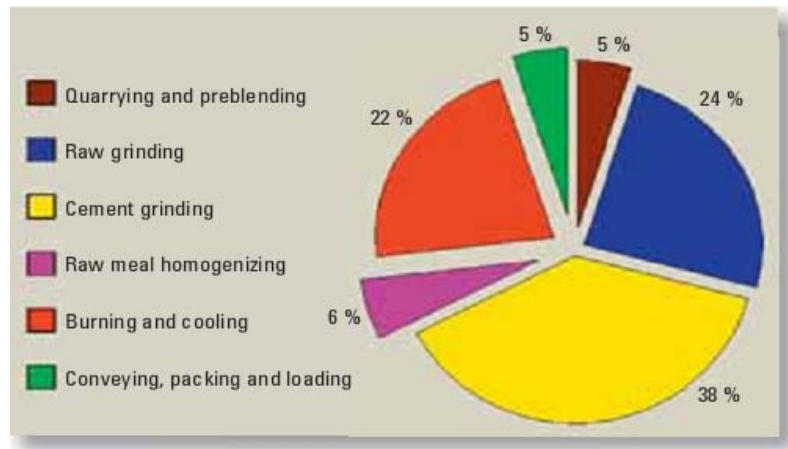
Mặc dù công nghệ nghiền phát triển trong thời gian gần đây, máy nghiền bi vẫn còn vai trò chủ yếu trong công nghiệp xi măng. Máy nghiền bi cũng được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp khác. Bởi vì sự gia tăng giá năng lượng và xu hướng tiến đến các đơn vị sản xuất lớn, nên có tranh luận nổi lên từ những điểm bất lợi của máy nghiền bi liên quan đến việc tiêu hao năng lượng đáng kể và khó tương thích với các cách cấp liệu khác nhau. Tuy nhiên ngược với những điểm bất lợi này, thì máy nghiền bi lại có nhiều ưu điểm khác như:

- Thiết kế kỹ thuật ổn định và đơn giản
- Các bộ phận của máy nghiền chắc chắn nên có tuổi thọ cao
- Vận hành đơn giản
- Tỷ suất đầu tư thấp và hơn thế nữa
- Phân phối cỡ hạt thích hợp của vật liệu nghiền.

Vào khoản 60% năng lượng điện dùng trong sản xuất một tấn xi măng trong nhà máy hiện đại vẫn được sử dụng trong công đoạn nghiền nguyên vật liệu và clinker. * Hình 1[1]: Năng lượng tiêu thụ của máy nghiền bi được xác định đơn độc theo tỷ suất đồ đầy vật nghiền, vì thế từ lâu phải nỗ lực cấp liệu cho máy nghiền ở lượng tối đa và vận hành nó ở chế độ căng ổn định căng tốt ở điểm hoạt động tối ưu.

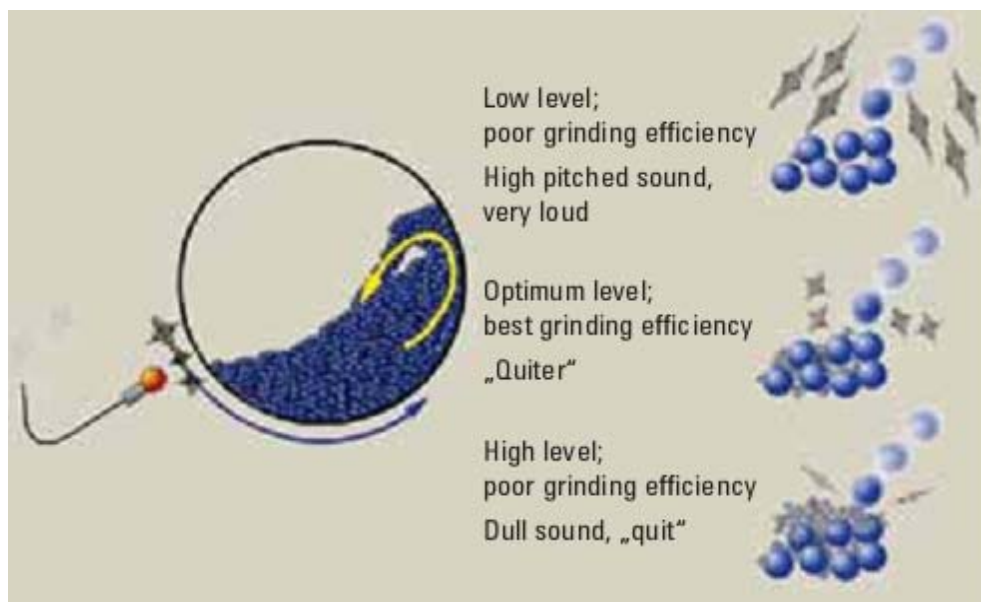
2. Cách tiếp cận cổ điển trong việc đo mức đồ đầy

Với máy nghiền bi điểm hoạt động này có liên hệ trực tiếp với mức liệu nghiền trong máy. Một máy nghiền quá “đói” nghĩa là cấp liệu quá ít sẽ hoạt động cực kỳ không hiệu quả xét về mặt năng lượng, trong khi đó một máy nghiền quá “no” nghĩa là cấp liệu quá nhiều cũng nghiền thiếu hiệu quả vì bi nghiền rơi vào một đệm mềm của vật liệu nghiền và quá trình nghiền sẽ kém hơn dọc theo hành trình nghiền.



Hình 1: Điện năng tiêu dùng trong các giai đoạn xử lý lúc sản xuất xi-măng

Do đó, để tối ưu hóa máy nghiền, cần thiết phải đo mức của vật liệu nghiền. Đo trực tiếp mức trong máy nghiền là điều không thể thực hiện được, vì vậy trong đa số trường hợp micrô, được gọi là “tai nghe điện tử” được dùng cho mục đích này. Chúng có thể phỏng chừng gần đúng độ đầy của vật liệu nghiền trên cơ sở của cường độ âm – kinh nghiệm chỉ ra rằng máy nghiền “đói” phát ra tiếng ồn lớn, cao, trong khi đó máy nghiền đầy vật liệu phát ra âm hơi mờ đục và im hơn (*H. 2).



Hình 2: Biểu đồ minh họa sự phát triển tiếng ồn nghiền ở các mức độ đầy khác nhau của liệu nghiền

Người vận hành có nhiều kinh nghiệm có thể suy luận ra độ đầy từ âm thanh nghe được phát ra từ máy nghiền, nhưng việc này đòi hỏi một số thực tiễn và hiểu biết rõ khi vận hành riêng từng máy nghiền. Sự nghe của con người là một hệ thống đánh giá phức tạp cao mà chưa được hiểu về mọi mặt, điều này giải thích vì sao phần lớn “các tai nghe điện tử” bị giới hạn đến việc đo tổng cường độ hoặc dải tần số của âm.

Một khó khăn cơ bản khi dùng micro vi âm là chúng chỉ đo được âm truyền vào không khí phát ra từ máy nghiền. Tuy nhiên, nguồn âm lại ở bên trong máy nghiền. Vậy thì âm thanh phải thông qua bi nghiền, lớp lót máy nghiền, vỏ máy nghiền mới phát ra ngoài không khí. Trong quá trình truyền này, đặc biệt trong quá trình chuyển đổi sang âm thanh trong không khí, một lượng đáng kể thông tin về tình trạng bên trong máy nghiền bị mất đi (xem H. 2).

Ngoài ra, dùng micro còn gặp những vấn đề đặc trưng riêng của dụng cụ đo âm thanh phát ra từ máy nghiền lan truyền trong không khí:

- Nó đo âm thanh trực tiếp từ máy nghiền và âm thanh phản xạ gián tiếp.
- Nó cũng đo âm thanh từ các máy móc khác hoặc các máy nghiền khác lân cận.
- Nó nhạy cảm với sự lệch trục theo góc cực hoặc hướng bên.
- Một micro ở gần máy nghiền cũng thường nhanh chóng bị bụi đóng kín, điều đó không chỉ ảnh hưởng đến độ nhạy đo mà còn ảnh hưởng đến sự định cỡ âm thanh.

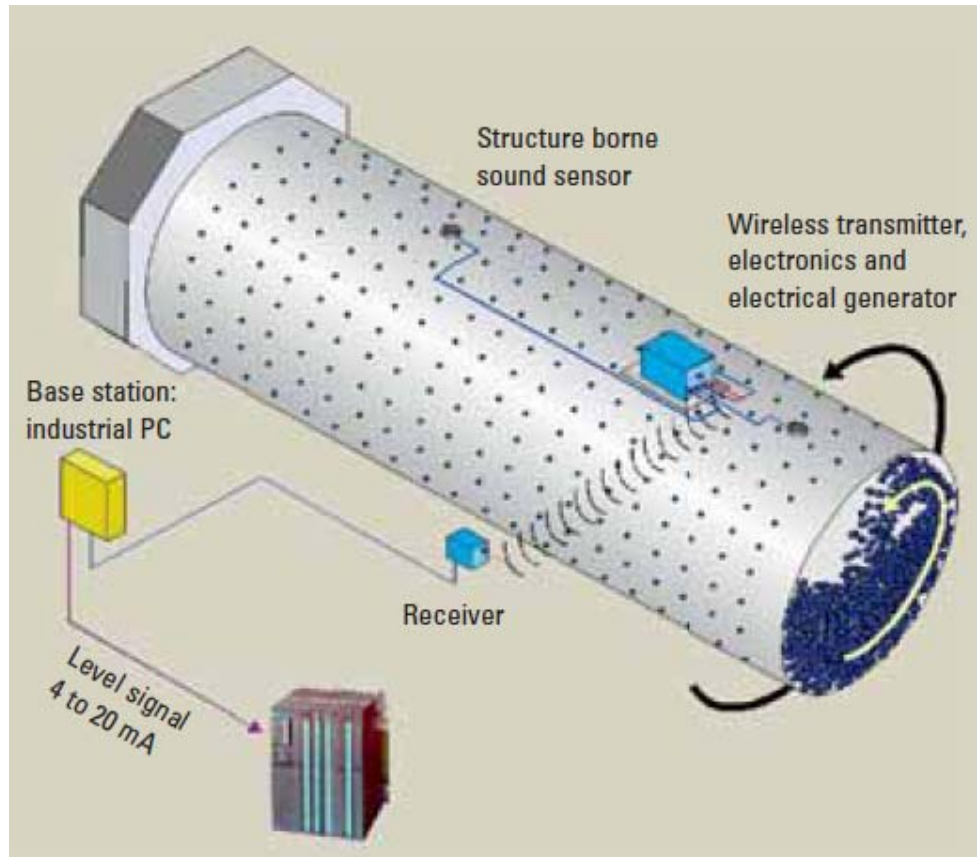
3. Âm thanh phát sinh từ cấu trúc

Những vấn đề gần như “cổ điển” gặp phải khi dùng micro có thể được loại bỏ bằng cách đo trực tiếp âm thanh cấu trúc từ vỏ máy nghiền thay vì đo âm thanh trong không khí. Một cảm biến áp ceramic gắn trực tiếp vào vỏ máy nghiền, ngay lập tức giải quyết các vấn đề nói trên.

- ❖ Tín hiệu âm cấu trúc vẫn lưu giữ tất cả các thông tin mà không truyền qua trong không khí, vì vậy việc đo lường về căn bản là chính xác hơn.
- ❖ Cảm biến áp ceramic gắn trên vỏ máy nghiền không thể đo lường được âm thanh trong không khí, do vậy nhiễu âm từ máy nghiền khác hoặc máy móc khác không có ảnh hưởng đến hệ thống đo.
- ❖ Cảm biến được gắn cố định vào vỏ máy nghiền không chỉ tránh được sự lệch trục mà còn tránh được ảnh hưởng của bụi, vì thế không cần phải làm sạch thường xuyên.

- ❖ Tín hiệu âm cấu trúc trong vỏ máy nghiền lan truyền theo hướng kính nhiều hơn hướng trục, do đó có thể đo mức đồ đầy trong từng ngăn máy nghiền riêng biệt.

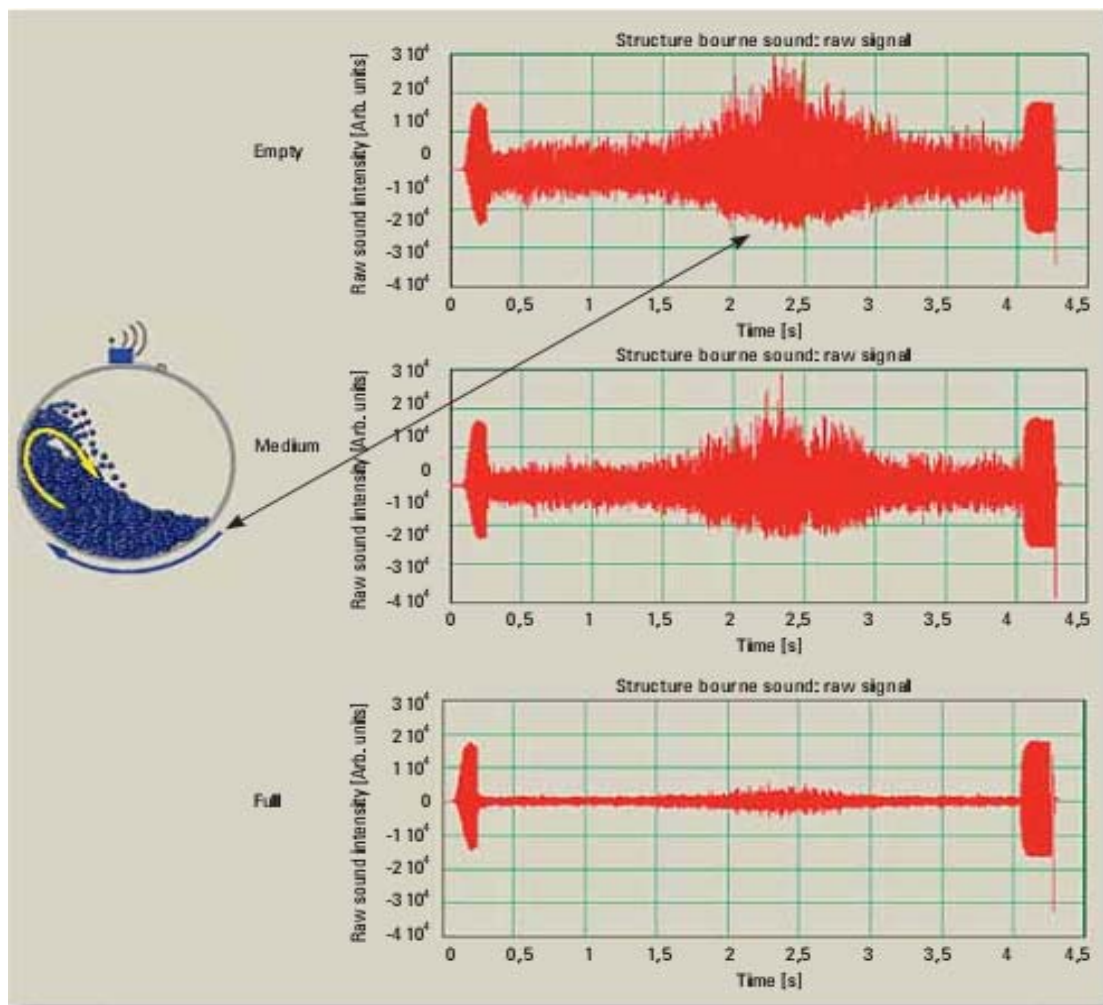
Những tín hiệu thông tin nhận được, được khuếch đại bởi hệ điện tử, cũng gắn với vỏ máy nghiền, và được truyền bởi một bộ vi xử lý qua kết nối vô tuyến chất lượng cao đến máy thu nhỏ cách máy nghiền vài mét. Toàn bộ hệ điện tử và bộ truyền của máy nghiền được cung cấp điện do một động lực kế có khung. Khung động lực kế được gắn vào vỏ hệ điện tử gắn trên máy nghiền vì thế nó có thể quay song song với hướng trục của máy nghiền; nó chạy máy phát nhỏ ngay lúc máy nghiền quay (xem H. 3).



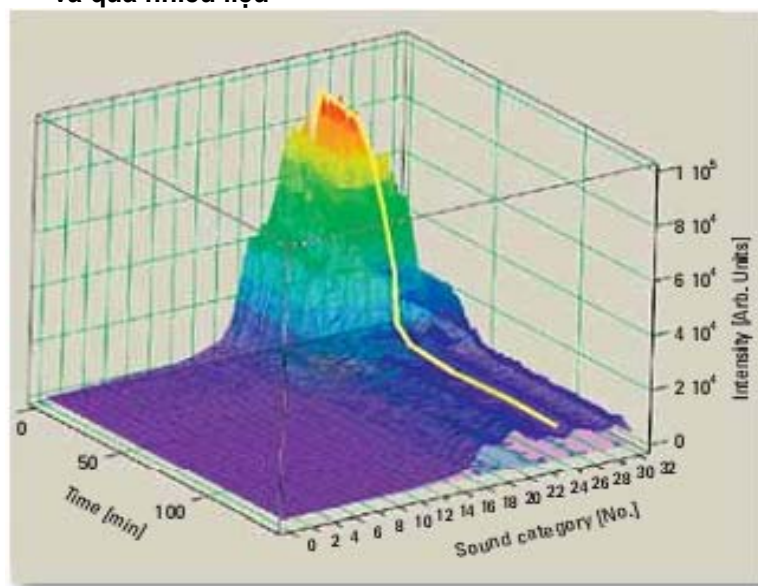
Hình 3: Biểu đồ biểu diễn máy nghiền bi với hệ đo mức đồ đầy của liệu nghiền

Mức đồ đầy của liệu nghiền được đo đúng bởi cường độ âm cấu trúc. (xem H. 4) biểu đồ chỉ tín hiệu thô từ bộ cảm biến âm thanh cấu trúc trong suốt một vòng quay của một máy nghiền rỗng, tải một lượng liệu vừa phải, tải đầy. Điểm ứng với cường độ cao nhất, nơi bi nghiền rơi đập vào vách, được nhận ra dễ dàng với đầy đủ các tín hiệu. Việc phân tích đường bao, cùng với số đo góc chính xác, sẽ có thông tin về điểm thấp nhất của lượng bi trong máy nghiền.

Như thường lệ việc đo lường này có thể thực hiện được cho cả hai ngăn của máy nghiền bi.



Hình 4: Các tín hiệu thô được ghi từ máy nghiền bi chưa nạp liệu, với mức cấp liệu trung bình và quá nhiều liệu



Hình 5: Biểu đồ 3D của các tín hiệu âm thanh ghi nhận ở thân vỏ máy nghiền

4. Sự ước tính phi tuyến của các tín hiệu rung

Trong ví dụ này máy nghiền được vận hành từ rỗng đến đầy. Rõ ràng rằng thông tin về mức liệu trong máy nghiền có được chỉ từ trung bình cường độ của tín hiệu thuần túy. Tính năng động lực của tín hiệu thô cho tỉ suất đầy: rỗng ít nhất là 5:1. Tuy nhiên, điều này chưa đủ đo mức đồ đầy chính xác hơn để thích ứng với việc cài đặt chu trình điều khiển kín.

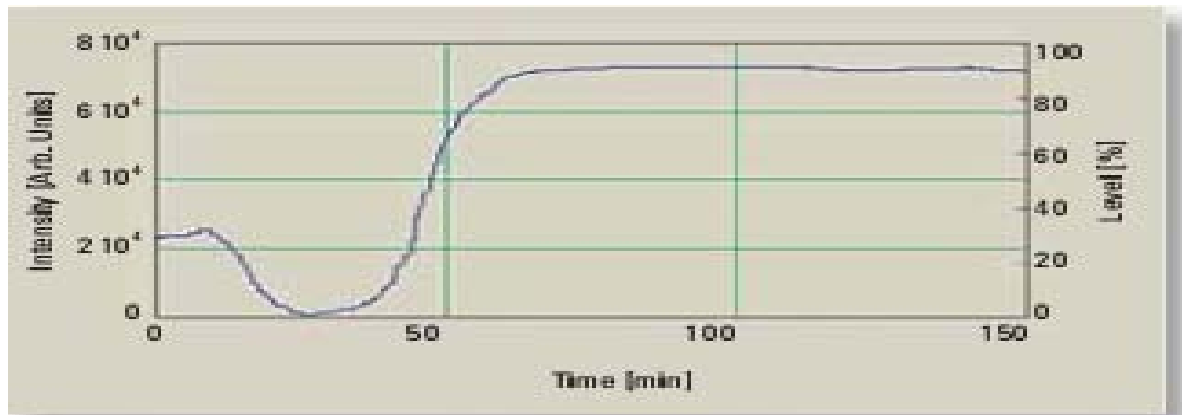
Vì thế có vấn đề nảy sinh là có thể có được thông tin chính xác hơn hay không về mức đồ đầy từ những tín hiệu này. Những khảo sát chi tiết từ những tín hiệu như vậy vạch ra các phương thức “cổ điển”, như lọc ra các dải tần số với sự trợ giúp của phép biến đổi Fourier, tiếp theo bởi việc tính toán cường độ bình quân trong dải tần số, cũng không dẫn đến sự cải thiện thực chất nào.

Phép chuyển đổi Fourier giả định rằng tín hiệu khảo sát ít nhất phải ở điều kiện ổn định qua chu trình [2, 3], điều đó không thể áp dụng được vào tín hiệu âm thanh từ máy nghiền.

Phổ âm nhiễu chuẩn từ máy nghiền bao gồm những tín hiệu xung dẫn đến sự phân bố ngẫu nhiên trên trục thời gian. Sẽ có được một bức tranh khác nếu các nhiễu từ máy nghiền được khảo sát dựa trên cơ sở sự xuất hiện các tính năng khác của những tín hiệu như thế.

(Hình 5) chỉ cường độ của các kiểu tín hiệu khác nhau dựa vào biểu đồ thời gian, trong suốt chu trình khi ban đầu máy nghiền rỗng đến khi được châm thêm liệu từ từ trong lúc vận hành.

Một kiểu tương quan phối hợp tốt với mức đồ đầy liệu máy nghiền được nhìn rõ trong giản đồ. Một tín hiệu mức đồ đầy rất chính xác (xem H. 6) có thể suy ra từ điều này sau việc phân tích thống kê thích ứng và việc tính toán của đường biểu diễn phù hợp nhất [4].



Hình 6: Mẫu biểu đồ tín hiệu chỉ mức đồ đầy của liệu nghiền theo trình tự thời gian

Thử nghiệm ở các máy nghiền bi khác nhau chỉ ra rằng khi, ví dụ, hệ này được cung cấp cho một máy nghiền xi-măng có thể đo sự khác biệt mức đồ đầy tương ứng với công suất 80 và 81 tấn/giờ.

5. Sự hiệu chỉnh tự động

Như thường lệ, luôn luôn có thể tìm ra các loại tín hiệu trong âm thanh từ cấu trúc máy nghiền liên quan trực tiếp đến mức đồ cấp liệu cho máy nghiền. Điều này giúp cho việc hiệu chỉnh máy có thể thực hiện tự động. Máy nghiền bi được vận hành từ lúc rỗng đến đầy để hiệu chỉnh. Trong suốt quá trình này tất cả các loại tín hiệu đều được lưu trữ, vì thế các tín hiệu có tầm quan trọng nhất được xác định tự động. Việc này giúp hiệu chỉnh hệ thống, dù cho giá trị tương đối của tín hiệu mức đồ đầy có được tất nhiên là nhiều hơn giá trị tuyệt đối, vì chỉ có thể xác định sự khác biệt giữa hai trạng thái được gọi là “rỗng” hoặc đầy. Rồi thì khoảng này được chuyển thành mức đồ đầy từ 0 -100%. Do đó chất lượng hiệu chỉnh phụ thuộc vào việc máy nghiền thực sự vận hành lần lượt ở chế độ “rỗng” rồi chế độ “đầy”. Điều quan trọng là phải xác định được khi nào máy nghiền thực sự đầy.

Thực hành chỉ ra rằng điểm hoạt động tối ưu của máy nghiền là ở mức đồ đầy 100%. Tuy nhiên, đôi khi ở thời điểm bất kỳ cấp liệu cho máy nghiền có thể ở mức cao hơn, do vậy khoảng chỉ báo được thiết kế từ 1 đến 130%. Ngoài ra, luôn luôn có thể xác định lại mức đồ đầy hiện tại là 100% giá trị để cải thiện việc hiệu chỉnh tiếp theo.

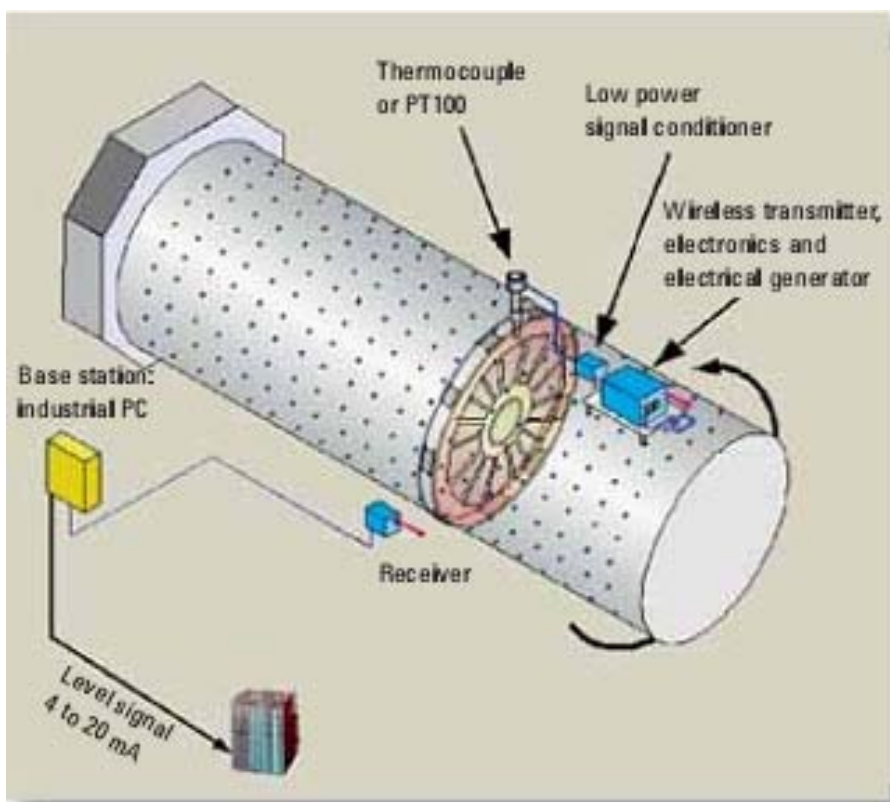
6. Phạm vi sử dụng, sự chẩn đoán các chế độ máy nghiền

Hiện nay đã có 150 hệ thống đo mức đồ đầy của máy nghiền bi được lắp đặt trên thế giới với kích cỡ và cấu hình khác nhau – các máy nghiền bi với 1 hoặc 2 ngăn vận hành trong hệ kín với các máy phân hạt, các máy nghiền chu trình hở với 2 hoặc 3 ngăn, các máy nghiền “có hai bộ phận quay” với cửa tháo liệu trung tâm, các máy nghiền côn. Hệ thống đo này cũng được lắp cho máy nghiền rung và với máy nghiền rung thì không cần dùng truyền dẫn không dây. Phương pháp đo cũng tương tự với một vài điều chỉnh nhỏ. Các máy nghiền bi được kể ở trên dùng nghiền nhiều loại vật liệu, như clinke xi-măng và xỉ lò cao dạng hạt, nguyên vật liệu xi-măng như đá vôi và cát, than, nguyên vật liệu gốm và nguyên vật liệu khoáng như quặng sắt và quặng mangan cũng như bauxit nhôm.

Với tất cả cài đặt như thế nó có thể định rõ tín hiệu mức đồ đầy chính xác. Xét về tổng thể điều này nâng cao nguồn tiềm lực rất lớn về dữ liệu và kinh nghiệm lên tới vài trăm năm chạy máy. Hiển nhiên rằng hiện nay hệ thống đo mức này không những chỉ được sử dụng như một biến đo mức đồ đầy thuần túy mà còn là như dụng cụ đo chẩn đoán tình trạng máy và hệ thống nghiền. Các số đo mức đồ đầy chính xác trên hàng loạt máy nghiền hiện có, ví dụ, chỉ rõ rằng ngăn 1 thường chạy chưa đầy và ngăn 2 quá “đầy” trong lúc vận hành. Những điểm quan sát này thường dẫn đến thay đổi chế độ điều khiển, thay đổi cấp phối sức tải bi nghiền và sự bố trí khác của vách ngăn trung gian. Với máy nghiền bi 2 ngăn nó thường khiến nghẹt vách ngăn trung gian hoặc đầu ra (xem H. 7) hoặc thất thoát vì sự mất cân bằng giữa các mức đồ đầy trong 2 ngăn. Kinh nghiệm chứng tỏ rằng với bộ đo hiện nay có thể dò ra nhiều vấn đề như kể trên nhiều hơn trong quá khứ.



Hình 7: Đầu ra máy nghiền bị nghẹt do cấp liệu quá thừa



Hình 8: Biểu đồ biểu diễn của máy nghiền bi với bộ đo nhiệt độ của liệu nghiền

Khi bộ đo được lắp trên máy nghiền một thời gian khá dài nó cũng có thể thu được thông tin về độ mòn của lượng bi nạp từ những thay đổi rất chậm của của đặc tính tiếng ồn. Tuy nhiên sự đánh giá này phải được thực hiện riêng cho từng máy nghiền.

7. Phép đo nhiệt độ trong máy nghiền

Nếu xi-măng được sản xuất rất mịn hay nguyên liệu cung cấp cho máy nghiền quá nóng khi ấy nhiệt độ của vật liệu được nghiền tăng cao vì dòng khí không đủ thời gian lâu hơn để làm tán xạ hơi nóng phát sinh. Luồng không khí có thể được làm mát một cách hữu hiệu bằng cách phun một lượng nước được đo chính xác vào ngăn nghiền 2. Điều này ngăn ngừa sự tiếp xúc trực tiếp giữa nguyên liệu được nghiền và nước vì nước bay hơi vào không khí và không thể ngưng tụ ở dạng lỏng trên những hạt xi-măng. Điều đó luôn là yêu cầu, nhất là khi xi-măng đang nghiền, việc đo nhiệt độ nguyên liệu được nghiền một cách trực tiếp trong máy nghiền hầu để xác định khối lượng nước cần thiết để điều chỉnh chính xác hơn (xem H. 8). Nhiệt độ được đo bằng cách chèn cặp nhiệt điện bọc thép qua lỗ trong thân vỏ máy nghiền và vào trong vách ngăn trung gian giữa các ngăn nghiền thứ nhất và thứ hai và khuếch đại tín hiệu bởi máy khuếch đại đặc biệt cần rất ít năng lượng.

Thêm vào đó, điều thứ ba là, kênh truyền dẫn trong bộ đo khi ấy truyền tín hiệu này đến trạm xử lý tín hiệu (base station). Phạm vi đo nhiệt độ từ 50 đến 200 °C, và độ phân giải là 1 °C. Nhiệt dung và lượng nguyên liệu tuyệt đối là tương đối cao để chỉ có tương đối những sự thay đổi chậm xảy ra. Theo lệ thường một lần đo một phút là khá đủ. Mặc dầu điều này bảo đảm rằng phép đo bằng cặp nhiệt điện luôn luôn diễn ra do sự quay của thân vỏ máy nghiền, nó được đặt ở vị trí đáy và được xi-măng bao phủ hoàn toàn.

(xem H. 9) cho thấy hệ thống đo đầy đủ với hai bộ cảm biến mức đồ đầy và cặp nhiệt điện trên máy nghiền bi tương đối nhỏ. Để lắp đặt một hệ thống như thế thì các bộ cảm biến được gắn vào vỏ máy nghiền trong lúc đó hệ thống điện tử được kẹp chặt vào con tán bù-lông tẩm lót vỏ máy nghiền.



Hình 9: Hình minh họa chi máy nghiền bi với bộ đo lắp trên thân vỏ máy nghiền để đo mức đồ đầy và nhiệt độ

Điều này tránh việc hàn chúnng vào vỏ máy nghiền. Những tín hiệu rất chính xác từ hệ thống truyền, kích hoạt bộ điều khiển Fuzzy để giữ nguyên liệu nghiền ở mức không đổi trong máy nghiền.

8. Kinh nghiệm vận hành

Kinh nghiệm hoạt động của những người sử dụng trên 150 hệ đo mức đồ đầy đã lắp được tóm lược như sau:

- Theo lệ thường năng suất tăng lên, đôi khi tăng cao hơn đáng kể tùy theo hệ điều khiển máy nghiền hiện hữu.
- Sự chính xác cao của phép đo giúp việc điều khiển tốt hơn để giữ mức đồ đầy không đổi trong hai ngăn và vì thế tác động làm tăng hiệu quả máy nghiền.
- Về mặt tổng thể các tác động nhanh hơn và đúng hơn của hệ điều khiển được thực hiện qua phản ứng nhanh của mức đồ đầy đến sự biến thiên của luồng liệu.
- Thông tin thêm vào bao gồm tín hiệu âm thanh cấu trúc cho phép chẩn đoán rộng rãi hơn điều kiện kỹ thuật của máy nghiền bi và vì thế việc bảo dưỡng được hoàn thiện dễ dàng.
- Chi phí bảo quản đối với tai nghe điện tử thì rất thấp vì bộ cảm biến được đặt trực tiếp trên thân vỏ máy nghiền.

Một hệ thống đo đồ đầy như thế đã được lắp đặt đầu tiên cách đây 3 năm và cho đến nay chưa thấy dấu hiệu hư mòn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Stoiber, W.: Comminution technology and energy consumption. Proceedings of the VDZ Congress 2002: Process Technology of Cement Manufacturing, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2003, pp. 102-115.
- [2] Meffert, B.; Hochmuth, O.: Werkzeuge der Signalverarbeitung. München, Pearson Studium, 2004.
- [3] Schelter, B.; Winterhalder, M.; Timmer, J.: Handbook of Time Series Analysis. Weinheim, Wiley-VCH, 2006.
- [4] Weise, K.; Wöger, W.: Messunsicherheit und Messdatenauswertung. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.