

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐỂ TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG ĐIỆN
TRONG XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP**

Ngành: TỰ ĐỘNG HÓA

Học viên: TRỊNH VĂN TOÀN

Người HD Khoa học: PGS.TS. BÙI QUỐC KHÁNH

THÁI NGUYÊN – 2012

Chương 1: Tổng quan về tiết kiệm năng lượng điện trong xí nghiệp công nghiệp

Trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước hiện nay, điện năng đóng vai trò vô cùng quan trọng để sản xuất công nghiệp và phục vụ cho sinh hoạt của nhân dân. Hiện nay, tiết kiệm năng lượng đang là một trong những chủ đề "nóng" không chỉ trong phạm vi từng quốc gia mà đó trở thành vấn đề của thế giới. Nhiều ngành công nghiệp đang phải đối mặt với nguy cơ thiếu năng lượng, các nguồn dự trữ năng lượng tự nhiên ngày càng cạn kiệt, vì thế, vấn đề tiết kiệm năng lượng trở thành một khối then chốt trong chiến lược phát triển kinh tế của nhiều quốc gia trên thế giới. Muốn vậy, phải chỉ ra được những biện pháp hữu hiệu nhằm tiết kiệm năng lượng. Trong sản xuất công nghiệp, các nhà máy xi măng, nhà máy gạch tuynel, nhà máy nhiệt điện... là những nơi sử dụng nhiều và dễ thất thoát năng lượng. Do đó, việc nghiên cứu biện pháp tiết kiệm năng lượng trong các xí nghiệp công nghiệp nói chung và trong các nhà máy xi măng, nhà máy gạch tuynel, nhà máy nhiệt điện là cần thiết, góp phần tiết kiệm nguồn dự trữ năng lượng quốc gia.

1.1. Tiết kiệm năng lượng điện trong xí nghiệp công nghiệp ở hệ thống quạt điện công nghiệp

1.1.1. Vai trò của quạt điện trong nhà máy xi măng

Sản xuất xi măng là một quá trình tiêu thụ rất nhiều năng lượng. Chi phí năng lượng chiếm khoảng từ 30 – 40% chi phí sản xuất. Năng lượng sử dụng trong nhà máy xi măng bao gồm điện cho các thiết bị điện, các động cơ, các máy bơm, quạt, máy nén... và nhiên liệu sử dụng cho các quá trình sấy, nung... Nhiên liệu chính sử dụng trong nhà máy xi măng là than, dầu hay khí đốt.

Ngoài ra cũng có thể sử dụng một số nhiên liệu thay thế là các chất thải từ các ngành công nghiệp khác như sẫm lốp, dầu thải, nhựa, dung môi... Công nghệ tốt nhất hiện có trong ngành xi măng là công nghệ lò quay phương pháp khô hiện đại

có hệ thống tháp trao đổi nhiệt và canxiner, mức tiêu thụ nhiệt khoảng 700 kcal/kg clinker.

Tùy thuộc vào bản chất, chất lượng nguyên liệu sản xuất và quá trình công nghệ và thiết bị mà năng lượng tiêu tốn để sản xuất ra 1 tấn clinker, xi măng là khác nhau. Trong quá trình sản xuất xi măng, các hệ tiêu thụ năng lượng chính gồm nhiệt để sấy khô nguyên liệu và nung clinker, điện tiêu thụ cho chế biến nguyên liệu và nung clinker; điện dùng để xử lý nguyên liệu thụ, nhiệt để sấy khô các phụ gia trong quá trình sản xuất xi măng. Việc tiêu thụ năng lượng do nung clinker chiếm 70% - 80% tổng tiêu thụ năng lượng. Điện được dùng cho các máy nghiền nguyên liệu, quạt đốt lò, động cơ quay lò, quạt làm nguội clinker, nghiền clinker.

Trong nhà máy sản xuất xi măng, các khu vực/ công đoạn tiêu thụ năng lượng chính như sau:

- Khai thác và vận chuyển nguyên liệu thô
- Chuẩn bị nguyên liệu
- Chuẩn bị nhiên liệu
- Sấy, nghiền nguyên nhiên liệu
- Lò nung
- Làm nguội clinker
- Nghiền xi măng

Ngoài ra cũng có năng lượng sử dụng ở các khu vực phụ, các công đoạn phụ trợ như chiếu sáng, thiết bị văn phòng...

Và quá trình sản xuất clinker chiếm khoảng 70 - 80% tổng năng lượng để sản xuất xi măng, nên việc giảm tỷ lệ của clinker trong sản phẩm xi măng với các phụ gia có thể làm giảm đáng kể năng lượng sử dụng trong quá trình sản xuất xi măng. Kinh nghiệm ở châu Âu đó sử dụng phụ gia đối với xi măng portland hỗn hợp (CEM II) lên tới 35% là tro bay và 65% là clinker; xi măng xỉ lò cao (CEM III/A), có 65% là xỉ lò cao và 35% là clinker.

Việc tiêu thụ năng lượng cho từng công đoạn sản xuất được thu thập từ nhiều nguồn tài liệu, các nhà máy và các nhà cung cấp thiết bị. Dưới đây là suất tiêu thụ năng lượng riêng của một số công đoạn trong quy trình sản xuất xi măng:

- Khai thác, vận chuyển nguyên liệu thô: Một số nhà máy xi măng khai thác đá ngay tại chỗ, và thường sử dụng cả xe tải và băng chuyền để vận chuyển nguyên liệu thô. Thông thường, năng lượng sử dụng cho khai thác mỏ chiếm khoảng 1% tổng năng lượng.

- Chuẩn bị nguyên và nhiên liệu: Năng lượng sử dụng cho các công đoạn này bao gồm: đập, sấy nghiền, đồng nhất và vận chuyển. Bột phối liệu sau đó được đồng nhất trước khi vào lò nung. Nhiên liệu rắn sử dụng trong lò nung phải được đập nghiền và sấy khô. Thực tiễn tốt nhất về sử dụng năng lượng đạt được cho cả quá trình này là khoảng 12,5 kWh/tấn nguyên liệu thụ. Giá trị này cần phụ thuộc vào độ ẩm cũng như độ cứng của nguyên nhiên liệu. Độ ẩm cao sẽ cần nhiều năng lượng hơn để sấy, cùn độ cứng cao sẽ cần thêm năng lượng để đập và nghiền. Nếu cần phải sấy thì giải pháp sản xuất tốt là lắp thêm bộ gia nhiệt cho quá trình sấy.

Quá trình chuẩn bị nhiên liệu rắn cũng phụ thuộc vào độ ẩm của nhiên liệu. Giá định rằng chỉ có than là cần được sấy, nghiền và năng lượng cần cho quá trình sấy và nghiền của các nhiên liệu khác là không đáng kể hay không cần thiết. Tiếp cận phòng ngừa ở đây là sử dụng nhiệt thải từ hệ thống lò nung, làm nguội clinker để sấy than. Thực hành sản xuất tốt nhất sử dụng một máy nghiền trực đứng là 10 – 36 kWh/tấn than antraxít, 8 – 19 kWh/ tấn than non, 10 – 18 kWh/ tấn sản phẩm. Dựa vào các thông số trên, thực hành tốt công đoạn này tiêu thụ nhiên liệu rắn là 10 kWh/ tấn sản phẩm.

- Lò nung: Năng lượng sản xuất clinker có thể tách thành điện cho chạy máy, (bao gồm quạt, động cơ lò, làm nguội và vận chuyển nguyên liệu lên tháp gia nhiệt) và nhiên liệu cần để sấy, nung và clinker hoá nguyên liệu thô. Giá trị tiêu thụ điện năng tối ưu trong sản xuất clinker là khoảng 22,5 kWh/ tấn clinker, còn nhiên liệu sử dụng là dưới 750 kCal/kg clinker.

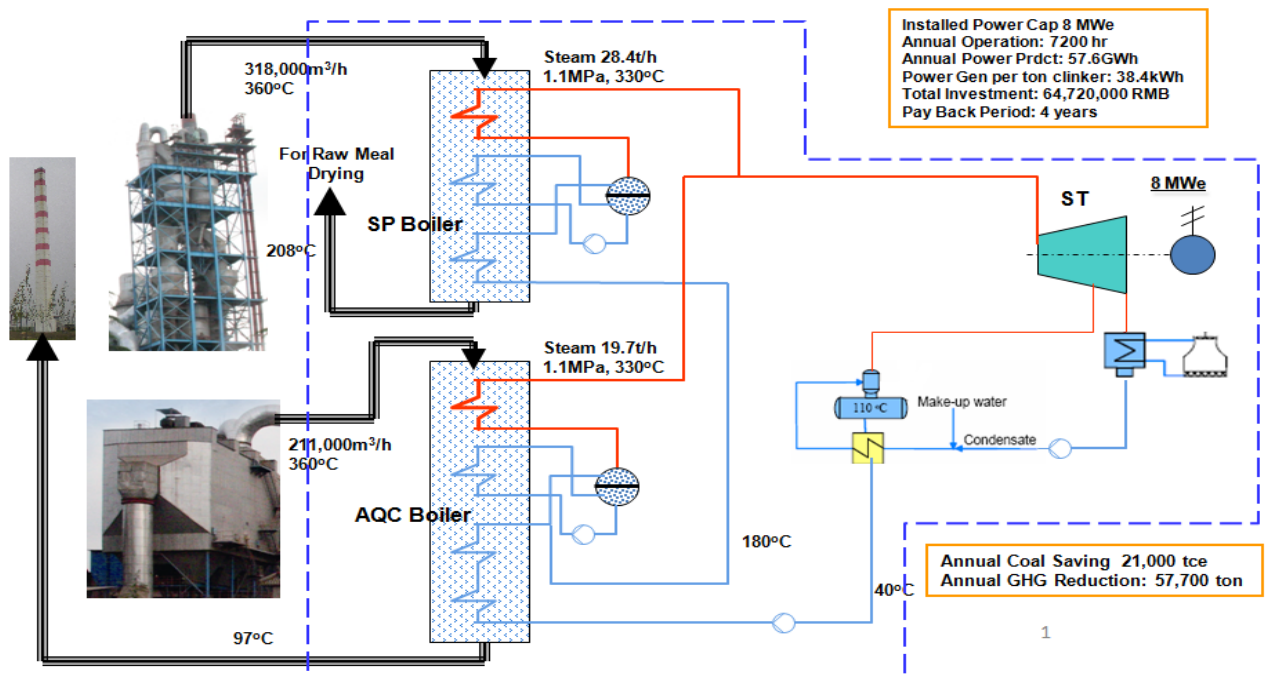
- Nghiền xi măng: Tiêu thụ năng lượng trong nghiền xi măng phụ thuộc vào loại xi măng được sản xuất, được đo bằng độ cứng và độ mịn Blaine (cm²/g). Điện tiêu thụ cho nghiền xi măng khoảng 16 kWh/ tấn với xi măng nghiền đến độ mịn 3200 cm²/g và xi măng có độ mịn 3500 cm²/g cao hơn khoảng 8% (17,3 kWh/ tấn); xi măng có độ mịn 4000 cm²/g cao hơn 20% so với xi măng 3200 cm²/g (19,2 kWh/ tấn) và xi măng 4200 cm²/g cao hơn 24% (19,8 kWh/ tấn).

- Các công đoạn phụ trợ và băng tải bên trong nhà máy: Tổng lượng điện sử dụng cho các công đoạn phụ trợ vào khoảng 10 kWh/ tấn clinker. Điện sử dụng cho băng tải khoảng 1 – 2 kWh/ tấn xi măng. Chiếu sáng, thiết bị văn phòng và các thiết bị điện khác sử dụng khoảng 1,2% lượng điện của nhà máy.

- Cải tạo Quạt và tối ưu hóa trong các lò nung: Điều chỉnh cửa vào của quạt lò sẽ làm giảm giảm tổn thất ma sát và tổn thất áp suất khi dòng khí đi qua đường ống dẫn và do đó sẽ tiết kiệm năng lượng. Tiết kiệm năng lượng từ giải pháp này tuy nhỏ nhưng có lợi do chi phí đầu tư không đáng kể.

Lợi ích: Giải pháp sẽ giúp tiết kiệm năng lượng và tăng tuổi thọ của lò. Nhà máy xi măng Chittor của Công ty Chittorgarh ở Ấn Độ đã cải tạo đường dẫn khí vào của quạt làm mát bằng cách tăng đường kính để giảm tổn thất ma sát và áp suất của dòng khí đi qua. Giải pháp đó tiết kiệm 0.048 kWh/t clinker (6 kW). Chi phí chỉ có 5,4 đồng/ tấn clinker). Ngoài ra làm tăng tuổi thọ của lò sẽ là một lợi ích về kinh tế lớn.

Thu hồi nhiệt thải để phát điện sử dụng cho sản xuất clinker: Nhiệt thải từ lò nung, hệ thống làm mát clinker sẽ được thu hồi sản xuất hơi để chạy tuabin phát điện. Thu hồi nhiệt thải (WHR) trong sản xuất xi măng để phát điện là một trong những biện pháp hiệu quả tiết kiệm năng lượng đó được áp dụng ở nhiều quốc gia. Ở Việt nam, tình trạng khan hiếm điện sẽ là một thách thức cho doanh nghiệp trong giảm tiêu thụ điện, đây là giải pháp có thể giải quyết được thách thức này. Tùy vào sự khác biệt của hệ thống nhiệt, có 3 công nghệ hiện có trên thị trường: áp suất đơn, áp suất kép với hơi gió nở, tua bin hơi 2 áp suất. Hình dưới đây là sơ đồ nguyên lý quá trình thu nhiệt thải để phát điện.



Hình 1.1: ST – tuabin hơi nước; make-up water: nước cấp bổ sung;

condensate: nước ngưng; SP boiler – nồi hơi đun lò; AQC boiler – nồi hơi nhiệt dư đầu lò

Nguyên lý của quá trình thu hồi nhiệt thải để sản xuất điện: Tùy thuộc vào công suất sản xuất mà tiềm năng thu hồi nhiệt thải phát điện đạt các công suất khác nhau. Bảng dưới đây cho biết một cách tương đối công suất phát điện tương ứng với công suất sản xuất xi măng trong trường hợp các nhà máy sản xuất xi măng ở mức toàn bộ công suất thiết kế.

Bảng 1: Công suất phát điện ước tính của dây chuyền sản xuất xi măng

Công suất SX xi măng(T/ngày)	2000	2500	4000	5000	10000
Công suất phát điện(MW)	4	4.5	8	9.5	18

Giải pháp này có thời gian hoàn vốn đầu tư ngắn, hiệu quả kinh tế và môi trường cao nên hiện nay được xếp ưu tiên trong các giải pháp hiệu quả năng lượng của

công nghiệp xi măng. Chi phí đầu tư cho một hệ thống như vậy ước tính từ 1,25 triệu USD/MW.

Lợi ích

- Dự án thu hồi nhiệt thải có thể cung cấp cho nhà máy xi măng 25 - 30% nhu cầu điện sản xuất.

- Dựa trên các trường hợp đó thực hiện, giải pháp này có thể tiết kiệm tới 22 kWh/tấn clinker. Công nghệ sản xuất xi măng hiện nay sử dụng nguồn năng lượng chính là than và điện. Đá vôi, đất sét sau khi đập, sấy và nghiền sơ bộ được chuyển vào lò nung clinker ở nhiệt độ 1.450°C, sau khi nung xong sẽ tiến hành làm nguội và đưa vào nghiền thành phẩm. Đây là hai công đoạn quan trọng nhất của quy trình sản xuất xi măng. Trong quá trình sản xuất, một lượng nhiệt khí thải và bụi khá lớn đó thải ra làm ô nhiễm môi trường, lãng phí năng lượng, lãng phí nguồn tài nguyên và giảm hiệu quả đầu tư.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong công nghiệp xi măng rất lớn. Các nghiên cứu trên thế giới chỉ ra ngành này có thể đạt tới 50%. Vấn đề tiết kiệm năng lượng của ngành xi măng nói chung và Việt Nam nói riêng hiện là vấn đề "nóng" tại các hội thảo về tiết kiệm năng lượng, nhưng vẫn chưa có quyết sách cũng như đường lối thực sự hiệu quả để giải quyết vấn đề này. Trong khi đó, các giải pháp TKNL trong ngành xi măng là rất khả thi.

Hệ thống lò nung clinker và hệ thống nghiền là 2 vị trí trọng yếu để tiết kiệm năng lượng trong sản xuất xi măng bằng lò quay, phương pháp khô kiểu mới, năng lượng tiêu hao trong quá trình này chiếm 97% tổng năng lượng cần dùng để sản xuất xi măng. Chính vì vậy, việc nâng cao tỷ lệ tận dụng năng lượng, hồi lưu nhiệt là vấn đề chính của việc tiết kiệm năng lượng và giảm ô nhiễm môi trường.

Giải pháp tiết kiệm năng lượng tại hệ thống lò nung: Hệ thống lò nung bao gồm hệ thống tháp trao đổi nhiệt, buồng phân hủy (calciner), lò quay, hệ thống làm nguội clinker và hệ thống vùi đốt, trong đó tiêu hao chủ yếu là tiêu hao về nhiên liệu và

điện. Tại hệ thống trao đổi nhiệt, gồm các cyclone là tận dụng một cách hiệu quả và triệt để nhiệt có trong dòng khí nóng đi ra khỏi calciner và lò quay để gia nhiệt bột liệu làm bột liệu nóng lên và một phần được phân hủy, sau đó đi vào buồng phân hủy calciner hoặc lò quay để tiếp tục gia nhiệt, phân giải và tạo khoáng, hoàn thành việc nung luyện clinker. Do đó, để có giải pháp tận dụng nhiệt triệt để, cần phải giảm tiêu hao nhiệt hệ thống và tuần hoàn vô ích, đồng thời giảm tổn thất áp suất, dẫn đến giảm tổn thất năng lượng hệ thống. Viện nghiên cứu xi măng Thiên tân (TCRDI - Trung quốc) đưa ra giải pháp kỹ thuật chế tạo cyclone có hiệu suất phân ly cao, trở lực nhỏ, hình thức kết cấu hợp lý với loại vỏ xoáy ốc 270 độ của ống cyclone. Buồng phân hủy, Calciner là hạt nhân của hệ thống trao đổi nhiệt, trong đó hoàn thành một loạt quá trình: đốt nhiên liệu, phân hủy chất cacbonat, làm chuyển động hai pha rắn và lỏng, trộn đều (phân tán) trao đổi nhiệt, chuyển chất..., đồng thời kèm theo thay đổi về nồng độ vật liệu, kích thước hạt cũng như thay đổi về lưu lượng, thành phần và trường nhiệt độ của khí. Khoảng 60% nhiên liệu dùng trong hệ thống nung đốt clinker xi măng được sử dụng trong Calciner, vì vậy Calciner có kết cấu hợp lý, tính năng ưu việt thì có thể thực hiện khả năng đốt cháy triệt để các loại nhiên liệu khác nhau.

Một số nghiên cứu đề xuất giải pháp tối ưu hoá kết cấu của Calciner, kéo dài thời gian cháy các nhiên liệu có đặc tính khác nhau, nâng cao tỷ lệ đốt triệt để, tránh trường hợp nhiên liệu chưa cháy hết, tiếp tục cháy trong tháp, làm tăng nhiệt độ khí thải. Giải pháp này sử dụng các biện pháp thích hợp, giảm lượng NOx tại đầu ra của calciner, từ đó giảm thiểu lượng khí thải NOx của toàn bộ dây chuyền. Nhiên liệu trong calciner cháy triệt để và vật liệu cũng được phân hủy triệt để, nhiệt độ đầu ra của hệ thống trao đổi nhiệt thấp xuống. Giải pháp này có thể thực hiện mục tiêu giảm thải và tiết kiệm năng lượng của hệ thống trao đổi nhiệt.

Tại hệ thống lò quay, nhiệt lượng cháy của nhiên liệu làm nâng nhiệt độ nguyên liệu, làm thành phần cacbonat canxi hoàn toàn bị phân huỷ thành oxit canxi sau đó cùng với các thành phần khác được nung luyện ở nhiệt độ 1400°C thiêu kết

thành clinker. Thông qua rất nhiều chứng minh thực tiễn, loại lò quay ngắn hai bộ đỡ có tỷ lệ chiều dài và đường kính $L/D < 12,5$ ngày càng thu hút được quan tâm vì yếu tố tiết kiệm nhiệt nung và năng suất riêng của lò khá cao.

Ưu điểm nổi trội của loại lò ngắn hai bộ đỡ là tiết kiệm năng lượng, tổn thất toả nhiệt chênh lệch so sánh với lò cùng quy cách vào khoảng 16.7 kJ (4kCal/kg clinker), ngoài ra cũng có hàng loạt ưu điểm về chi phí sản xuất thiết bị, chi phí xây dựng thấp. Ghi làm nguội (Cooler), công dụng của ghi làm nguội là sử dụng gió mát để làm nguội clinker có nhiệt độ cao xuống nhiệt độ thấp. Khi đó, gió nguội bị gia nhiệt nóng lên trở thành gió II. Gió II vào lò để đốt nhiên liệu, giảm nhiệt lượng thoát ra ngoài, từ đó giảm tổn thất năng lượng.

Ghi làm nguội trải qua thể hệ thứ I với thông gió trong buồng gió lớn, thể hệ thứ II với thông gió trong buồng gió nhỏ, thể hệ thứ III với dầm phụt khí cấp gió, đến thể hệ thứ IV với thông gió đơn nguyên theo hướng đứng. Ghi làm nguội khung liệu kiểu hành tiến thể hệ IV tránh được clinker lọt qua ghi rơi xuống tạo thành trở lực theo hướng đứng, có lợi cho việc thông gió đều đặn. Hiệu suất thu hồi nhiệt của ghi làm nguội thể hệ IV trên 74%, so với mức vận hành thực tế hiện nay của ghi thể hệ III là 68 ~ 70%, có thể tiết kiệm tiêu hao nhiệt 61.9 ~ 92,8kJ/kg (cứ nâng cao 1% hiệu suất thu hồi nhiệt thì có thể giảm tiêu hao nhiệt 15.5kJ/kg).

Hệ thống nghiền xi măng: Hiện nay, công nghệ nghiền xi măng phát triển theo xu hướng giảm tiêu hao năng lượng nghiền. Do tiêu hao năng lượng nghiền khá lớn, khoảng 60%, để sản xuất xi măng (bao gồm cả nghiền liệu và clanhke, phụ gia) và tập trung chủ yếu ở thiết bị nghiền bi. Thông thường có các giải pháp đó là sử dụng thiết bị phân ly hiệu suất cao, có khả năng làm nguội và kết hợp với cụm thiết bị thu hồi sản phẩm (việc lắp đặt thiết bị phân ly cho phép nâng công suất 10 - 25%). Sau khi tách các hạt mịn bằng máy phân ly, thì máy nghiền hoạt động hiệu quả hơn khi nghiền các hạt thô. Hiệu quả chủ yếu của các giải pháp này cho phép tăng năng suất nghiền, giảm tiêu hao điện năng, giảm tiêu hao vật nghiền và chi phí đầu tư thấp. Bổ

sung thiết bị nghiền sơ bộ, nhằm đảm bảo kích thước liệu đầu vào <3 mm (tối đa 5 mm).

Giải pháp này cho phép tăng năng suất nghiền (cho phép nâng công suất 15 – 25% với dải cỡ hạt chụm hơn), đồng thời làm tăng đáng kể độ mịn của sản phẩm, giảm tiêu hao năng lượng nghiền. Tuy nhiên, khi thiết kế thành hệ thống nghiền liên hợp, thì không những không tiết kiệm được điện năng, ngược lại do tăng thêm thiết bị nên còn làm tiêu tốn thêm điện năng. Nếu sử dụng cán ép với quy cách đủ lớn, thì nên thiết kế thành hệ thống nghiền liên hợp, tức tăng thêm thiết bị sơ tuyển hạt thô, nhằm tuyển bộ phận hạt mịn đi ra khỏi bộ phận máy cán ép đưa vào nghiền tiếp tục cho máy nghiền bi, nếu không thì lượng tuần hoàn sẽ quá nhiều, lượng hạt mịn qua máy cán ép quá nhiều, máy cán ép khó vận hành ổn định làm giảm hiệu quả. Nói chung, kinh nghiệm lựa chọn là nếu tiêu hao điện đơn vị của máy cán ép 6 kwh/t, thì sử dụng hệ thống nghiền trước tuần hoàn; Nếu tiêu hao điện đơn vị của máy cán ép 7kwh/t, thì sử dụng nghiền liên hợp. Thay thế máy nghiền bi bằng các thiết bị nghiền khác (nghiền đứng – con lăn, nghiền Horomill). Giải pháp này cho phép tăng năng suất nghiền, đồng thời làm tăng độ mịn của sản phẩm, giảm tiêu hao năng lượng nghiền.

1.1.2. Vai trò của quạt điện trong nhà máy gạch tuynel

1.1.2.1. Quy trình công nghệ nhà máy gạch tuynel

Với sự phát triển mau chóng của kinh tế thị trường, cơ sở hạ tầng được chú trọng đầu tư khiến nhu cầu vật liệu xây dựng vài năm gần đây tăng vọt. Chỉ nói riêng ngành gạch xây dựng, hàng loạt nhà máy gạch sử dụng công nghệ lò Tuynel ra đời. Đây là dạng lò nung dạng ống trụ hình chữ nhật đặt nằm. Đây là kiểu lò nung liên tục với buồng đốt cố định, gạch mộc được chất trên các xe goong và lần lượt di chuyển qua một buồng đốt cố định. Kiểu lò này được sử dụng phổ biến nhất ở các nước phát triển và hiện tại lò tuynel đó được tự động cao và được đánh giá thích hợp cho điều kiện sản xuất công nghiệp và quy mô lớn.