



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0028263

(51)⁷ C04B 7/43; C04B 7/44; F27D 99/00; (13) B
F27B 7/10; F27B 7/20; F27D 17/00;
C04B 7/00; F23N 5/00

(21) 1-2016-01127

(22) 30/06/2014

(86) PCT/JP2014/003457 30/06/2014

(87) WO 2015/045227 02/04/2015

(30) 2013-204005 30/09/2013 JP

(45) 25/05/2021 398

(43) 25/07/2016 340A

(73) MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION (JP)

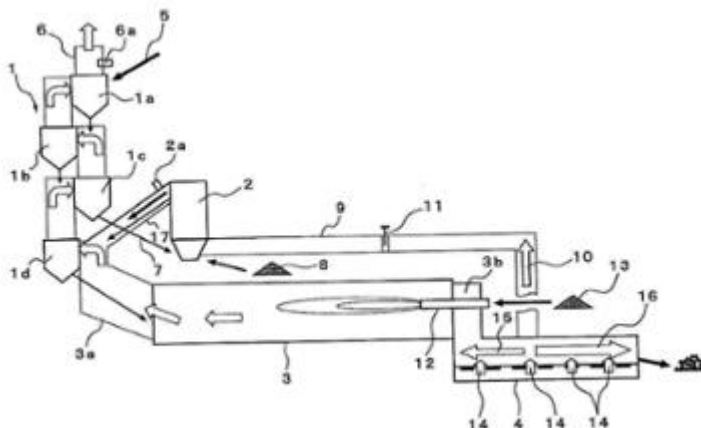
3-2, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8117 Japan

(72) KOMATSU, Takuya (JP); TAKAYAMA, Yoshinori (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT XI MĂNG

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng có thể tối ưu hóa đồng thời cả quá trình đốt trong lò nung và mức tiêu thụ nhiệt. Phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng này bao gồm các bước: cấp nhiên liệu thứ nhất vào lò nung; cấp nhiên liệu thứ hai vào lò nung xi măng cùng với không khí sơ cấp để đốt cháy để duy trì nhiệt độ đốt cháy ở bên trong, và đưa không khí làm nguội clinke xi măng vào thiết bị làm nguội; và cấp một phần không khí này làm không khí thứ cấp vào lò nung xi măng, cấp làm không khí thứ ba vào lò nung và xả phần còn lại của không khí này ra khỏi thiết bị làm nguội, trong đó mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ nhất ở đầu ra khí xả của lò nung và mức tiêu thụ nhiệt được xác định bởi nhiên liệu thứ nhất và nhiên liệu thứ hai và mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ hai ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt thu được từ trước và lượng không khí thứ cấp và không khí thứ ba được điều chỉnh sao cho cả nồng độ oxy thứ nhất và nồng độ oxy thứ hai nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị của các nồng độ oxy mà ở đó mức tiêu thụ nhiệt đạt mức tối thiểu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng bao gồm lò nung.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, dây chuyền sản xuất xi măng được biết có lò đốt bổ sung (sau đây được gọi là lò nung trong bản mô tả) được bố trí phía trước lò nung xi măng để đốt cháy nguyên liệu thô, sao cho một phần nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trong thiết bị gia nhiệt sơ bộ được gia nhiệt để thúc đẩy sự khử cacbon (để nung) và nhờ đó làm giảm tải đối với lò nung xi măng.

Ngoài ra, phương pháp vận hành được đề xuất, chẳng hạn, theo tài liệu sáng chế 1 dưới đây để đốt nhiên liệu một cách hiệu quả (than cám hoặc dạng tương tự) được đưa vào lò nung trong dây chuyền sản xuất xi măng trong đó lò nung kiểu này được bố trí.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2-22016

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo phương pháp thông thường để vận hành dây chuyền sản xuất xi măng nêu trên, khi lượng than cám và không khí để đốt được đưa vào lò nung vượt mức để tối ưu hóa quá trình đốt trong lò nung, mặc dù tỷ lệ phản ứng của nguyên liệu thô trong lò nung tăng lên, nhưng nhiệt cảm của khí xả được xả ra từ lò nung tăng lên, điều này làm tăng mức tiêu thụ nhiệt (lượng nhiệt cần thiết để tạo ra 1 kg xi) là tổng mức tiêu thụ nhiệt trong toàn bộ quá trình đốt và do vậy làm tăng chi phí sản xuất.

Sáng chế được đề xuất nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng có thể tối ưu hóa đồng thời cả quá trình đốt trong lò nung và mức tiêu thụ nhiệt.

Giải pháp kỹ thuật

Thông thường, trong dây chuyền sản xuất xi măng, nhiên liệu cần thiết để duy trì nhiệt độ đốt cháy trong lò của nguyên liệu thô được cấp qua buồng đốt chính của lò nung xi măng cùng với không khí để đốt cháy (không khí sơ cấp) và không khí làm nguội được cấp đến thiết bị làm nguội với lưu lượng xác định để làm nguội xi đã nung. Ngoài ra, một phần không khí làm không khí thứ cấp sẽ có nhiệt độ cao do trao đổi nhiệt với xi trong thiết bị làm nguội được cấp vào trong lò nung xi măng để hỗ trợ không khí để đốt, phần không khí khác được cấp đến lò nung làm không khí để đốt (không khí thứ ba) và phần còn lại của không khí được xả trực tiếp ra khỏi thiết bị làm nguội.

Theo đó, ví dụ, khi lưu lượng không khí để đốt được cấp vào lò nung tăng lên, lưu lượng khí xả từ thiết bị làm nguội sẽ giảm xuống. Ngoài ra, sự tăng lưu lượng không khí để đốt trong lò nung làm tăng lưu lượng khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ được xả ra từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ, dẫn đến mức tiêu thụ nhiệt cao. Ngược lại, khi lưu lượng không khí để đốt được cấp vào lò nung giảm đi, lưu lượng khí xả trực tiếp từ thiết bị làm nguội tăng lên và do đó, nhiệt ẩn của khí xả sẽ có nhiệt độ cao do sự trao đổi nhiệt với xi không được sử dụng mà bị loại bỏ, điều này sẽ gây ra mức tiêu thụ nhiệt kém hiệu quả tương tự.

Đối với các vấn đề nêu trên, các tác giả nhận thấy rằng do khi không khí làm nguội được cấp đến thiết bị làm nguội với lưu lượng xác định, nên các mức tăng hoặc giảm của khí xả từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ và khí xả từ thiết bị làm nguội có mối quan hệ cân bằng trong toàn bộ quá trình đốt cháy, mức tiêu thụ nhiệt có thể được tạo ra ở mức tối thiểu nếu lưu lượng không khí thứ ba được điều chỉnh sao cho tổng nhiệt cảm của các khí xả này đạt mức tối thiểu.

Tuy nhiên, trong quá trình vận hành thực tế dây chuyền sản xuất xi măng, khó mà phát hiện trực tiếp được lưu lượng của khí xả từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ và của khí xả từ thiết bị làm nguội.

Trong khi đó, thiết bị đo nồng độ oxy (oxygen-O₂) thường được bố trí ở đầu ra khí xả của lò nung để xác nhận trạng thái đốt trong lò nung.

Đối với các vấn đề nêu trên, các tác giả nhận thấy rằng mối liên quan giữa nồng độ O₂ trong khí xả từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt và mối liên quan giữa nồng độ O₂ trong khí xả từ lò nung và mức tiêu thụ nhiệt có thể thu được bằng cách tính toán sự cân đối vật liệu và mức tiêu thụ nhiệt trong toàn bộ quá trình đốt cháy theo sự mô phỏng quá trình ở đó từng thiết bị chẳng hạn như thiết bị gia nhiệt sơ bộ, lò nung, lò nung xi măng và thiết bị làm nguội trong dây chuyền sản xuất xi măng được phân chia thành các khối được gọi là các sự vận hành khối và phản ứng vĩ mô và sự trao đổi nhiệt trong từng thiết bị sẽ được mô tả.

Sáng chế đạt được trên cơ sở kiến thức nêu trên và sáng chế theo điểm 1 là phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng bao gồm thiết bị gia nhiệt sơ bộ để gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô, lò nung để nung ít nhất một phần nguyên liệu thô lấy ra từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ, lò nung xi măng để đốt cháy nguyên liệu thô đi qua thiết bị gia nhiệt sơ bộ và lò nung để thành clinke xi măng và thiết bị làm nguội để làm nguội clinke xi măng được xả ra từ lò nung xi măng, phương pháp này bao gồm các bước: cấp nhiên liệu thứ nhất với lượng cần thiết để nung nguyên liệu thô đã đưa vào lò nung; cấp một lượng nhiên liệu thứ hai cần thiết vào lò nung xi măng để duy trì nhiệt độ đốt cháy cùng với không khí sơ cấp để đốt cháy, và đưa một lượng không khí xác định vào thiết bị làm nguội để làm nguội clinke xi măng; và cấp một phần không khí này làm không khí thứ cấp vào lò nung xi măng để giúp đốt cháy nhiên liệu thứ hai, cấp phần không khí khác làm không khí thứ ba vào lò nung để đốt cháy nhiên liệu thứ nhất và xả phần còn lại của không khí ra khỏi thiết bị làm nguội, trong đó mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ nhất ở đầu ra khí xả của lò nung và mức tiêu thụ nhiệt được xác định bởi nhiên liệu thứ nhất và nhiên liệu thứ hai, và mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ hai ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt

thu được từ trước và các lưu lượng không khí thứ ba và khí xả từ thiết bị làm nguội được điều chỉnh sao cho cả nồng độ oxy thứ nhất và nồng độ oxy thứ hai nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị nồng độ oxy mà ở đó mức tiêu thụ nhiệt đạt mức tối thiểu.

Ngoài ra, sáng chế theo điểm 2 cũng là theo điểm 1, khác biệt ở chỗ một lượng nhiên liệu thứ nhất xác định được cấp vào lò nung và nhiên liệu thứ hai được điều chỉnh ở mức cấp cần thiết để duy trì nhiên liệu này ở nhiệt độ đốt cháy và được cấp vào lò nung xi măng.

Đáng chú ý là, theo sáng chế, mức tiêu thụ nhiệt là tổng cộng lượng nhiệt của than cám, cốc dầu mỏ và dạng tương tự được đưa vào lò nung xi măng và lò nung và cần thiết để tạo ra 1 kg xi. Cụ thể hơn là, sẽ thu được trên cơ sở tổng tích số của năng suất tỏa nhiệt trên đơn vị trọng lượng của nhiên liệu như than cám được đưa vào lò nung xi măng và số lượng đưa vào của nhiên liệu này và tích số của năng suất tỏa nhiệt trên đơn vị trọng lượng của nhiên liệu như than cám được đưa vào lò nung và số lượng đưa vào nhiên liệu này.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế được nêu trong điểm 1 hoặc điểm 2, mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ nhất ở đầu ra khí xả của lò nung và mức tiêu thụ nhiệt được xác định bởi nhiên liệu thứ nhất và nhiên liệu thứ hai, và mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ hai ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt nêu trên thu được từ trước và trong quá trình vận hành, nồng độ oxy thứ nhất và nồng độ oxy thứ hai này được xác định và lưu lượng không khí thứ ba được cấp vào lò nung từ thiết bị làm nguội và lưu lượng khí xả từ thiết bị làm nguội được điều chỉnh sao cho cả hai nồng độ này nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị nồng độ oxy mà ở đó mức tiêu thụ nhiệt đạt mức tối thiểu. Bằng cách điều chỉnh các thành phần được mô tả nêu trên, cả quá trình đốt trong lò nung và mức tiêu thụ nhiệt có thể được tối ưu hóa một cách đồng thời.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ kết cấu của dây chuyền sản xuất xi măng áp dụng một phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt thể hiện mô hình lõi không phản ứng được sử dụng theo sự mô phỏng của phương án nêu trên;

Fig.3 là đồ thị minh họa mối liên quan giữa nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra của lò nung và nhiệt cảm của khí xả thiết bị làm nguội;

Fig.4 là đồ thị minh họa mối liên quan giữa nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra lò nung và nhiệt cảm của khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ;

Fig.5 là đồ thị minh họa mối liên quan giữa nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra lò nung và mức tiêu thụ nhiệt; và

Fig.6 là đồ thị minh họa mối liên quan giữa nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước hết, sơ đồ bố trí kết cấu của dây chuyền sản xuất xi măng áp dụng một phương án của sáng chế sẽ được mô tả trên cơ sở Fig.1. Nhà máy xi măng theo sơ đồ bố trí kết cấu nêu trên bao gồm thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 để gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô, lò nung 2 nung ít nhất một phần nguyên liệu thô lấy ra từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1, lò nung xi măng 3 đốt cháy nguyên liệu thô đi qua thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 và lò nung 2 thành clinke xi măng và thiết bị làm nguội 4 làm nguội clinke xi măng được xả ra từ lò nung xi măng 3.

Ở đây, thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 có một số xyclon (trên hình vẽ là bốn giai đoạn) từ 1a đến 1d được liên kết theo phương thẳng đứng và là thiết bị gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô mà kích cỡ hạt và thành phần của nó được điều chỉnh trong quá trình chuẩn bị nguyên liệu thô và được cấp đến xyclon cao nhất 1a từ đường cấp 5 với khí ở nhiệt độ cao được xả ra từ lò nung xi măng 3, trong quá trình cấp Ngoài ra là vào các xyclon phía dưới từ 1b đến 1d. Một cách ngẫu nhiên, nguyên liệu thô được đưa vào xyclon cao nhất 1a ở nhiệt độ xấp xỉ 80°C đi đến xyclon dưới cùng 1d sẽ có nhiệt độ là 800°C hoặc cao hơn dẫn đến sự khử cacbon của đá vôi cũng như sự gia nhiệt sơ bộ.

Trong khi đó, trên đường khí xả 6 để khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ được xả ra từ xyclon cao nhất 1a, một quạt không được thể hiện trên hình vẽ được bố trí và khí

xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ được tạo kết cấu để được xả ra ngoài hệ thống nhờ sự hút của quạt. Khí xả thiết bị gia nhiệt sơ bộ được xả ra ngoài hệ thống sau khi sự trao đổi nhiệt của khí xả cháy được xả ra từ lò nung xi măng 3 và lò nung 2 và CO_2 được tạo ra nhờ sự khử cacbon của nguyên liệu thô với nguyên liệu thô giữa xyclon dưới cùng 1d và xyclon cao nhất 1a. Trên đường khí xả 6, thiết bị đo nồng độ O_2 6a xác định nồng độ O_2 (nồng độ O_2 thứ hai) trong khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ được bố trí. Nhiệt cảm của khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ này làm ảnh hưởng, dưới dạng tổn hao nhiệt, đến mức tiêu thụ nhiệt là lượng tiêu thụ nhiệt trong toàn hệ thống.

Ngoài ra, lò nung 2 lấy một phần nguyên liệu thô được gia nhiệt cho đến khi thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1c từ đường 7 thực hiện quá trình khử cacbon nhằm làm giảm tải nhiệt đối với lò nung xi măng 3. Lò nung 2 cấp nhiệt cho nguyên liệu thô, trong đó than cám dùng cho lò nung (nhiên liệu thứ nhất) 8 được đưa vào lò nung này, đốt cháy với không khí thứ ba ở nhiệt độ cao 10 được phục hồi nhờ thiết bị làm nguội 4 qua đường khí xả 9. Tiếp đó, nguyên liệu thô, than cám chưa cháy và khí xả được xả ra từ lò nung 2 được tạo kết cấu để đưa được vào xyclon dưới cùng 1d của thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 qua đường 17. Theo đường thích hợp 17, thiết bị đo nồng độ O_2 2a xác định nồng độ O_2 (nồng độ O_2 thứ nhất) trong khí xả từ lò nung 2 được bố trí. Ngoài ra, trên đường khí xả 9, van điều chỉnh lưu lượng 11 được bố trí để điều chỉnh lưu lượng không khí thứ ba 10.

Lò nung xi măng 3 nêu trên là thành phần dạng hình trụ được dẫn động và quay quanh đường tâm của nó, bên trong lò nung được tạo kết cấu để được duy trì nhiệt độ ở mức 1450°C cần thiết để đốt cháy nguyên liệu thô với khí đốt và bức xạ từ ngọn lửa nhờ nguyên liệu thô được đốt trong thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 và lò nung 2 được cấp vào phần đầu vào lò nung 3a và nhờ than cám (nhiên liệu thứ hai) 13 được cấp qua buồng đốt chính 12 được lắp trên phần đầu vào lò nung 3b cùng với không khí sơ cấp làm nhiên liệu. Tiếp đó, nguyên liệu thô được cấp vào lò nung xi măng 3 từ phần đầu vào lò nung 3a được gia nhiệt và hoàn thành quá trình khử cacbon nhờ sự trao đổi nhiệt trong lò nung xi măng 3 theo quy trình của nó đưa về phía phần đầu ra lò nung 3b với sự quay của lò nung xi măng 3 và được đốt cháy tiếp để tạo thành clinke xi măng.

Ngoài ra, trong lò nung xi măng 3, lượng than cám đưa vào nêu trên được điều chỉnh sao cho quá trình khử cacbon của nguyên liệu thô và phản ứng đốt cháy xi có thể được thực hiện theo nhiệt độ của nguyên liệu thô và mức độ khử cacbon ở đầu vào và lưu lượng không khí sơ cấp để đốt cháy và lưu lượng không khí thứ cấp giúp đốt cháy 15 được cấp từ thiết bị làm nguội 4 được điều chỉnh sao cho than cám thích hợp được đốt cháy hoàn toàn và nồng độ O_2 trong khí xả ở phần đầu vào lò nung 3a có giá trị định trước.

Ngoài ra, thiết bị làm nguội 4 được bố trí để làm nguội xỉ được xả ra từ lò nung xi măng 3 và trên phần đáy của nó, không khí làm nguội 14 để làm nguội nhanh xỉ được tạo kết cấu để cấp vào. một lượng không khí làm nguội 14 xác định được tạo kết cấu được cấp vào tương ứng với lượng xỉ được tạo ra. Tiếp đó, xỉ được làm nguội trong thiết bị làm nguội 4 được xả ra phải có nhiệt độ xấp xỉ $150^{\circ}C$ ở đầu ra thiết bị làm nguội.

Trong khi đó, không khí 14 được sử dụng để làm nguội trở nên có nhiệt độ cao do sự trao đổi nhiệt với xỉ. Một phần không khí này được cấp đến lò nung xi măng 3 làm không khí thứ cấp hỗ quá trình đốt cháy 15 trong lò nung xi măng 3, phần kia của không khí được cấp đến lò nung 2 làm không khí thứ ba 10 như nêu trên và phần còn lại của không khí 16 được xả ra ngoài nhờ quạt hút được bố trí trên đường khí xả không được thể hiện trên hình vẽ. Tương tự với khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ, nhiệt cảm của khí xả này từ thiết bị làm nguội 4 cũng làm ảnh hưởng, dưới dạng tổn hao nhiệt, đến mức tiêu thụ nhiệt.

Ngoài ra, trong dây chuyền sản xuất xi măng, mối liên quan giữa nồng độ O_2 thứ nhất được xác định nhờ thiết bị đo nồng độ O_2 2a ở đầu ra khí xả của lò nung 2 và mức tiêu thụ nhiệt được xác định bởi lượng cấp than cám 8, 13 và mối liên quan giữa nồng độ O_2 thứ hai được xác định bởi thiết bị đo nồng độ O_2 6a ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 và mức tiêu thụ nhiệt nêu trên thu được trước bởi việc phân tích sự mô phỏng quy trình, sẽ được đề cập sau.

Tiếp đó, tốc độ quay của quạt, được bố trí trên đường khí xả, nêu trên từ thiết bị làm nguội 4 và độ mở của van điều chỉnh lưu lượng 11 được lắp trên đường khí xả 9

được điều chỉnh sao cho cả nồng độ O_2 thứ nhất và thứ hai đều nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị của các nồng độ O_2 mà ở đó mức tiêu thụ nhiệt đạt mức tối thiểu. Theo kết cấu này, lượng không khí thứ ba 10 được cấp từ thiết bị làm nguội 4 đến lò nung 2 và khí xả 16 được xả trực tiếp ra từ thiết bị làm nguội 4 được điều chỉnh.

Ở đây, sự mô phỏng quá trình nêu trên được thực hiện bởi các tác giả và cả những vấn đề khác sẽ được mô tả một cách cụ thể. Theo sự mô phỏng quá trình, mỗi bộ phận được phân chia thành các khối, mỗi khối được gọi là sự vận hành khối. Ví dụ, xyclon được đóng vai trò là thiết bị tách, thiết bị trao đổi nhiệt, lò phản ứng và thiết bị tương tự. Tiếp đó, các thiết bị được bố trí theo sơ đồ, các dòng (dòng chảy) chất rắn (các loại bột) và các chất khí được đầu nối với nhau và giải pháp đạt được nhờ các tính toán lặp đi lặp lại cho đến khi đạt được sự hội tụ cuối cùng của chúng. Đáng chú ý là, sự mô phỏng quá trình này được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm Aspen Plus v7.2 của Aspen Tech Corporation, đây là phần mềm mô phỏng quá trình với mục đích tổng quát.

Ngoài ra, đối với sự mô phỏng quá trình này, các mô hình lưu lượng phản ứng được đưa vào lò nung 2 và xyclon dưới cùng 1d trong đó quá trình khử cacbon của nguyên liệu thô xi măng và quá trình cháy than cám 8 xảy ra. Ngoài ra, mô hình lõi không phản ứng được chấp nhận như là mô hình phản ứng đối với nguyên liệu thô. Như được thể hiện trên Fig.2, mô hình lõi không phản ứng là mô hình trong đó phần không phản ứng (lõi không phản ứng) hiện diện trong hạt và lớp sản phẩm phản ứng được tạo ra ở bên ngoài. Vì tốc độ phản ứng biến đổi phụ thuộc vào đường kính lõi không phản ứng, có thể thực hiện việc tính toán trong đó có xem xét đến sự biến đổi về tốc độ phản ứng tùy thuộc vào tỷ lệ phản ứng.

Nguyên liệu được tạo ra phải có thành phần mà trong đó xỉ dùng cho xi măng poc lan có thể được sản xuất theo cách thông thường. Ngoài ra, $CaCO_3$ có chứa trong nguyên liệu thô được làm biến đổi thành CaO nhờ quá trình khử cacbon. Giả thiết rằng, trong phản ứng khử cacbon, phản ứng xảy ra trên bề mặt của $CaCO_3$ không phản ứng và phạm vi phản ứng tỷ lệ với diện tích bề mặt, mô hình hạt đã được thông qua.

Theo tính toán này, lấy ảnh hưởng của hiện tượng khuếch tán CO₂ trong màng đường bao khí để xem xét, đã thu được áp suất riêng phần cân bằng $P_{CO_2_{eq}}$ của CO₂ ở nhiệt độ định trước và sự hiệu chỉnh đã được thực hiện bằng cách sử dụng tỷ lệ của nó so với áp suất riêng phần CO₂ trong tính toán này. Như được chỉ ra trong biểu thức dưới đây, lượng phản ứng được tính toán trên cơ sở tích số của hệ số tốc độ phản ứng và thời gian duy trì. Đáng chú ý là, đối với sự phụ thuộc nhiệt độ của áp suất riêng phần cân bằng, các phép đo thực tế sử dụng phép phân tích nhiệt lượng hoặc dạng tương tự và/hoặc các giá trị, chẳng hạn, trong tài liệu ("Thermodynamic evaluation and optimization of (Ca+C+O+S) system" D. Lindberg và P. Chartrand, J. V Thermo., 41, 2009) hoặc tương tự có thể được sử dụng.

Biểu thức 1

$$k = A \cdot \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) \cdot (1-X)^{2/3} \cdot \left(1 - \frac{P_{CO_2}}{P_{CO_2_{eq}}}\right)$$

Trong biểu thức 1:

k: Tốc độ phản ứng [1/giây]

A: $2,2 \times 10^8$ [1/giây]

E: $2,0 \times 10^5$ [J/mol]

R: Hằng số chất khí 8,314

T: Nhiệt độ [K]

X: Tỷ lệ khử cacbon (trên cơ sở khối lượng)

P_{CO_2} : Áp suất riêng phần CO₂ theo tính toán

$P_{CO_2_{eq}}$: Áp suất riêng phần cân bằng của CO₂ ở nhiệt độ định trước.

Ngoài ra, thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 có các xyclon từ 1a đến 1d được liên kết theo phương thẳng đứng và sẽ gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô với khí đốt được xả ra từ lò nung xi măng 2 ở nhiệt độ cao. Như vậy, nguyên liệu thô đã được đưa vào xyclon cao nhất 1a ở nhiệt độ xấp xỉ 80°C khi đến xyclon dưới cùng 1d sẽ có nhiệt độ là 800°C hoặc cao hơn, dẫn đến quá trình khử cacbon của CaCO₃ cũng như việc gia nhiệt sơ bộ.

Hơn nữa, trong lò nung 2, đã được tạo kết cấu để một lượng cụ thể nguyên liệu thô và một lượng than cám xác định tương ứng được cấp vào lò nung này và lưu lượng không khí thứ ba đốt cháy 10 được điều chỉnh. Ngoài ra, người ta đã tạo kết cấu để quá trình khử cacbon trong lò nung 2 xảy ra như nêu trên và than cám được đốt cháy có tham chiếu đến tài liệu ("A random pore model for fluid-solid reactions: I. Isothermal, kinetic control", S. K. Bhatia, D. Perlmutter, AIChE Journal vol26, 3 1980) và ("Modeling of coal gasification reaction: Reaction rate and morphological model of coal char gasification", Shiroh Kajitani, Report of Central Research Institute of Electric Power Industry, 2003).

Ngoài ra, trong lò nung xi măng 3, người ta đã tạo kết cấu để lượng than cám đưa vào được điều chỉnh sao cho nguyên liệu thô biến thành xỉ ở nhiệt độ 1450°C (nhiệt độ vùng đốt cháy), lưu lượng không khí thứ cấp 15 để giúp quá trình đốt cháy được xác định sao cho nồng độ oxy trong khí xả ở phần đầu vào lò nung 3a là 2% khi than cám được đốt cháy và được xả ra từ lò nung xi măng 3 dưới dạng khí xả. Một cách ngẫu nhiên, giá trị nhiệt 1450°C là giá trị mà ở đó phản ứng đốt cháy xỉ thường xảy ra và giá trị 2% oxy trong khí xả là giá trị mục tiêu thông thường trong vận hành dây chuyền sản xuất xi măng theo kiểu mà trong đó lò nung xi măng 3 và lò nung 2 được tách riêng.

Ngoài ra, bên trong lò nung xi măng 3, lượng nhiệt mà nguyên liệu thô tiếp nhận từ khí đốt khi đốt đến nhiệt độ 1450°C với sự bức xạ từ ngọn lửa của buồng đốt chính 12 và sự trao đổi nhiệt với khí đốt được chỉ ra theo biểu thức sau đây.

Biểu thức 2

$$Q = \alpha \times Q_{\text{combustion_air}}$$

α : Tỷ lệ lượng nhiệt mà nguyên liệu thô tiếp nhận từ khí đốt

$Q_{\text{combustion_air}}$: Nhiệt cảm của khí đốt [kcal/giờ]

Người ta đã tạo kết cấu để có $\alpha = 0,4$ theo phương án này.

Ngoài ra, sự trao đổi nhiệt giữa xỉ và không khí làm nguội 14 trong thiết bị làm nguội 4 được tính toán dưới dạng xỉ là lớp cố định và dòng khí là dạng dòng ngang.

Hệ số truyền nhiệt bắt nguồn từ biểu thức ranz-marshall. Lượng truyền nhiệt Q được tính toán bằng cách thu lượng truyền nhiệt q giữa các hạt và chất lưu trên một đơn vị thể tích của lớp cố định có tham chiếu đến tài liệu ("Process kiln", Association of Powder Process Industry và Engineering, JAPAN, Nikkan Kogyo Shimbun Ltd., 1985) và bằng cách tính toán tích số của nó với thể tích V của các hạt và hệ số hiệu chỉnh F đối với sự trao đổi nhiệt dòng ngang thu được có tham chiếu đến tài liệu ("Mean temperature difference và temperature efficiency for shell and tube heat exchangers connected in series with two tube passes per shell pass", Dodd, R., IChemE, vol.58, 1980). Đường kính hạt của xỉ được tạo ra là 20mm và chiều dày lớp của xỉ đọng lại trong thiết bị làm nguội được cấu tạo tương thích với chiều dày trên máy thực tế.

Biểu thức 3

$$Q=q \cdot F \cdot V = h \cdot a \cdot \Delta T \cdot F \cdot V$$

Trong đó:

Q : Lượng truyền nhiệt [J/giây]

q : Lượng truyền nhiệt trên một đơn vị thể tích [J/m^3 giây]

F : Hệ số hiệu chỉnh

V : Thể tích các hạt [m^3]

h : Hệ số truyền nhiệt [J/m^2 giây.K]

a : Diện tích bề mặt riêng của các hạt [$1/m$]

Ngoài ra, trong vận hành thực tế, việc điều khiển sự đốt cháy than cám 8 được thực hiện trên cơ sở nồng độ O_2 trong khí xả từ lò nung 2. Vì vậy, việc tính toán trong trường hợp mà lưu lượng không khí thứ ba 10 được điều chỉnh sao cho nồng độ O_2 trong khí xả của lò nung 2 nằm trong khoảng từ 1,5% đến 5% theo sự vận hành thực tế được thực hiện.

Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.3, vì lưu lượng không khí thứ ba 10 được phục hồi khi không khí để đốt của lò nung 2 tăng lên trong thiết bị làm nguội 4, lưu

lượng khí xả từ thiết bị làm nguội 4 giảm xuống và nhiệt độ giảm xuống sẽ làm giảm nhiệt cảm của khí xả.

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.4, khi lưu lượng không khí thứ ba 10 vào lò nung 2 được tăng lên, nhiệt cảm đi ra từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ tăng lên do sự tăng của nhiệt độ khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ gây ra bởi sự tăng của nhiệt độ khí xả ở đầu ra của xyclon dưới cùng 1d và thêm vào đó là do sự tăng lưu lượng không khí để đốt cháy.

Fig.5 minh họa sự biến đổi của mức tiêu thụ nhiệt trong trường hợp mà lưu lượng không khí thứ ba 10 được điều chỉnh sao cho nồng độ O_2 trong khí xả của lò nung 2 nằm trong khoảng từ 1,5% đến 5%. Ngoài ra, nồng độ O_2 trong khí xả từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 bị ảnh hưởng không chỉ bởi nồng độ O_2 trong khí xả được xả ra từ lò nung 2 mà cả bởi nồng độ O_2 trong khí xả từ lò nung xi măng 3. Fig.6 minh họa sự biến đổi của nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra của thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1 và mức tiêu thụ nhiệt.

Đáng chú ý là, theo sự mô phỏng này, mối liên quan giữa nồng độ O_2 nêu trên và mức tiêu thụ nhiệt được phân tích đối với từng dạng trong ba dạng tỷ lệ nhiên liệu. Ở đây, tỷ lệ nhiên liệu = (lượng nhiệt của nhiên liệu được đưa vào lò nung 2)/(lượng nhiệt của nhiên liệu được đưa vào lò nung xi măng 3 + lượng nhiệt của nhiên liệu được đưa vào lò nung 2).

Từ Fig.5 và Fig.6, trong trường hợp bất kỳ của các tỷ lệ nhiên liệu này, rõ ràng rằng, khi lưu lượng không khí để đốt (không khí thứ ba 10) trong lò nung 2 được tăng lên, mức tiêu thụ nhiệt không trở nên xấu đi một cách đều đều mà đạt được điểm tối ưu. Sở dĩ như vậy là do việc tăng không khí để đốt (không khí thứ ba 10) vào lò nung 2 nhằm làm cho quá trình cháy ở lò nung 2 sẽ giảm bớt nhiệt cảm đi ra theo khí xả 16 từ thiết bị làm nguội 4 tốt hơn, và thêm vào đó, làm tăng thêm nhiệt cảm đi ra do có sự tăng nhiệt độ khí xả và sự tăng của lưu lượng từ thiết bị gia nhiệt sơ bộ 1.

Do đó, các mối liên quan được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6 thu được trước và trong quá trình vận hành, các nồng độ oxy thứ nhất và thứ hai được xác định và quạt hút và van điều chỉnh lưu lượng 11 được lắp trên đường khí xả từ thiết bị làm nguội 4

được điều chỉnh sao cho cả các nồng độ này nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị của các nồng độ oxy mà mức tiêu thụ nhiệt nêu trên đạt mức tối thiểu, để điều chỉnh lưu lượng không khí thứ ba được cấp vào lò nung và lưu lượng khí xả 16 từ thiết bị làm nguội 4. Bằng sự điều chỉnh được mô tả trên, cả sự đốt cháy ở lò nung 2 và mức tiêu thụ nhiệt có thể được tối ưu hóa một cách đồng thời. Đáng chú ý là, mong muốn sao cho nồng độ O_2 trong khí xả ở đầu ra lò nung được điều chỉnh nằm trong khoảng xấp xỉ từ 2% đến 4% và nồng độ O_2 trong khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ được điều chỉnh nằm trong khoảng xấp xỉ từ 0,5% đến 2%.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp.

Theo sáng chế, phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng được đề xuất có thể tối ưu hóa cả quá trình đốt cháy ở lò nung và mức tiêu thụ nhiệt một cách đồng thời.

Danh sách ký hiệu chỉ dẫn

- 1 Thiết bị gia nhiệt sơ bộ
- 2 Lò nung
- 2a, 6a Thiết bị đo nồng độ O_2
- 3 Lò nung xi măng
- 4 Thiết bị làm nguội
- 8 Than cám (nhiên liệu thứ nhất)
- 10 Không khí thứ ba
- 11 Van điều chỉnh lưu lượng
- 13 Than cám (nhiên liệu thứ hai)
- 15 Không khí thứ cấp
- 16 Khí xả

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng mà bao gồm thiết bị gia nhiệt sơ bộ để gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô, lò nung để nung ít nhất một phần nguyên liệu thô được lấy ra khỏi thiết bị gia nhiệt sơ bộ, lò nung xi măng để đốt cháy nguyên liệu thô đã đi qua thiết bị gia nhiệt sơ bộ và lò nung thành clinke xi măng, và thiết bị làm nguội dùng để làm nguội clinke xi măng được xả ra từ lò nung xi măng, phương pháp này bao gồm các bước:

cấp một lượng nhiên liệu thứ nhất cần thiết để nung nguyên liệu thô được đưa vào lò nung;

cấp một lượng nhiên liệu thứ hai cần thiết vào lò nung xi măng, cùng với không khí sơ cấp để đốt cháy, để duy trì nhiệt độ đốt cháy ở bên trong lò nung xi măng, và đưa một lượng không khí xác định vào thiết bị làm nguội để làm nguội clinke xi măng; và

cấp một phần không khí làm không khí thứ cấp vào lò nung xi măng để giúp đốt cháy nhiên liệu thứ hai, cấp một phần không khí khác làm không khí thứ ba vào lò nung để đốt cháy nhiên liệu thứ nhất, và xả phần không khí còn lại ra khỏi thiết bị làm nguội, trong đó:

mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ nhất ở đầu ra khí xả của lò nung và mức tiêu thụ nhiệt được xác định bởi nhiên liệu thứ nhất và nhiên liệu thứ hai, và mối liên quan giữa nồng độ oxy thứ hai ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ và mức tiêu thụ nhiệt được thu và được tính toán từ trước, nồng độ oxy thứ nhất ở đầu ra khí xả của lò nung được đo trước nồng độ oxy thứ hai ở đầu ra khí xả của thiết bị gia nhiệt sơ bộ, và

lưu lượng của không khí thứ ba và khí xả từ thiết bị làm nguội được điều chỉnh sao cho cả nồng độ oxy thứ nhất và nồng độ oxy thứ hai nằm trong phạm vi bao gồm các giá trị nồng độ oxy mà ở đó mức tiêu thụ nhiệt đạt mức tối thiểu, nhờ đó cả quá trình đốt cháy ở lò nung và mức tiêu thụ nhiệt được tối ưu đồng thời.

2. Phương pháp vận hành dây chuyền sản xuất xi măng theo điểm 1, trong đó nhiên liệu thứ nhất được cấp vào lò nung với lượng cấp cụ thể và nhiên liệu thứ hai được điều chỉnh ở mức cấp cần thiết để duy trì nhiên liệu này đạt nhiệt độ đốt cháy và được cấp vào lò nung xi măng.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nồng độ oxy trong khí xả ở đầu ra lò nung được điều chỉnh nằm trong khoảng xấp xỉ từ 2% đến 4%, và nồng độ oxy trong thiết bị gia nhiệt sơ bộ khí xả được điều chỉnh nằm trong khoảng xấp xỉ từ 0,5% đến 2%.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phép đo nồng độ oxy trong đầu ra khí xả của lò nung được thực hiện trước khi khí xả của lò nung được trộn với khí xả của lò nung xi măng.

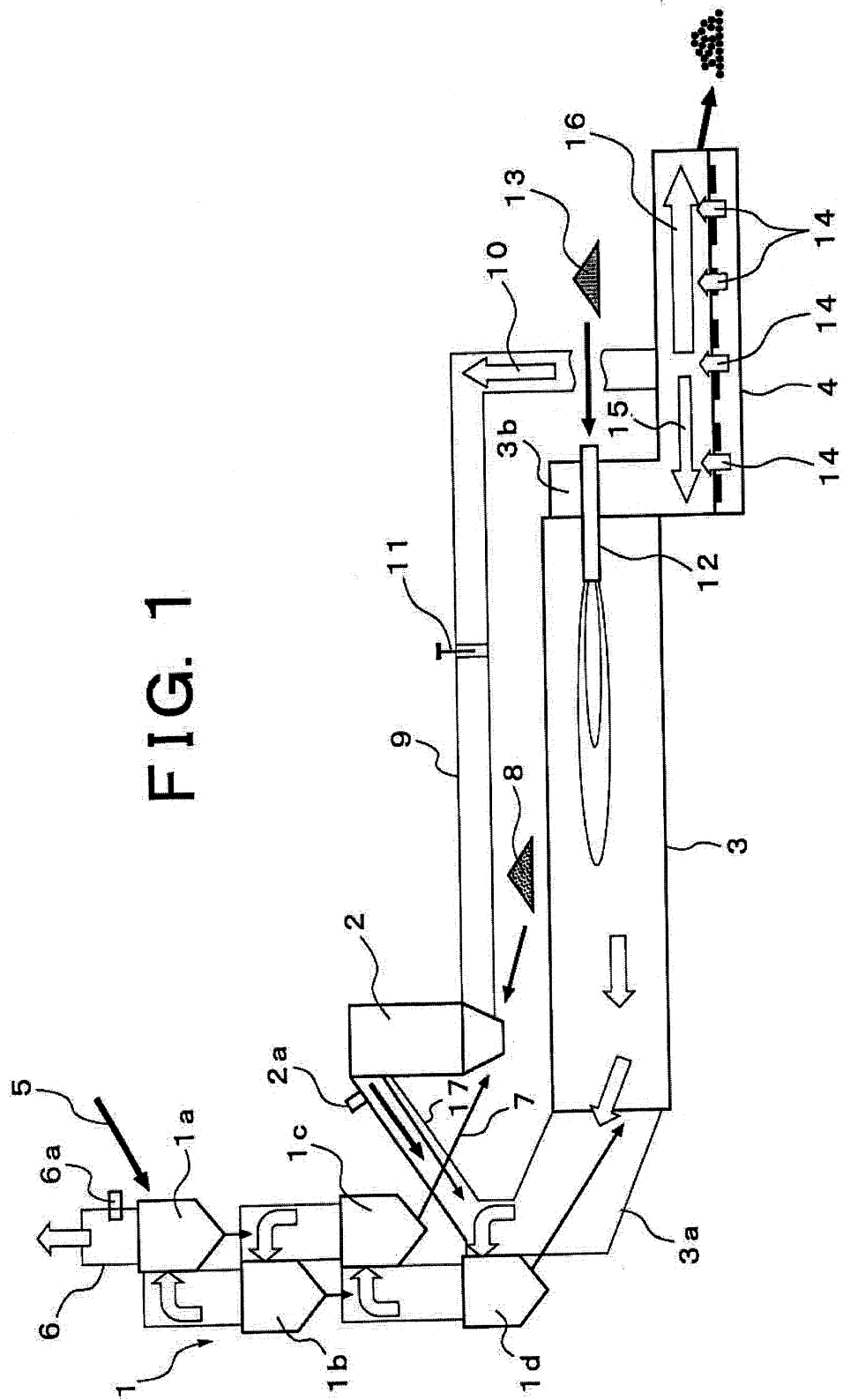


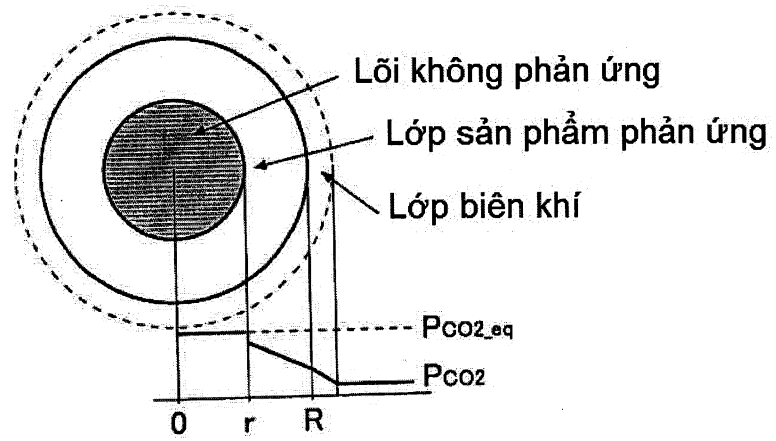
FIG. 2

FIG. 3

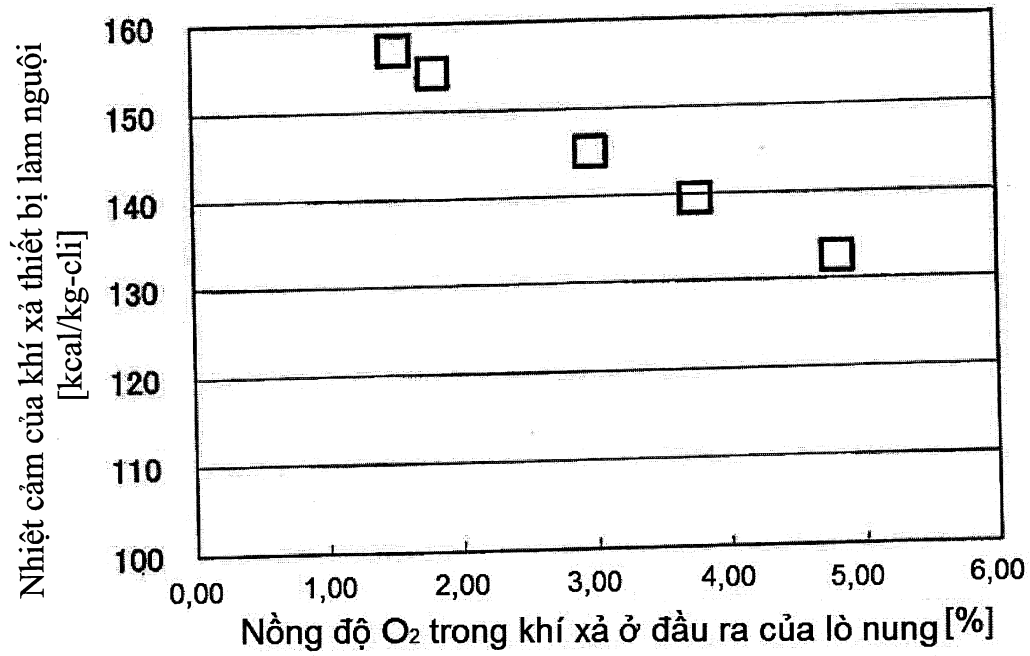


FIG. 4

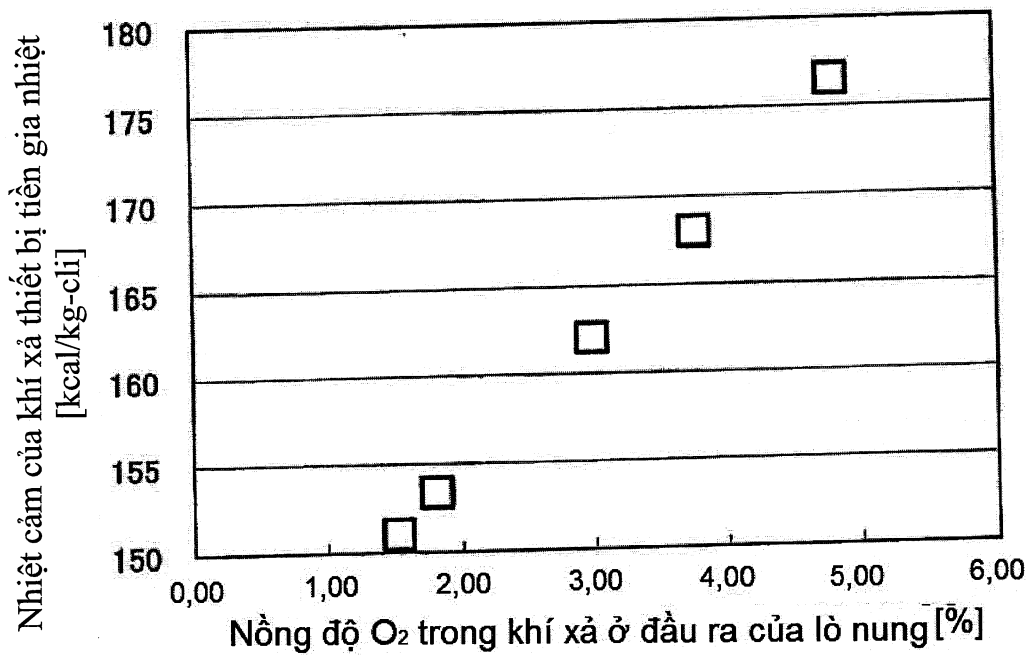


FIG. 5

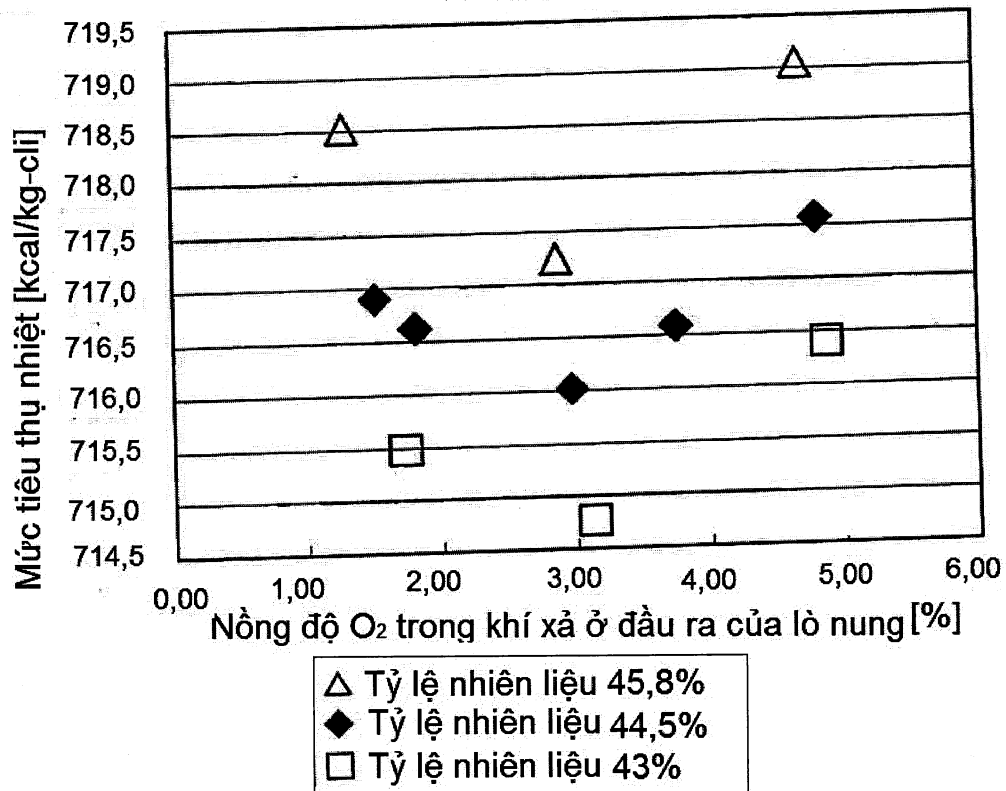


FIG. 6

