



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

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

(11)



1-0026338

(51)⁷ C21B 13/00; F27D 3/18; F27B 3/22; (13) B
C21C 7/00; F27B 3/02

(21) 1-2013-01598

(22) 09/02/2012

(86) PCT/AU2012/000125 09/02/2012

(87) WO2012/106769 16/08/2012

(30) 2011900420 09/02/2011 AU

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/11/2013 308A

(73) TATA STEEL LIMITED (IN)

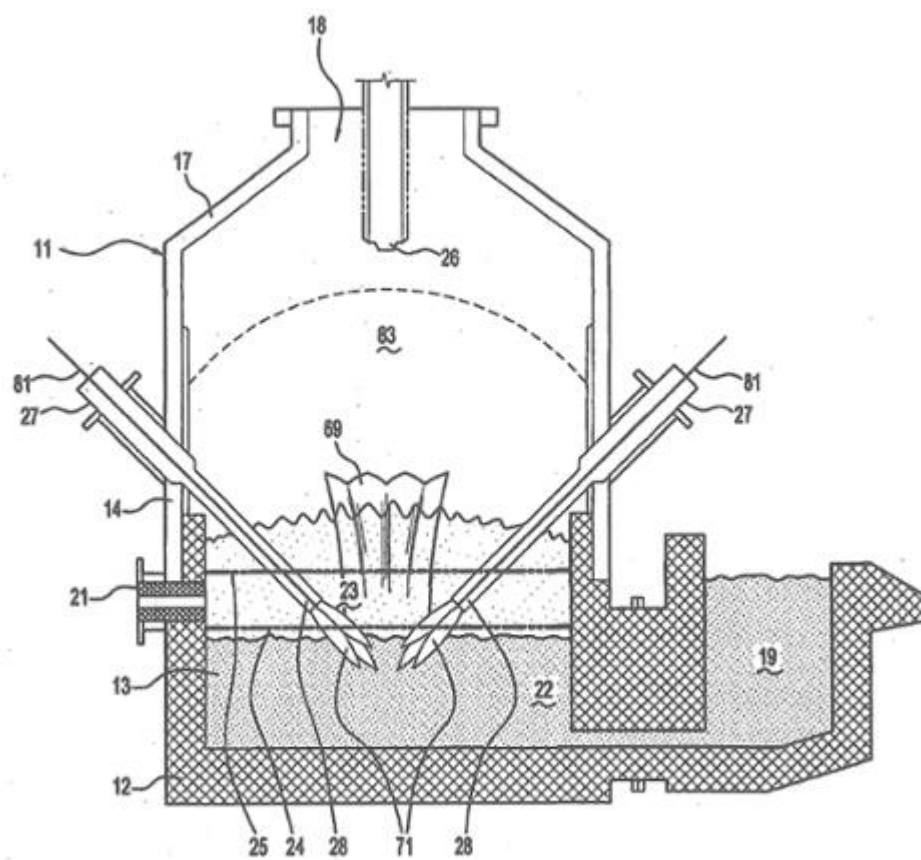
Bombay House, 24 Homi Mody Street, Fort, Mumbai 400 001, India

(72) DRY, Rodney James (AU).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP NẤU CHẢY TRỰC TIẾP NGUYÊN LIỆU CHỨA KIM LOẠI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại và sản xuất kim loại nóng chảy dựa vào dung dịch nóng chảy trong bể nấu chảy trực tiếp chứa dung dịch nóng chảy có lớp kim loại sâu ít nhất là 900 mm. Phương pháp này bao gồm bước chọn các thông số vận hành của phương pháp này sao cho nguyên liệu nạp (nguyên liệu dạng rắn và khí mang) được phun từ bên trên lớp kim loại vào trong lớp kim loại qua ít nhất một vòi phun chất rắn với động lượng đủ để xuyên qua độ sâu ít nhất là 100 mm bên dưới bề mặt tĩnh danh định của lớp kim loại để làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp để nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại dựa vào dung dịch nóng chảy. Cụ thể, sáng chế đề cập tới và các thông số cần thiết để phun nguyên liệu dạng rắn vào trong dung dịch nóng chảy trong phương pháp nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại dựa vào dung dịch nóng chảy của sáng chế.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một phương pháp nấu chảy trực tiếp đã biết dùng cho nguyên liệu chứa kim loại, phương pháp này chủ yếu dựa vào dung dịch nóng chảy làm môi trường nấu chảy, và thường được gọi là phương pháp nấu chảy HI, được mô tả trong đơn quốc tế số PCT/AU96/00197 (WO 96/31627) của chủ đơn này.

Phương pháp nấu chảy HI như được mô tả trong đơn quốc tế này là trong hoàn cảnh nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại dưới dạng sắt oxit và sản xuất sắt nóng chảy bao gồm các bước:

(a) tạo ra dung dịch nóng chảy của sắt nóng chảy và xỉ trong bể nấu chảy trực tiếp;

(b) phun vào dung dịch nóng chảy này: (i) nguyên liệu chứa kim loại, thường là các sắt oxit; và (ii) nguyên liệu cacbon dạng rắn, thường là than đá, có tác dụng làm chất hoàn nguyên của các sắt oxit và làm nguồn năng lượng; và

(c) nấu chảy nguyên liệu chứa kim loại thành sắt trong dung dịch nóng chảy.

Thuật ngữ "nấu chảy" ở đây được hiểu là xử lý bằng nhiệt, trong đó phản ứng hóa học để khử các kim loại oxit xảy ra để tạo ra kim loại nóng chảy.

Phương pháp nấu chảy HI còn bao gồm bước đốt sau các chất khí phản ứng, như CO và H₂ được giải phóng từ dung dịch nóng chảy này, trong khoảng không phía trên dung dịch nóng chảy có khí chứa oxy, thường là không khí, và truyền nhiệt sinh ra do đốt sau tới dung dịch nóng chảy để góp phần cho năng lượng nhiệt cần để nấu chảy các nguyên liệu chứa kim loại.

Phương pháp nấu chảy HI còn bao gồm bước tạo ra vùng chuyển tiếp bên trên bề mặt tinh danh định của dung dịch nóng chảy trong đó có khối có ích của các giọt nhỏ hoặc các vảy tung lên hoặc các dòng của kim loại nóng chảy và/hoặc xỉ đi lên và sau đó đi xuống tạo ra môi trường hữu hiệu để truyền tới dung dịch nóng chảy này năng lượng nhiệt sinh ra do việc đốt sau các chất khí phản ứng bên trên dung dịch nóng chảy.

Trong phương pháp nấu chảy HI nguyên liệu chứa kim loại và nguyên liệu cacbon rắn được phun vào trong dung dịch nóng chảy qua nhiều vòi phun chất rắn (đôi khi được gọi là “các ống bể”) mà được làm nghiêng so với chiều thẳng đứng để kéo dài hướng xuống và hướng vào bên trong qua thành bên của bể nấu chảy trực tiếp và vào trong vùng dưới của bể này để phân phối ít nhất một phần các nguyên liệu rắn vào trong lớp kim loại nóng chảy ở đáy của bể này. Để tăng cường mức độ đốt sau của các chất khí phản ứng ở phần trên của bể này, luồng không khí nóng, có thể được làm giàu bằng oxy, được phun vào trong vùng trên của bể này qua vòi phun không khí nóng kéo dài xuống dưới. Các chất khí thải thu được từ việc đốt sau của các chất khí phản ứng trong bể này được đưa ra khỏi vùng trên của bể qua ống dẫn khí thải. Bể này bao gồm các tấm làm mát bằng nước có lớp chịu nhiệt trong thành bên và mái của bể, và nước được tuần hoàn liên tục qua các tấm trong mạch liên tục.

Phương pháp nấu chảy HI cho phép số lượng lớn sắt nóng chảy được sản xuất bởi việc nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại trong dung dịch nóng chảy. Để cho phép sản xuất ở các mức lớn như vậy, số lượng lớn của cả nguyên liệu chứa kim loại lẫn nguyên liệu cacbon phải được cấp vào bể này.

Phần mô tả bên trên không được coi là sự thừa nhận về kiến thức chung ở Australia hoặc ở một nơi khác.

Patent Mỹ số 6,989,042 cấp cho chủ đơn này bộc lộ các thông số để phun nguyên liệu nạp (nguyên liệu dạng rắn và khí mang) vào trong dung dịch nóng chảy qua các vòi phun chất rắn trong phương pháp nấu chảy HI. Các thông số này bao gồm tốc độ phun, đường kính vòi phun, hướng của vòi phun, và dòng khí bề mặt từ lớp kim loại như là kết quả của việc phun chất rắn.

Cụ thể là, điểm 1 của patent Mỹ này xác định các bước của phương pháp nấu chảy trực tiếp để sản xuất các kim loại bao gồm cả các hợp kim kim loại từ nguyên liệu chứa sắt, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) tạo ra dung dịch của sắt nóng chảy và xỉ nóng chảy trong bể luyện kim;

(b) phun nguyên liệu nạp là nguyên liệu dạng rắn và khí mang vào trong dung dịch nóng chảy ở tốc độ ít nhất là 40 m/giây qua vòi phun chất rắn kéo dài xuống dưới có ống phân phối, có đường kính trong từ 40 đến 200 mm được đặt sao cho trục tâm của đầu ra của vòi phun ở góc từ 20 đến 90 độ so với trục ngang và tạo ra dòng khí bề mặt ít nhất là 0,04 Nm³/giây/m² trong dung dịch nóng chảy (trong đó m² để chỉ diện tích của tiết diện theo chiều ngang qua dung dịch nóng chảy) ít nhất một phần nhờ các phản ứng của nguyên liệu được phun trong dung dịch này làm cho kim loại nóng chảy nhô lên hướng lên trên dưới dạng các vẩy tung lên, các giọt nhỏ và các dòng và tạo thành vùng dung dịch nóng chảy mở rộng, dòng khí và nguyên liệu nóng chảy nhô lên phía trên gây nên sự dịch chuyển mạnh của nguyên liệu trong dung dịch nóng chảy và sự trộn mạnh của dung dịch nóng chảy, các nguyên liệu nạp được chọn sao cho, về tổng thể, phản ứng của nguyên liệu nạp trong dung dịch nóng chảy là phản ứng thu nhiệt; và

(c) phun khí chứa oxy vào trong vùng trên của bể qua ít nhất vòi phun phun khí oxy và đốt sau các chất khí có thể cháy được được giải phóng khỏi dung dịch nóng chảy, nhờ đó nguyên liệu nóng chảy đi lên và sau đó đi xuống trong vùng dung dịch nóng chảy mở rộng tạo dễ dàng cho việc truyền nhiệt tới dung dịch nóng chảy.

Người nộp đơn xác định rằng việc đạt được kích thước theo yêu cầu về dòng chảy lên của nguyên liệu nóng chảy từ lớp kim loại là một vấn đề khó do kích thước của các bể nấu chảy trực tiếp tăng lên. Cụ thể, trong bể có đường kính đáy tương đương là 6 m hoặc lớn hơn, thì sẽ khó hơn rất nhiều cho thiết bị trộn để có thể đạt được so với trường hợp có bể nhỏ hơn ở đường kính bằng khoảng nửa đường kính tương đương này. Ngoài ra, chủ đơn xác định rằng việc đạt được kích thước theo yêu cầu của dòng hướng lên của nguyên liệu nóng chảy từ lớp kim loại là điều quan trọng đối với việc vận hành ổn định và hiệu quả về chi phí của phương pháp nấu chảy HI ở quy mô lớn hơn.

Chủ đơn nhận ra rằng, kích thước theo yêu cầu của dòng hướng lên của nguyên liệu nóng chảy có thể đạt được bằng cách lựa chọn sự vận hành và các thông số cho phương

pháp nấu chảy HI sao cho nguyên liệu nạp (nguyên liệu dạng rắn và khí mang) dùng để xử lý có đủ động lượng để xuyên qua độ sâu ít nhất là 100 mm vào trong lớp kim loại của dung dịch nóng chảy ở độ sâu ít nhất là 900 mm.

Việc tính toán bằng số để đạt được độ xuyên sâu cụ thể vào trong lớp kim loại không phải là khoa học chính xác. Độ xuyên sâu khác nhau có thể được tính toán (trên danh nghĩa là ở cùng điều kiện) có sử dụng giả định và phương pháp tính toán khác nhau. Nhằm đạt được các mục đích là làm rõ thuật ngữ “độ xuyên sâu”, phương pháp tính toán chuẩn dựa trên cơ sở mô hình từ Trường đại học McMaster ở Canada đã được chấp nhận. Chi tiết về mô hình này đưa ra trong Phụ lục, và tự thân mô hình là sẵn có. Thuật ngữ “độ xuyên sâu” như được sử dụng ở đây hoàn toàn được xác định là độ sâu của sự xuyên qua được tính toán có sử dụng mô hình McMaster như được mô tả trong Phụ lục. Do đó, việc chỉ viện dẫn tới sự xuyên qua ít nhất là 100 mm vào trong lớp kim loại của dung dịch nóng chảy trong đoạn nêu trên nghĩa là độ xuyên sâu ít nhất là 100 mm như được tính toán có sử dụng mô hình McMaster như được mô tả trong Phụ lục.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại và sản xuất kim loại nóng chảy dựa vào dung dịch nóng chảy trong bể nấu chảy trực tiếp, mà chứa dung dịch nóng chảy có lớp kim loại sâu ít nhất là 900 mm, phương pháp này bao gồm bước lựa chọn thông số vận hành của phương pháp này sao cho nguyên liệu nạp bao gồm nguyên liệu dạng rắn và khí mang được phun từ bên trên lớp kim loại vào trong lớp kim loại qua ít nhất một vòi phun chất rắn với động lượng đủ để xuyên qua độ sâu ít nhất là 100 mm bên dưới bề mặt tĩnh danh định của lớp kim loại để làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện phương pháp nấu chảy trực tiếp theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là ảnh chụp thể hiện các thông số đầu vào của mô hình.

Fig.3 là ảnh chụp thể hiện kết quả của mô hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm phun nguyên liệu nạp bằng sự giảm áp suất của vòi phun ít nhất là 0,1 Mpa (1 bar) (trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn).

Sự giảm áp suất vòi phun trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn là một biện pháp làm tăng tốc và do đó làm tăng động lượng và/hoặc tốc độ của nguyên liệu nạp qua vòi phun chất rắn hoặc mỗi vòi phun chất rắn.

Thuật ngữ “sự giảm áp suất vòi phun” được hiểu là sự giảm áp suất từ điểm (A) phía trên vòi phun và “phần tăng tốc” của vòi phun (xem dưới đây), trong đó tốc độ của khí ít nhất là thừa số của 2 thấp hơn tốc độ ở đầu vòi phun ra tới (B) chính đầu vòi phun ra. Trong nhiều trường hợp áp suất tại điểm (B) là không có sẵn (ví dụ không có bộ cảm biến áp suất tại vị trí này), nhưng trong các trường hợp như vậy áp suất đầu vòi phun có thể được tính toán thích hợp từ áp suất bên trên phần nóng chảy thông qua tỷ trọng xỷ được ước tính và độ ngập sâu của vòi phun.

Thuật ngữ “phần tăng tốc” được hiểu là phần của vòi phun trong đó tốc độ khí bề mặt của nguyên liệu nạp đi qua phần này thay đổi theo thừa số ít nhất là hai từ đầu vào tới đầu ra của phần này.

Sự giảm áp suất vòi phun có thể ít nhất là 0,15 Mpa (1,5 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

Sự giảm áp suất vòi phun có thể ít nhất là 0,2 Mpa (2 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

Sự giảm áp suất vòi phun có thể ít nhất là 0,3 Mpa (3 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm bước đặt đầu dưới của vòi phun chất rắn hoặc mỗi vòi phun chất rắn càng gần bề mặt chung của kim loại/xi càng tốt.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm bước chọn thông số vận hành của phương pháp này, như tính hóa học của xỉ, để thúc đẩy sự hình thành sự giãn ra của vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn để nhờ đó làm giảm đến mức tối thiểu khoảng cách dịch chuyển của nguyên liệu dạng rắn được phun qua vòi phun hoặc các vòi phun và nhờ đó tạo thuận lợi cho việc đặt đầu dưới của vòi hoặc mỗi vòi phun chất rắn càng gần bề mặt chung của kim loại/xỉ càng tốt.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm tốc độ phun ít nhất là 40 m/giây đối với nguyên liệu nạp được phun.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm tốc độ phun ít nhất là 50 m/giây.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm tốc độ phun ít nhất là 60 m/giây.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm tỷ lệ chất rắn/chất khí của nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang ít nhất là 10 kg chất rắn trên Nm³ khí.

Các thông số vận hành dùng cho phương pháp này để tạo ra nguyên liệu nạp có đủ động lượng có thể bao gồm tỷ lệ chất rắn/chất khí của nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang ít nhất là 15 kg chất rắn trên Nm³ khí.

Vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn có thể có đường kính trong ít nhất là 40 mm.

Vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn có thể có đường kính trong ít nhất là 60 mm.

Vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn có thể có đường kính trong ít nhất là 80 mm.

Vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn có thể có đường kính trong lớn hơn 200 mm.

Nguyên liệu nạp dạng rắn có thể chỉ là nguyên liệu cacbon dạng rắn. Nguyên liệu cacbon dạng rắn có thể là than đá.

Nguyên liệu nạp dạng rắn có thể chỉ là nguyên liệu cacbon dạng rắn và chất gây cháy.

Nguyên liệu nạp dạng rắn có thể là nguyên liệu nạp chứa kim loại và nguyên liệu cacbon dạng rắn.

Nguyên liệu nạp dạng rắn có thể là nguyên liệu nạp chứa kim loại, nguyên liệu cacbon dạng rắn, và chất gây cháy.

Nguyên liệu nạp chứa kim loại có thể là nguyên liệu chứa sắt.

Nguyên liệu chứa sắt có thể là quặng sắt.

Quặng sắt có thể là dưới dạng quặng bụi.

Nguyên liệu nạp chứa kim loại và nguyên liệu cacbon dạng rắn có thể được phun qua cùng vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn hoặc qua vòi phun chất rắn riêng rẽ.

Nguyên liệu nạp chứa kim loại có thể được gia nhiệt sơ bộ.

Nguyên liệu nạp chứa kim loại có thể là ở nhiệt độ môi trường.

Khí mang có thể là khí trơ, như nitơ hoặc argon.

Độ xuyên sâu của nguyên liệu nạp vào trong lớp kim loại có thể ít nhất 150 mm.

Độ xuyên sâu vào trong lớp kim loại có thể ít nhất là 200 mm.

Độ xuyên sâu vào trong lớp kim loại có thể ít nhất là 300 mm.

Độ xuyên sâu vào trong lớp kim loại có thể là nhỏ hơn 500 mm.

Độ xuyên sâu vào trong lớp kim loại có thể là nhỏ hơn 400 mm.

Độ sâu lớp kim loại có thể ít nhất là 1 m.

Độ sâu lớp kim loại có thể ít nhất là 1,5 m.

Độ sâu lớp kim loại có thể là nhỏ hơn 2,5 m.

Vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn có thể được sắp xếp để kéo dài hướng xuống vào trong bể với trục tâm của đầu ra của vòi phun hoặc các vòi phun ở góc từ 20 đến 90 độ so với trục ngang.

Các vòi phun chất rắn có thể bao gồm một cặp vòi phun chất rắn đối diện được định hướng trong bể và được sắp xếp sao cho việc phun nguyên liệu nạp qua các vòi phun tạo thành các chùm chồng lên nhau của nguyên liệu nạp được phun trong lớp kim loại của dung dịch nóng chảy.

Vòi phun chất rắn có thể bao gồm ít nhất một cặp vòi phun đối diện nhau kéo dài hướng xuống và hướng vào bên trong dung dịch nóng chảy với các trục dọc của các vòi phun giao nhau ở đáy của bể hoặc bên trên đáy hoặc dưới đáy sao cho các chùm của nguyên liệu được phun từ các vòi phun chồng lên nhau trong vùng giữa của lớp kim loại tức là ít nhất là 100 mm bề mặt của lớp kim loại và có sự dịch chuyển hướng lên của nguyên liệu nóng chảy và khí từ vùng giữa của lớp kim loại.

Thuật ngữ “các chùm của nguyên liệu được phun” được hiểu ở đây là để mô tả các dòng của (a) nguyên liệu nạp được phun và (b) các sản phẩm được tạo ra do việc phun như vậy vào trong bể nấu chảy trực tiếp qua các vòi phun. Trong các trường hợp trong đó nguyên liệu nạp bao gồm nguyên liệu cacbon dạng rắn, thì các sản phẩm này bao gồm, ví dụ, các chất dễ bay hơi được giải phóng từ nguyên liệu cacbon và sản phẩm phản ứng như CO và CO₂ và H₂O.

Bể có thể có đường kính ít nhất là 6 m.

Bể có thể có đường kính ít nhất là 7 m.

Sáng chế được tiếp tục mô tả dưới dạng minh họa có dựa vào các hình vẽ kèm theo để minh họa bể nấu chảy trực tiếp tạo thành một phần của hệ thống đặc biệt thích hợp để được sử dụng để tiến hành phương pháp nấu chảy HI như được mô tả trong đơn quốc tế số PCT/AU96/00197.

Một phương án về phương pháp theo sáng chế được mô tả dưới đây có dựa vào hình vẽ có thể được coi là một dạng của phương pháp nấu chảy HI như được mô tả trong công bố đơn quốc tế đó.

Phần mô tả dưới đây được thể hiện trong ngữ cảnh nấu chảy nguyên liệu chứa kim loại dưới dạng bụi quặng sắt, thường là nhỏ hơn 6 mm, để tạo ra sắt nóng chảy theo phương pháp nấu chảy HI. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng sáng chế không chỉ giới hạn ở quặng sắt

và có thể được áp dụng để nấu chảy nguyên liệu bất kỳ chứa kim loại dưới dạng nguyên liệu bất kỳ. Quặng là một ví dụ về dạng nguyên liệu chứa kim loại. Sáng chế còn mở rộng đối với các dạng khác của nguyên liệu chứa kim loại, bao gồm ví dụ quặng được khử một phần và các dòng chất thải chứa kim loại.

Dựa vào hình vẽ, bể 11 được thể hiện trên hình vẽ có đáy để chứa dung dịch nóng chảy của sắt và xỉ bao gồm đế 12 và các mặt bên 13 được tạo ra từ gạch chịu nhiệt, thành bên 14, tạo ra thùng nói chung có dạng hình trụ kéo dài hướng lên từ các mặt bên 13 của đáy, và mái 17. Thành bên 14 và mái 17 có các tấm làm mát bằng nước (không được thể hiện) để truyền nhiệt từ thành bên 14 và mái 17. Các tấm nước làm mát là cơ cấu chính để khống chế nhiệt độ của thành bên 14 và mái 17 và đảm bảo rằng nhiệt độ không tăng tới mức ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của thành bên 14 và mái 15. Bể 11 còn có đáy trước 19, qua đó sắt nóng chảy diễn ra liên tục trong quá trình nấu chảy, và cửa thoát 21, qua đó xỉ nóng chảy được xả định kỳ trong suốt quá trình nấu chảy. Mái 17 có cửa ra 18, qua đó các chất khí thải của phương pháp được xả ra.

Trong quá trình sử dụng bể 11 để nấu chảy bụi quặng sắt để tạo ra sắt nóng chảy theo phương án của phương pháp theo sáng chế, bể 11 chứa dung dịch nóng chảy của sắt và xỉ, bao gồm lớp 22 mà chủ yếu là sắt nóng chảy và lớp 23 mà chủ yếu là xỉ nóng chảy trên lớp sắt 22. Vị trí của bề mặt tĩnh danh định của lớp sắt 22 được thể hiện bởi số chỉ dẫn 24. Vị trí của bề mặt tĩnh danh định của lớp xỉ 23 được thể hiện bởi số chỉ dẫn 25. Thuật ngữ "bề mặt tĩnh" được hiểu là bề mặt khi không có sự phun khí và các chất rắn vào trong bể 11. Dưới các điều kiện vận hành bình thường, phương pháp vận hành nằm trong khoảng áp suất từ 0,05 đến 0,12 Mpa (0,5 bar tới 1,2 bar), và tốt hơn là từ 0,06 đến 0,1 Mpa (0,6 đến 1,0 bar).

Bể 11 có nhiều vòi phun chất rắn 27 kéo dài hướng xuống và hướng vào bên trong qua các lỗ (không được thể hiện) trong thành bên 14 của bể này và vào trong lớp xỉ 23. Các vòi phun có thể giống như được mô tả chi tiết hơn trong patent Mỹ số 7445747 được chuyển giao cho chủ đơn này và phần bộc lộ trong patent Mỹ này được đưa vào ở đây bằng cách viện dẫn.

Các vòi phun 27 có đường kính trong ít nhất là 40 mm và được định hướng trong bể sao cho các đầu ra 28 của các vòi phun 27 ở bên trên bề mặt của lớp sắt 22 trong suốt quá

trình vận hành của phương pháp này. Vị trí này của các vòi phun 27 giảm bớt các rủi ro về sự tổn hại qua tiếp xúc với kim loại nóng chảy và còn làm cho có thể làm mát các vòi phun bằng nước làm nguội cưỡng bức bên trong mà không có nguy cơ đáng kể về việc nước đi vào trong tiếp xúc với kim loại nóng chảy trong bể 11.

Tốt hơn là, các đầu ra 28 của các vòi phun 27 được bố trí càng gần bề mặt chung của kim loại/xi của dung dịch nóng chảy càng tốt, có xem xét đến độ an toàn để làm giảm đến mức tối thiểu khoảng cách dịch chuyển và sự thất thoát xảy ra của động lượng của nguyên liệu dạng rắn được phun vào trong lớp kim loại.

Các vòi phun 27 kéo dài hướng xuống dưới và hướng vào bên trong bể 11, thường ở góc từ 45° so với trục ngang. Các vòi phun 27 được định hướng trong bể 11 sao cho các trục dọc 81 của các vòi phun 27 giao nhau trong lớp sắt 22 trong vùng giữa của lớp sắt 22.

Khi sử dụng, dưới các điều kiện vận hành thông thường, nguyên liệu nạp dạng rắn dưới dạng bụi quặng sắt, nguyên liệu cacbon dạng rắn dưới dạng than đá, và các chất gây cháy cùng được phun qua các đầu ra 28 của các vòi phun 27 với khí mang dưới dạng nitơ có tỷ lệ chất rắn/chất khí của nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang ít nhất là 10 kg chất rắn trên Nm^3 khí, tốc độ phun ít nhất là 40 m/giây đối với nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang, và sự giảm áp suất vòi phun ít nhất là 0,1 Mpa (1 bar) trong các vòi phun 27 vào trong dung dịch nóng chảy. Sự giảm áp suất vòi phun là giảm áp suất từ (a) điểm phía trên vòi phun 27 và “phần tăng tốc” của vòi phun, trong đó tốc độ của khí ít nhất là thừa số của 2 thấp hơn tốc độ ở đầu vòi phun ra tới (b) chính đầu vòi phun ra. Nguyên liệu nạp được phun tạo ra các chùm di chuyển hướng xuống 71 của nguyên liệu mà xuyên qua lớp kim loại 23 và chồng lên trong vùng giữa của lớp kim loại này. Các thông số vận hành này tạo ra nguyên liệu nạp được phun có đủ động lượng và/hoặc tốc độ để xuyên hướng xuống vào trong lớp sắt 22 đến độ xuyên sâu ít nhất là 100 mm bên dưới bề mặt tĩnh danh định 24 của lớp sắt 22 khi lớp sắt 22 sâu ít nhất là 900 mm, với độ xuyên sâu được tính toán có sử dụng mô hình McMaster như được mô tả trong Phụ lục. Người nộp đơn đã nhận thấy rằng việc phun nguyên liệu nạp dưới các thông số vận hành này làm cho nó có thể đạt được kích thước theo yêu cầu của dòng hướng lên của nguyên liệu nóng chảy để đạt được sự vận hành ổn định và hiệu quả về chi phí của phương pháp.

Than đá được khử bay hơi và nhờ đó tạo ra khí khi nó di chuyển hướng xuống dưới trong dung dịch nóng chảy. Cacbon hòa tan một phần vào trong kim loại và còn lại một phần như là cacbon rắn. Quặng sắt được nấu chảy thành kim loại và phản ứng nấu chảy sinh ra khí cacbon monoxit. Các chất khí này được vận chuyển vào trong lớp sắt 22 và sinh ra thông qua việc khử bay hơi và việc nấu chảy tạo ra sự nổi lên đáng kể của nguyên liệu nóng chảy (bao gồm kim loại và xỉ) và cacbon rắn và khí từ dung dịch nóng chảy. Sự nổi lên gây ra sự dịch chuyển hướng lên của các vảy tung lên, các giọt nhỏ và các dòng của nguyên liệu nóng chảy và khí vào trong vùng trên 83, tức là khoảng trống khí phía trên, của bể. Sự dịch chuyển phía trên này được thể hiện trên hình vẽ như là vùng được thể hiện bởi số chỉ dẫn 69. Sự nổi lên cũng làm cho sự khuấy trộn mạnh trong dung dịch nóng chảy và, có tác động làm giãn dung dịch nóng chảy. Mức khuấy trộn là sao cho có sự trộn mạnh nguyên liệu nóng chảy trong dung dịch nóng chảy tới mức sao cho có nhiệt độ đồng đều phù hợp, thường là, 1450-1550°C với sự thay đổi nhiệt độ khoảng 50°C qua dung dịch nóng chảy. Ngoài ra, sự dịch chuyển hướng lên của nguyên liệu nóng chảy là đủ để làm ướt các tấm làm mát bằng nước mà tạo ra thành bên 14 và mái 17 của bể 11 đến làm giảm đến mức tối thiểu sự thất thoát nhiệt tới mức mà sự thất thoát nhiệt qua các tấm ít hơn 3000 kW/m² của tấm, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn 2000 kW/m² của tấm và để gây ra sự khuấy trộn mạnh.

Nhiều cải biến có thể được tạo ra đối với phương án của phương pháp theo sáng chế được mô tả trên đây mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Ví dụ, mặc dù hình vẽ thể hiện bể 11 có nhiều vòi phun chất rắn 27, nhưng có thể dễ dàng thấy rằng sáng chế bao hàm cả các bố trí trong đó chỉ duy nhất một vòi phun chất rắn.

Ngoài ra, mặc dù hình vẽ thể hiện vòi phun chất rắn 27 kéo dài hướng xuống và hướng vào bên trong bể 11 ở góc từ 45° so với trục ngang, nhưng sáng chế không giới hạn ở đó và sáng chế bao gồm các bố trí trong đó các vòi phun kéo dài hướng xuống ở góc thích hợp bất kỳ nằm trong khoảng từ 20-90° so với trục ngang.

Ngoài ra, mặc dù phương án này bao gồm phun đồng thời, than đá, và các chất gây cháy qua vòi phun chất rắn 27, sáng chế không bị giới hạn ở đó và còn bao gồm vòi phun than đá và/hoặc các chất gây cháy chỉ qua các vòi phun 27, với quặng được cấp qua đỉnh của bể này. Việc cấp quặng qua đỉnh như vậy có thể bao gồm phun qua các vòi phun kéo

dài hướng xuống qua mái hoặc vận chuyển hướng vào bên trong và hướng lên giữa thành bên và mái.

Ngoài ra, mặc dù phương án này bao gồm bước phun không khí nóng vào trong bể, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó và sáng chế còn mở rộng tới việc phun oxy lạnh khi mang sẽ xuyên vào trong kim loại và xỉ ở mức nào là không tuân theo sự phân tích như khí chứa oxy.

Phụ lục

Mô hình Phun McMaster

Tình trạng

Việc tính toán xem dòng của chất rắn được phun cộng với nguyên tắc đơn giản đầu tiên. Liên quan đến tình trạng chỉ phun khí, thì sự có mặt của các chất rắn đưa lại những phức tạp nhất định và việc phân tích trở nên khó khăn hơn. Nhiều giả định có thể được đặt ra và điều này sẽ dẫn đến các kết quả khác nhau. Để giảm đến mức tối thiểu tác động này, tốt hơn là tìm “phương pháp sẵn có tốt nhất” và chuẩn hóa sự tính toán trên cơ sở này.

Mô hình phun McMaster được chấp nhận rộng rãi vì mục đích này. Nó có nguồn gốc từ Trường đại học McMaster ở Canada giữa những năm 1980, và cơ sở khoa học chính này (các phương trình, các giả định .v.v..) đã được công bố rộng rãi.

Các tài liệu tham khảo được trích dẫn là:

G A Irons và L R Farias, *The Influence of Lance Orientation and Gas Evolution on Particle-Liquid Contact During Submerged Power Injection*, Tạp chí luyện kim của Canada xuất bản hàng quý, Tập 25, số 4, các trang 297-306, 1986

L R Farias và G A Irons, *A Unified Approach to Bubbling-Jetting Phenomena in Powder Injection into Iron and Steel*, Văn kiện hội nghị luyện kim B, Tập 16B, tháng 6 năm 1985, các trang 211-225

Irons, G.A., 1992. “*Fundamental Aspects of Solids Injection for Bath Smelting*”, Savard/Lee Hội nghị quốc tế về bể nóng chảy, 18-22 tháng 10 tại Montreal, QC, Hiệp hội luyện kim và Hiệp hội sắt và thép của AIME, và CIM các trang 493-506

Công việc ban đầu tại Trường đại học McMaster (do hai nghiên cứu sinh sau-tiến sĩ, Drs. L R Farias và H Gou dưới sự hướng dẫn của giáo sư G A Irons) đã sử dụng mô hình Fortran dùng cho phương pháp phun để tính toán hiệu năng. Chính là mã nguồn McMaster Fortran này được dịch thành C# và được tái mã hóa trong môi trường Windows (nhờ Thử nghiệm nghiêm ngặt bởi G A Irons để đảm bảo độ trung thực), để tạo ra cơ sở của Mô hình phun McMaster hiện hành. Điều này được cho là để biểu thị phương pháp tính toán “thực tế tốt nhất”. Hismelt còn mở rộng mô hình cho các điều kiện liên quan đến phương pháp của chúng.

Mục đích là để sử dụng mô hình này như là một phương tiện chung để tính toán khoảng cách xuyên qua của các chất rắn cộng với khí mang vào trong kim loại và xi. Những người khác có thể chọn để lập lại chính các cách tính toán này (sử dụng cùng các đầu vào, phương pháp và các giả định), nhờ đó đạt được cùng kết quả. Tuy nhiên, để tránh việc phải cần đến loại tính toán lại này (mà có thể là công việc nặng nhọc và tốn thời gian), dự định này là để tạo ra một phần mềm có thể dùng được cho bất kỳ bên nào quan tâm (nhANH chóng và không phải trả phí).

Các thông số của mô hình

Fig.2 của Phụ lục này thể hiện các đầu vào của mô hình cần đến. Việc giải thích về mỗi trong số các đầu vào được thể hiện, và nằm trong số các đầu vào này (các đầu vào 32-36) cần có sự giải thích bổ sung (xem dưới đây).

Đầu vào 32: Giải thích A

Đầu vào “Hệ số thời gian tăng tốc” là thông số, mà mô tả các chất rắn đạt tới tốc độ giới hạn của chúng trong dòng khí. Đối với mỗi cỡ hạt/phân đoạn tỷ trọng đều có tốc độ giới hạn tương ứng với tốc độ của khí trừ đi vận tốc cuối cùng của loại hạt đó (một mình) trong môi trường khí. Thực tế, các hạt có thiên hướng cụm lại cùng với nhau và các khoảng cách tăng tốc khá dài có thể cần đến để đạt được tốc độ giới hạn này. Thông số của “Hệ số thời gian tăng tốc” cho phép người sử dụng điều chỉnh mức độ tăng tốc của hạt đạt được trong khoảng cách nhất định (thường bằng với độ dài của vòi phun, đầu vào 3). Việc tính toán cho cỡ hạt/tỷ trọng riêng lẻ là như sau:

- Tốc độ của chất rắn ở đầu nút = (tốc độ của khí ở đầu nút) –

(tốc độ cuối cùng của hạt) $\times e^{-(\text{độ dài của vòi phun})/(\text{hằng số thời gian})}$

- Trong đó hằng số thời gian được xác định là:

$$\text{hằng số thời gian} = (\text{Hệ số thời gian tăng tốc}) \times (\text{cỡ hạt micron})/100$$

“Hệ số thời gian tăng tốc” cao hơn, thì các hạt chậm hơn ở đầu vòi phun. Để đạt được mục đích của sự tính toán này, các thiết lập giá trị bằng số của hệ số thời gian tăng tốc được hạn chế ở khoảng 1-2.

Các đầu vào 33 & 34: Các giải thích B & C

Tùy thuộc vào bản chất của chúng các chất rắn được phun có thể phản ứng với kim loại và xỉ. Cụ thể, than đá có thể khử khí và quặng sắt có thể nóng chảy (trong kim loại chứa cacbon) để tạo ra khí CO. Do đó điều có thể xảy ra là các chất rắn đến, khi chúng đi vào trong kim loại, có thể va chạm với hỗn dịch khí-lỏng (từ các chất rắn được phun trước đó) trong vùng “va chạm” đích của chúng. Mô hình này mô tả điều này bằng cách cho phép người sử dụng mở (hoặc đóng) lựa chọn để có được kim loại “có bóng” trong vùng đích (hộp kiểm tra của đầu vào 33). Nếu lựa chọn này là “bật” (tức là đã được kiểm tra), sau đó mô hình sử dụng tỷ lệ phần trăm rỗng (được xác định ngay dưới như là đầu vào 34) để biến đổi tỷ trọng của kim loại đích theo:

- Tỷ trọng kim loại hữu hiệu = (tỷ trọng từ đầu vào 11) $\times (1 - (\text{tỷ lệ phần trăm rỗng})/100)$

Kết quả là chùm xuyên qua sâu hơn khi độ rỗng của vùng đích tăng lên. Đối với việc nấu chảy trực tiếp thì giả định này được tiêu chuẩn hóa (như được thể hiện trên hình vẽ) tại “Tạo ra các bong bóng khí trong Vùng đích” được kiểm tra (được kích hoạt) và 50% độ rỗng trong vùng đích.

Các đầu vào 35 & 36: Các giải thích D & E

Đôi khi, người sử dụng có thể muốn định rõ trực tiếp tốc độ trung bình của các chất rắn ở đầu vòi phun. Mô hình này cho phép thực hiện điều này bằng cách đưa ra lựa chọn để bỏ qua sự tính toán sự tăng tốc được mô tả bên trên. Để sử dụng lựa chọn này người sử dụng cần ngăn cản đầu vào 35 (“sử dụng tỷ lệ phần trăm tăng tốc tự động”) và xác định trực tiếp

trong đầu vào 36 (tức là hộp ký tự ngay dưới) xem tỷ lệ phần trăm của tốc độ của khí ở đầu mút được chuyển sang chất rắn là bao nhiêu.

Việc sử dụng mô hình tiêu chuẩn liên quan đến sử dụng đầu vào 35 được kích hoạt (được kiểm tra) như được thể hiện, và cho phép mô hình tính toán tỷ lệ phần trăm trung bình của tốc độ của khí ở đầu mút đạt được bởi các chất rắn.

Kết quả của mô hình đối với các điều kiện đầu vào được thể hiện trên Fig.2 được đưa ra trên Fig.3 của Phụ lục này.

Thông số đầu ra chính là “Sự xuyên qua kim loại”.

“Sự xuyên qua kim loại” được xác định là độ sâu xuyên qua lớn nhất được tính toán vào trong lớp kim loại dọc theo đường tâm cong của chùm phun (được thể hiện bằng đường màu đen trong phần giữa của chùm màu đỏ).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại và sản xuất kim loại nóng chảy dựa vào dung dịch nóng chảy trong bể nấu chảy trực tiếp, mà chứa dung dịch nóng chảy có lớp kim loại sâu ít nhất là 900 mm, phương pháp này bao gồm các bước:

chọn thông số vận hành của phương pháp này sao cho nguyên liệu nạp bao gồm nguyên liệu dạng rắn và khí mang được phun từ bên trên lớp kim loại vào trong lớp kim loại qua ít nhất một vòi phun chất rắn với động lượng đủ để xuyên qua độ sâu ít nhất là 100 mm bên dưới bề mặt tĩnh danh định của lớp kim loại để làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại; và

phun nguyên liệu nạp qua ít nhất một vòi phun chất rắn theo các thông số vận hành đã chọn, nhờ đó làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm phun nguyên liệu nạp bằng sự giảm áp suất của vòi phun ít nhất là 0,1 Mpa (1 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm phun nguyên liệu nạp bằng sự giảm áp suất của vòi phun ít nhất là 0,15 Mpa (1,5 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm phun nguyên liệu nạp bằng sự giảm áp suất của vòi phun ít nhất là 0,2 Mpa (2 bar) trong vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm đặt đầu dưới của vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn càng gần bề mặt chung của kim loại/xi càng tốt.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm tốc độ phun ít nhất là 40 m/giây đối với nguyên liệu nạp được phun.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm tốc độ phun ít nhất là 50 m/giây đối với nguyên liệu nạp được phun.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm tỷ lệ chất rắn/chất khí của nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang ít nhất là 10 kg chất rắn trên mỗi Nm³ khí.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số vận hành bao gồm tỷ lệ chất rắn/chất khí của nguyên liệu nạp dạng rắn được phun và khí mang ít nhất là 15 kg chất rắn trên mỗi Nm³ khí.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nguyên liệu nạp dạng rắn bao gồm nguyên liệu nạp chứa kim loại và nguyên liệu cacbon dạng rắn.
11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nguyên liệu nạp chứa kim loại bao gồm nguyên liệu chứa sắt.
12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nguyên liệu cacbon dạng rắn bao gồm than đá.
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ xuyên sâu của nguyên liệu nạp vào trong lớp kim loại ít nhất là 150 mm.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ sâu của lớp kim trong lớp kim loại này ít nhất là 1 m.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vòi phun hoặc các vòi phun chất rắn được sắp xếp để kéo dài hướng xuống vào trong bể với trục tâm của đầu ra của vòi phun hoặc các vòi phun ở góc 20-90 độ so với trục ngang.
16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vòi phun chất rắn bao gồm một cặp vòi phun chất rắn đối diện nhau được định hướng trong bể và được sắp xếp sao cho việc phun nguyên liệu nạp qua các vòi phun tạo ra các chùm chồng lên nhau của nguyên liệu nạp được phun trong lớp kim loại của dung dịch nóng chảy.
17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các vòi phun chất rắn bao gồm ít nhất một cặp vòi phun đối diện nhau kéo dài hướng xuống và hướng vào bên trong dung dịch nóng chảy với các trục dọc của các vòi phun giao nhau tại đáy của bể hoặc bên trên đáy hoặc dưới đáy sao cho các chùm của nguyên liệu được phun từ các vòi phun chồng lên nhau trong vùng giữa

của lớp kim loại tức là ít nhất là 100 mm bề mặt của lớp kim loại và có sự dịch chuyển hướng lên của nguyên liệu nóng chảy và khí từ vùng giữa của lớp kim loại này.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bề có đường kính ít nhất là 6 m.

19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn các thông số vận hành bao gồm việc tính toán để thu được độ sâu xuyên qua phù hợp với các thông số vận hành.

20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn các thông số vận hành dựa vào các hệ số bao gồm hệ số thời gian tăng tốc.

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn các thông số vận hành dựa vào các hệ số bao gồm tốc độ của các chất rắn theo tỷ lệ phần trăm của tốc độ của khí.

22. Phương pháp nấu chảy trực tiếp nguyên liệu chứa kim loại và sản xuất kim loại nóng chảy dựa vào dung dịch nóng chảy trong bể nấu chảy trực tiếp chứa dung dịch nóng chảy có lớp kim loại sâu ít nhất là 900 mm bao gồm các bước:

chọn thông số vận hành của phương pháp này sao cho nguyên liệu nạp bao gồm nguyên liệu dạng rắn và khí mang được phun từ bên trên lớp kim loại vào trong lớp kim loại qua ít nhất một vòi phun chất rắn với động lượng đủ để xuyên qua độ sâu ít nhất là 100 mm bên dưới bề mặt tĩnh danh định của lớp kim loại để làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại, trong đó bước chọn các thông số vận hành bao gồm việc tính toán để thu được độ sâu xuyên qua phù hợp với các thông số vận hành;

→ phun nguyên liệu nạp qua ít nhất một vòi phun chất rắn theo các thông số vận hành đã được chọn, nhờ đó làm cho nguyên liệu nóng chảy và khí dịch chuyển hướng lên trên khỏi lớp kim loại

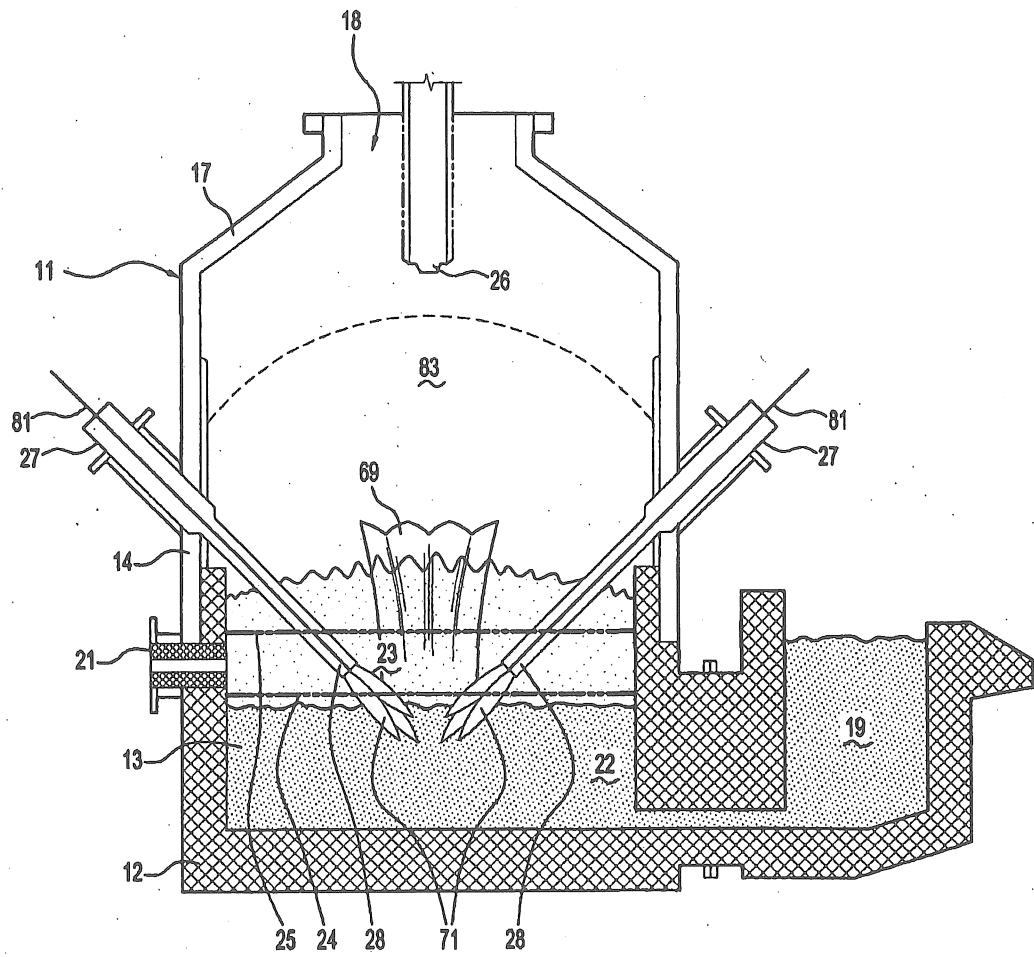


Fig.1

Case Folder: W:\file01\asp\icinfo.org\hydrocos\N_d\N_H_Plant\Technica\SRV\Injection
Pumas\No-Master Injection Puma Cases\GL\ai Cases

Case Name: Typical Injection Conditions

1. Đường kính trong của ống phun (mm)	Lance Tube ID (mm)	150	Coal Rate (tonne/h)	30.0	17. Tốc độ cấp than cho vôi (tấn/giờ)
2. Đường kính trong của vòi phun (mm)	Lance Tube OD (mm)	330	Coal Fraction <45 micron	13.0	18. Tỷ lệ phần trăm hạt nhỏ hơn 45 micron
3. Chiều dài ống có đường kính (1) ở trên	Lance Tube Length (m)	6.0	Coal 50% < Size (mm)	0.200	19. Cỡ tại đó 50% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
4. Góc ống: 90° = thẳng đứng, 0 = nằm ngang	Angle to Horizontal (deg)	90.0	Coal 80% < Size (mm)	0.600	20. Cỡ tại đó 80% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
5. Áp suất trên lớp xỉ (đơn vị kPa)	SRV Topspace Pressure (kPa g)	80	Coal Particle Density (kg/m ³)	1200	21. Khối lượng riêng thực của hạt (bao gồm độ rỗng thực)
6. Nhiệt độ hỗn hợp khí-chất rắn tại đầu vòi	Temp in Lance (deg C)	100			
7. Tỷ lệ khí tải (nitơ) trong 1000 Nm ³ /li	Total Nitrogen Rate (kNm ³ /h)	6.000	Flux Rate (tonne/h)	60.0	22. Tốc độ cấp quặng sắt cho vôi (tấn/giờ)
8. Khoảng cách thẳng đứng từ đầu vòi làm sạch đến kim loại	Clean Lance to Metal (mm vertical)	700	Flux Fraction <45 micron	10.0	23. Tỷ lệ phần trăm hạt nhỏ hơn 45 micron
9. Chiều cao thẳng đứng của "vòi vôi" trên đầu vòi	Elephant Trunk Height (mm vertical)	100	Flux 50% < Size (mm)	0.300	24. Cỡ tại đó 50% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
10. Chiều cao xỉ trên đầu vòi	Lance Tip Immersion (mm vertical)	2000	Flux 80% < Size (mm)	3.200	25. Cỡ tại đó 80% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
11. Khối lượng riêng của kim loại (điều kiện không bọt)	Metal Density (kg/m ³)	6800	Flux Particle Density (kg/m ³)	5200	26. Khối lượng riêng thực của hạt (bao gồm độ rỗng thực)
12. Khối lượng riêng của xỉ (điều kiện chứa bọt)	Slag Density (kg/m ³)	1300			
13. Sức căng bề mặt xỉ (đối với kiểu chế độ calc)	Slag Surface Tension (kg/s ²)	1.0	Flux Rate (tonne/h)	5.0	27. Tốc độ cấp chất trợ dung cho vôi (tấn/giờ)
14. Thông số mô hình McMaster (giá trị cố định)	Liquid Entrainment Factor	0.060	Flux Fraction <45 micron	50.0	28. Tỷ lệ phần trăm hạt nhỏ hơn 45 micron
15. Cài đặt McMaster (giá trị cố định)	Total Simulation Steps	2000	Flux 50% < Size (mm)	0.045	29. Cỡ tại đó 50% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
16. Cài đặt McMaster (giá trị cố định)	Step Increments (mm)	10.0	Flux 80% < Size (mm)	0.100	30. Cỡ tại đó 80% trọng lượng hạt là nhỏ hơn
	Acceleration Time Factor	2.00	Flux Particle Density (kg/m ³)	2000	31. Khối lượng riêng thực của hạt (bao gồm độ rỗng thực)
32 Giải thích A					
33 Giải thích B	☒ Generate Gas Bubbles in Target Zone	☒ Use Auto Acceleration Percentage			35 Giải thích D
34 Giải thích C	Voidage in Target Zone (%)	50.0	Solids Percent of Gas Velocity	50.7	36 Giải thích E

Simulation Complete
Integration Successful

Solve

Fig.2

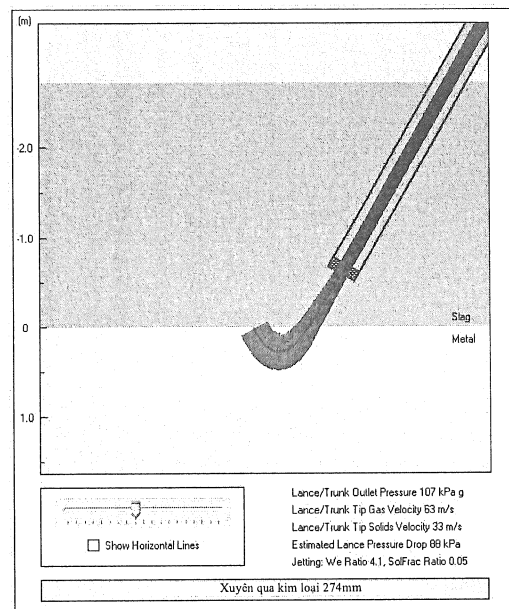


Fig.3