



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN  
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)   
**2-0001820**

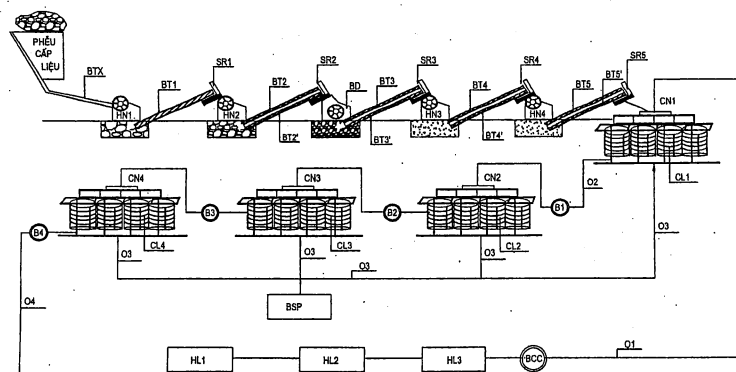
(51)<sup>7</sup> **B03B 5/34**

(13) **Y**

(21) 2-2017-00168 (22) 16.01.2013  
(67) 1-2013-00155  
(45) 25.09.2018 366 (43) 25.07.2014 316  
(73) **CÔNG TY CP VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ (MATECH) (VN)**  
P311 nhà 2B Trung tâm Phát triển công nghệ cao - Viện Hàn lâm KH & CNVN.  
(72) **Trần Ngọc Quỳnh (VN)**

(54) **HỆ THỐNG TUYỂN QUẶNG SẮT**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập tới hệ thống tuyển quặng sắt bao gồm phễu cấp liệu, băng tải xích BTX, chín băng tải (BT1, BT2 - BT5, BT2' - BT5') để cấp liệu cho sàng rung, năm sàng rung (SRI - SR5) để phân loại nguyên liệu, ba máy nghiền hàm (HN1 - HN3), búa đập đứng (BD) và máy nghiền mịn (HN4) để nghiền nguyên liệu, bốn cụm vít xoắn (CL1 - CL4), các bộ phận này được lắp đặt nối tiếp nhau. Hệ thống này được thiết kế đường bom và đường thải nước theo chu trình tuần hoàn khép kín nên nước thải không chảy thoát ra ngoài làm ảnh hưởng đến môi trường. Sản phẩm đầu ra có chất lượng như sau: đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 38-40%, thì tổng hàm lượng sắt đầu ra  $\geq 54\%$ . Đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 40-50%, thì tổng hàm lượng sắt đầu ra  $\geq 60\%$ . Đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 50-54%, thì tổng hàm lượng sắt đầu ra  $\geq 65\%$ .



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp hữu ích đề cập tới hệ thống chế biến khoáng sản, cụ thể là đề cập đến hệ thống tuyển quặng sắt bằng hệ thống thiết bị được lắp đặt hoàn chỉnh thành một nhà máy tuyển quặng sắt.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Quặng sắt là nguyên liệu chính để sản xuất gang và thép. Thành phần chính của quặng sắt là  $Fe_2O_3$  hoặc  $Fe_3O_4$  (oxit sắt từ). Phẩm cấp của quặng sắt thường được đánh giá bằng hàm lượng Fe tổng trong quặng. Để sử dụng cho lò cao luyện gang, quặng sắt thường phải có tổng hàm lượng Fe trên 60%. Tuy nhiên, quặng thường đi kèm với các thành phần tạp chất không mong muốn, nên thông thường hàm lượng sắt trong quặng sắt không đạt yêu cầu nêu trên và cần phải tuyển để làm giàu hàm lượng sắt trong quặng và loại bỏ đất đá tạp. Tuy nhiên, quặng sắt từ các nguồn khác nhau có các đặc tính khác nhau và cần có các phương pháp làm giàu quặng đặc trưng riêng cho từng loại quặng và từng nguồn quặng để thu được hiệu quả làm giàu tốt nhất và giảm chi phí tuyển, làm giàu quặng. Ngoài ra, để thu được hiệu quả làm giàu cao, thì việc lựa chọn phương tiện đập, nghiền và phương tiện tuyển phù hợp là các tiêu chí rất quan trọng để thu được hiệu quả tuyển cao nhất về mặt hàm lượng sắt và giảm chi phí làm giàu quặng. Đã biết một số phương pháp tuyển quặng như rửa, bàn rung, tách từ và tuyển nổi được sử dụng để làm tăng hàm lượng sắt trong quặng và loại bỏ các tạp chất đi kèm. Các kỹ thuật này được kết hợp theo nhiều cách khác nhau để làm giàu quặng một cách hiệu quả nhất và làm giảm chi phí làm giàu quặng.

Đã biết patent Trung Quốc số CN201832704 đề cập đến hệ thống vít xoắn để tuyển quặng sắt dành cho các hệ thống tuyển cỡ vừa và lớn, trong đó thiết kế chi tiết của hệ thống vít xoắn này gồm có các vít xoắn với đường kính ngoài của vòng xoắn là 1600mm, mặt cắt ngang dạng hình parabol và góc nghiêng của bề mặt xoắn là 12,5 độ, tỷ lệ của bước xoắn so với đường kính vòng xoắn nằm trong khoảng từ 0,425 đến 0,5. Tuy nhiên, để sử dụng được hệ thống vít xoắn tuyển quặng này, cần phải nghiền quặng đến cỡ hạt rất nhỏ, cỡ 0,03mm, do đó làm tăng chi phí tuyển quặng vì cần rất nhiều năng lượng để nghiền quặng đến cỡ hạt nêu trên.

Cũng đã biết đến hệ thống tuyển quặng sắt có sử dụng vít xoắn đã được đề cập đến trong tài liệu “Recent developments in spiral design, construction and application” trên tạp chí Minerals Engineering, tập 4. Tuy nhiên, tài liệu này chỉ phân tích đánh giá các lợi ích của hệ thống tuyển quặng có sử dụng vít xoắn mà không đề cập đến các thiết kế chi tiết của các hệ thống vít xoắn này. Tài liệu này cũng chỉ ra rằng việc phát triển thiết kế của các hệ thống vít xoắn là một quy trình lâu dài và tốn kém, trong đó rất nhiều mẫu vít xoắn phải được thử nghiệm, cải biến để tìm ra các thiết kế tối ưu cho từng loại quặng và yêu cầu về sản phẩm tinh quặng thu được.

Do đó, trong lĩnh vực này vẫn cần thiết kế các hệ thống tuyển quặng, mà phối hợp hệ thống đập, nghiền quặng đến kích thước thích hợp và cùng với thiết kế vít xoắn tối ưu, để nâng cao hiệu suất tuyển quặng và làm giảm chi phí năng lượng do phải nghiền quặng đến cỡ hạt rất nhỏ.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống tuyển quặng sắt mà có khả năng tuyển quặng sắt với hiệu quả cao và giảm chi phí năng lượng nghiền quặng.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống tuyển quặng sắt bao gồm phễu cấp liệu, băng tải xích (BTX), chín băng tải (BT1, BT2 - BT5, BT2' - BT5') để cấp nguyên liệu cho sàng rung, năm sàng rung (SR1 - SR5) để phân loại nguyên liệu, ba máy nghiền hàm (HN1 - HN3), một búa đập đứng (BD) và một máy nghiền mịn (HN4) để nghiền nguyên liệu, bốn cụm vít xoắn (CL1 - CL4), các bộ phận này được lắp đặt nối tiếp nhau, trong đó:

ba máy nghiền hàm thô, búa đập đứng và máy nghiền mịn được lắp đặt nối tiếp với các băng tải và sàng rung, sao cho sản phẩm sau khi nghiền của máy nghiền này là nguyên liệu của máy nghiền tiếp theo, và cỡ hạt của bột quặng sau máy nghiền mịn (HN4) trước khi vào các cụm vít xoắn là nhỏ hơn 0,8mm;

bốn cụm vít xoắn được bố trí nối tiếp nhau, trong đó:

cụm vít xoắn thứ nhất (CL1) bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 24 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít là 5m;

cụm vít xoắn thứ hai (CL2) bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 18 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 4,2m,

cụm vít xoắn thứ ba (CL3) bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 12 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 3,6m, và

cụm vít xoắn thứ tư (CL4) bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 8 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 3,2m.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là hình chiếu bằng dạng sơ đồ thể hiện hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích.

Fig.2 là hình chiếu cạnh dạng sơ đồ thể hiện hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích.

Fig.3 thể hiện các cụm vít xoắn của hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích.

Fig.4 là sơ đồ tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích.

### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Fig.1 và Fig.2 thể hiện hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích bao gồm phễu cấp liệu, băng tải xích BTX, các máy nghiền hàm thô HN1, HN2, HN3, búa đập đứng BD và máy nghiền mịn HN4, các băng tải BT1, BT2, BT2', BT3, BT3', BT4, BT4', BT5, BT5', các sàng rung SR1, SR2, SR3, SR4, SR5, các cụm vít xoắn CL1, CL2, CL3, CL4 được bố trí nối tiếp nhau.

Cấu tạo của mỗi cặp băng tải vận chuyển BT gồm hai băng tải, một băng tải để đưa nguyên liệu đến, một băng tải để đưa nguyên liệu quay trở lại máy nghiền hàm, búa đập đứng BD. Mỗi băng tải gồm khung, mặt băng tải bằng cao su, con lăn và chân đế. Khung và chân đế được chế tạo bằng thép, cao su nguyên chất và con lăn được chế tạo bằng vật liệu thép.

Mỗi sàng rung phân loại SR gồm khung và lưới sàng. Khung sàng được chế tạo bằng thép, lưới sàng được chế tạo có kích thước mắt từ  $\geq 50\text{mm}$  đến  $\leq 0,8\text{mm}$  bằng vật liệu thép đặc biệt chịu mài mòn. Nguyên liệu được phân loại ở các sàng rung được đổ thẳng vào các máy nghiền hàm hoặc búa đập đứng.

Bốn cụm vít xoắn được bố trí liên tiếp, mỗi cụm cách nhau 2m như được thể hiện trên Fig.3. Các cụm vít xoắn CL1, CL2, CL3, CL4 được đặt cố định trên một hệ thống khung sắt và chân đế cao khoảng 1,2m. Mỗi cụm vít xoắn được làm bằng vật liệu composit, được dùng để lọc sơ cấp và thứ cấp nguyên liệu quặng sắt đã được nghiền từ hệ thống đập và nghiền quặng.

Như được thể hiện trên Fig.3:

Cụm vít xoắn CL1 bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 24 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^\circ$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít là 5m;

Cụm vít xoắn CL2 bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 18 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^\circ$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít là 4,2m;

Cụm vít xoắn CL3 bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 12 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^\circ$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít là 3,6m;

Cụm vít xoắn CL4 bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 8 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^\circ$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít là 3,2m;

Kết cấu của các cụm vít xoắn như vậy để tách lọc tinh quặng sắt đạt hiệu quả cao nhất. Cụm vít xoắn CL1 được nối với ống bơm O1 và sàng rung phân loại SR5, các cụm vít xoắn CL2, CL3, CL4 được nối với ống bơm O2. Các cụm vít xoắn này đều được nối với ống dẫn thành phẩm O3 về bể chứa sản phẩm.

Các ống này đều là ống cao su xi phông chịu áp lực cao, được chế tạo bằng cao su nguyên chất, đường kính ống O1 là  $\phi 150\text{mm}$ , các ống O2, O3, O4 là  $\phi 110\text{mm}$ .

Các ống được bố trí như sau: ống O1 từ bơm BCC nối thẳng vào thùng chia CN1 của cụm vít xoắn CL1, ống O2 từ các bơm B1, B2, B3 nối vào các thùng

chia CN2, CN3, CN4 của các cụm vít xoắn CL2, CL3, CL4, ống O3 nối thẳng tới các cụm vít xoắn CL1, CL2, CL3 và ống O4 nối cụm vít xoắn CL4 tới các hồ lắng HL1, HL2, HL3.

Hệ thống bơm gồm năm bơm BCC, B1, B2, B3, B4 để cấp nước đến các thùng chia của hệ thống vít xoắn và bơm B4 để dẫn chất thải về các hồ lắng HL1, HL2, HL3. Mỗi bơm bao gồm động cơ điện gắn trên bơm, vỏ bơm, bầu bơm, cánh bơm. Năm bơm này hoạt động độc lập.

Fig.4 là sơ đồ tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích. Theo Fig.4, hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích hoạt động như sau:

Quặng khai thác có lẫn đất đá có kích thước tối đa là 900x450mm được đổ vào phễu cấp liệu có dung tích tối đa là 12m<sup>3</sup>, được băng tải xích BTX vận chuyển đến máy nghiền hàm thô HN1 để nghiền và được băng tải BT1 đưa tiếp đến sàng rung phân loại SR1. Tại sàng rung phân loại SR1, những cục có kích thước < 50mm được băng tải BT2 đưa đến búa đập đứng BD để đập, những cục có kích thước ≥ 50mm được băng tải đưa đến máy nghiền hàm thô HN2. Từ máy nghiền hàm thô HN2, quặng lại được băng tải BT2 đưa đến sàng rung phân loại SR2. Tại sàng rung phân loại SR2, phần trên sàng có kích thước > 30mm được băng tải BT2' đưa quay trở lại máy nghiền hàm thô HN2 để đập tiếp, phần dưới sàng có kích thước ≤ 30mm được đưa đến búa đập đứng BD để đập và sau đó được băng tải BT3 đưa tiếp đến sàng rung phân loại SR3. Tại sàng rung phân loại SR3, phần trên sàng có kích thước > 10mm được băng tải BT3 đưa quay lại búa đập đứng BD để đập tiếp, phần dưới sàng có kích thước ≤ 10mm đưa đến máy nghiền hàm thô HN3. Từ máy nghiền hàm thô HN3, quặng được băng tải BT4 đưa tiếp đến sàng rung phân loại SR4, tại đây phần trên sàng có kích thước > 5mm được băng tải BT4' đưa quay lại máy nghiền hàm thô HN3, còn phần dưới sàng có kích thước ≤ 5mm được BT4 đưa tiếp đến máy nghiền mịn HN4. Từ máy nghiền mịn HN4, quặng được băng tải BT5 đưa tiếp lên sàng rung phân loại SR5 phần trên sàng có kích thước > 0,8mm sẽ được BT5' đưa quay lại máy nghiền mịn HN4, phần dưới sàng có kích thước ≤ 0,8mm được đưa đến cụm vít xoắn CL1. Quặng đã nghiền mịn được băng tải đưa lên thùng chia trên đỉnh của cụm

vít xoắn, và được cấp nước và được khuấy trên đỉnh cụm vít xoắn. Sản phẩm quặng tinh thu được sau lọc CL1 được đưa vào bể chứa sản phẩm, phần chưa thành phẩm được đưa tiếp đến cụm vít xoắn CL2 để lọc tiếp. Sản phẩm quặng tinh thu được sau cụm vít xoắn CL2 được đưa vào bể chứa sản phẩm, phần chưa thành phẩm được đưa tiếp đến cụm vít xoắn CL3 để lọc tiếp. Sản phẩm quặng tinh thu được sau cụm vít xoắn CL3 được đưa vào bể chứa sản phẩm, phần chưa thành phẩm được đưa tiếp đến cụm vít xoắn CL4 để lọc tiếp. Phần sản phẩm được đưa về bể chứa sản phẩm BSP, phần thải được bơm về hồ lắng HL1, chuyển đến hồ lắng HL2, phần nước trong hồ lắng HL3 được bơm cấp trở lại cụm vít xoắn CL1. Hệ thống tuyển quặng sắt có thiết kế đường bơm và đường thải nước theo chu trình tuần hoàn khép kín, nên nước thải không chảy thoát ra ngoài làm ảnh hưởng đến môi trường.

Chất lượng của sản phẩm tinh quặng:

Đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 38-40%, thì tổng hàm lượng sắt đầu ra  $\geq 54\%$ .

Đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 40-50%, thì hàm tổng lượng sắt đầu ra  $\geq 60\%$ .

Đối với quặng đầu vào có tổng hàm lượng sắt từ 50-54%, thì tổng hàm lượng sắt đầu ra  $\geq 65\%$ .

### **Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**

Sau đây, giải pháp hữu ích sẽ được minh họa bằng ví dụ cụ thể, tuy nhiên giải pháp hữu ích không chỉ giới hạn ở ví dụ này.

Ví dụ cụ thể về một giờ chế biến tinh:

- Nguyên liệu cho 01 giờ sản xuất:

+ Điện năng tiêu thụ: 160KW/h.

Đầu tiên, xe tải vận chuyển 50 tấn quặng thô (tổng hàm lượng sắt 40%) còn lẫn đất đá có kích thước tối đa 900x450mm đổ vào phễu cấp liệu có dung tích tối đa 12m<sup>3</sup>. Quặng thô được băng tải xích vận chuyển đến máy nghiền hàm thô

HN1 để nghiền và đưa tiếp đến sàng rung phân loại, và các máy đập, nghiền quặng từ HN1 đến HN4. Kết thúc quá trình nghiền quặng ở máy nghiền mịn HN4, quặng được nghiền tới kích thước  $\leq 0,8\text{mm}$ , rồi được đưa đến cụm vít xoắn CL1. Quặng đã nghiền mịn được băng tải đưa lên thùng khuấy trên đỉnh và được cấp nước. Sản phẩm quặng tinh thu được sau lọc CL1 được đưa vào bể chứa sản phẩm BSP, phần chưa thành phẩm được đưa tiếp đến cụm vít xoắn CL2 để lọc tiếp ở các cụm vít xoắn CL2, CL3 và CL, phần thải được bơm về hồ lắng HL1, chuyển đến hồ lắng HL2, phần nước trong hồ chứa nước HL3 được bơm cấp trở lại cụm vít xoắn CL1.

Kết thúc quá trình chế biến tinh quặng thu được khoảng 35 tấn tinh quặng sắt với tổng hàm lượng sắt là 60%, phần bùn thải về các hồ lắng khoảng  $3\text{m}^3$  được bơm thẳng về các hố đã khai thác, còn các chất thải rắn khoảng  $12\text{m}^3 \sim 18$  tấn được xe tải vận chuyển lấp các hố đã khai thác quặng. Như vậy với 50 tấn quặng thô (% sắt 40%), hệ thống tuyển quặng sắt vận hành trong 01 giờ tiêu thụ 160KW điện thì thu được 35 tấn thành phẩm tinh quặng sắt (hàm lượng sắt là 60%). Mặt khác, hệ thống này được thiết kế đường bơm và đường thải nước theo chu trình tuần hoàn khép kín nên nước thải không chảy thoát ra ngoài làm ảnh hưởng đến môi trường.

### **Những lợi ích (hiệu quả) có thể đạt được**

Hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích là sự kết hợp hiệu quả giữa đập nghiền quặng với tuyển bằng vít xoắn. Hệ thống này cho phép chỉ cần đập nghiền quặng đến cỡ hạt  $< 0,8\text{mm}$ , mà không cần phải nghiền mịn đến cỡ hạt rất nhỏ, nhờ đó giúp giảm chi phí đầu tư các hệ thống nghiền mịn mà khi hoạt động tiêu thụ rất nhiều năng lượng, do đó hệ thống theo giải pháp hữu ích có thể giảm chi phí đầu tư và chi phí vận hành hệ thống nhờ việc giảm chi phí năng lượng cần thiết cho việc nghiền quặng.

Hệ thống tuyển quặng sắt theo giải pháp hữu ích có thể tuyển được cả quặng sắt từ và quặng sắt không từ, mà các quặng sắt không từ đang có nhiều ở nước ta, nhưng chưa được khai thác một cách hiệu quả. Vì vậy, giải pháp hữu ích



góp phần làm tăng được hiệu quả chế biến khoáng sản, đặc biệt là các mỏ sắt không từ ở nước ta hiện nay.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống tuyển quặng sắt bao gồm một phễu cấp liệu, băng tải xích (BTX), chín băng tải (BT1, BT2 - BT5, BT2' - BT5') để cấp liệu cho sàng rung, năm sàng rung (SR1 - SR5) để phân loại nguyên liệu, ba máy nghiền hàm (HN1 - HN3), một búa đập đứng (BD) và một máy nghiền mịn (HN4) để nghiền nguyên liệu, bốn cụm vít xoắn (CL1 - CL4), các bộ phận này được lắp đặt nối tiếp nhau, trong đó:

ba máy nghiền hàm thô, búa đập đứng và máy nghiền mịn được lắp đặt nối tiếp với các băng tải và sàng rung, sao cho sản phẩm sau khi nghiền của máy nghiền này là nguyên liệu của máy nghiền tiếp theo, và cỡ hạt của quặng sau máy nghiền mịn (HN4) trước khi vào các cụm vít xoắn là nhỏ hơn 0,8mm;

bốn cụm vít xoắn được bố trí liên tiếp nhau, trong đó:

cụm vít xoắn thứ nhất (CL1) bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 24 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 5m;

cụm vít xoắn thứ hai (CL2) bao gồm 9 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 18 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $7^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 4,2m,

cụm vít xoắn thứ ba (CL3) bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 12 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 3,6m, và

cụm vít xoắn thứ tư (CL4) bao gồm 12 vít xoắn, mỗi vít xoắn gồm 8 tầng xoắn, độ nghiêng vòng xoắn là  $6^{\circ}$ , đường kính vòng xoắn là 1,3m, khoảng cách giữa hai vòng xoắn là 20cm và chiều cao của vít xoắn là 3,2m.

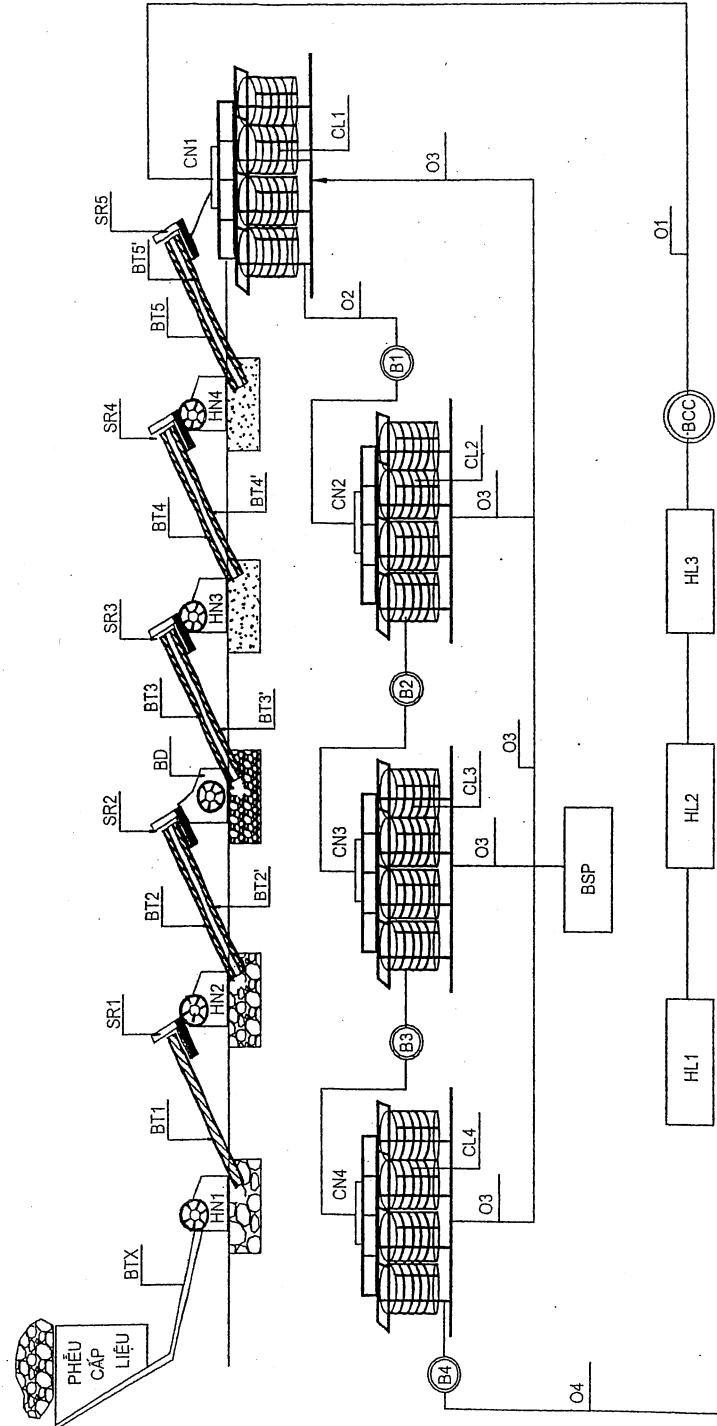


Fig.1

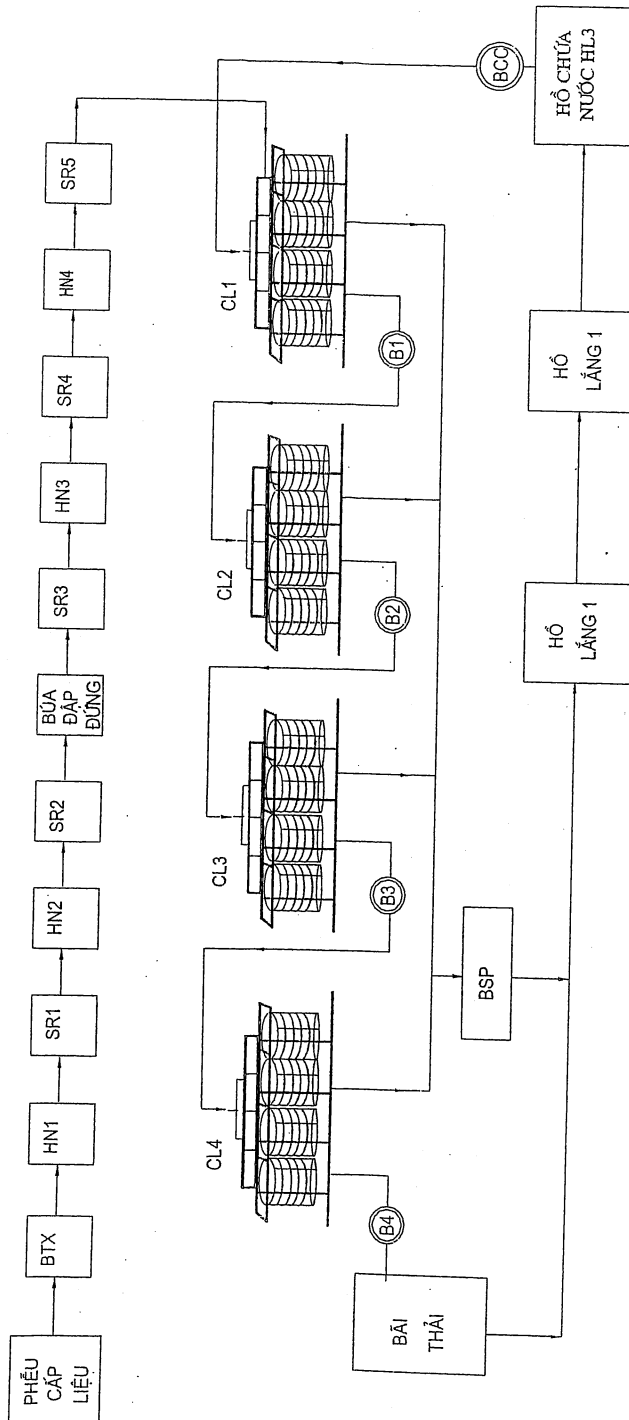


Fig.2

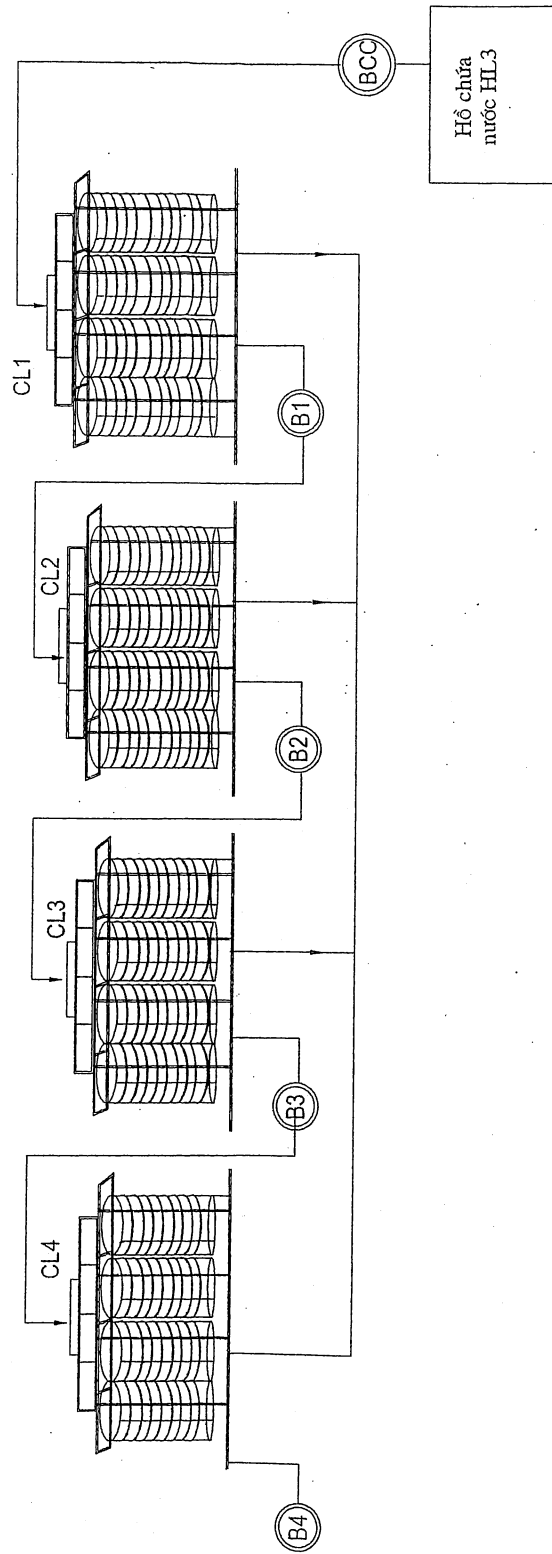


Fig.3

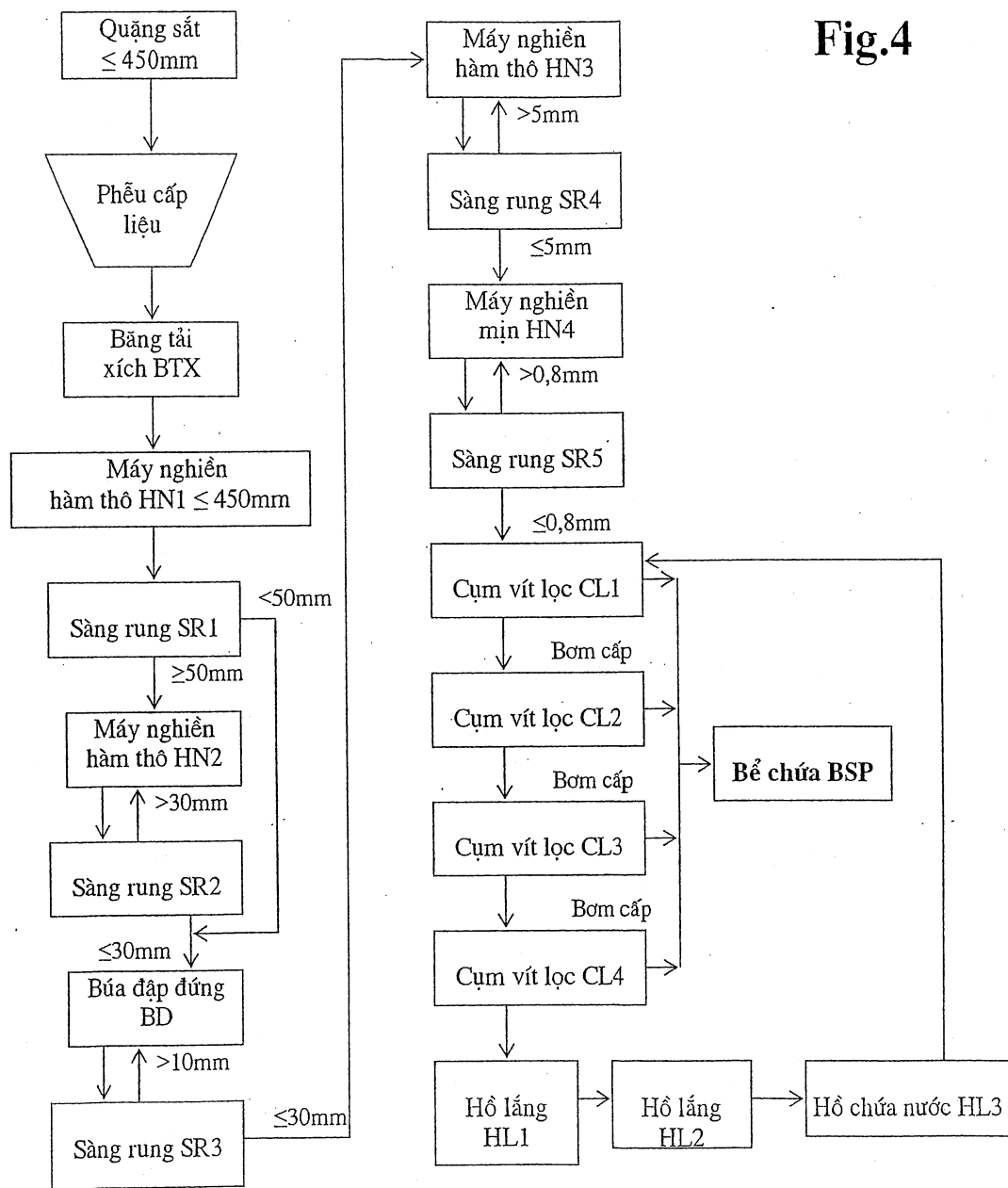


Fig.4