

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ÁP DỤNG THIẾT BỊ TUYỂN THAN BẰNG TIA X CHO CÁC MỎ THAN VÙNG QUẢNG NINH

ThS. Nguyễn Hữu Nhân

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: Ths. Hoàng Minh Hùng

Tóm tắt:

Hiện nay, tại các NMST than trung tâm và tại các xưởng sàng ở các mỏ than vùng Quảng Ninh để thu hồi than cục đối với các cấp hạt lớn phải sử dụng phương pháp nhặt tay bằng thủ công trên các băng tải chạy chậm, điều này có rất nhiều bất cập như điều kiện môi trường lao động của công nhân rất nặng nhọc, năng suất lao động thấp, tổn thất than cục và mất an toàn trong quá trình làm việc đặc biệt là trong ca 3 vào ban đêm. Bài báo giới thiệu về công nghệ tuyển than bằng tia X, kết quả thử nghiệm tuyển than cấp hạt lớn của mỏ than Nam Mẫu, Mạo Khê và đề xuất ứng dụng công nghệ tuyển này cho một số mỏ than vùng Quảng Ninh.

1. Mở đầu

Ở vùng than Quảng Ninh có 6 nhà máy sàng tuyển (NMST) than trung tâm đang hoạt động như sau: (i) NMST than Khe Chàm với công suất khoảng 7,0 triệu tấn/năm; (ii) NMST than Cửa Ông (Cửa Ông I, Cửa Ông II và Cửa Ông III) với công suất khoảng 10,0 triệu tấn/năm; (iii) NMST than Lép Mỹ với công suất khoảng 4,0 triệu tấn/năm; (iv) TTCB&KTTT Hòn Gai với công suất khoảng 2,5 triệu tấn/năm; (v) NMST than Vàng Danh 1 với công suất khoảng 2,5 triệu tấn/năm; (vi) NMST than Vàng Danh 2 với công suất khoảng 2,0 triệu tấn/năm. Như vậy, tổng công suất các NMST là khoảng 28,0 triệu tấn/năm.

Ở hầu hết các NMST than trung tâm, hiện nay để thu hồi than cục từ than cấp hạt lớn +100,0mm (70,0mm) đang phải sử dụng phương pháp nhặt tay thủ công trên băng tải chạy chậm (NMST than Khe Chàm, TTCO, NMST Lép Mỹ, TTHG). Cấp hạt -100,0 mm đang áp dụng các phương pháp tuyển khác nhau như đãi lắng, xoáy lốc huyền phù 2 sản phẩm (TTCO), tuyển than bằng thiết bị tuyển huyền phù tự sinh (NMST than Lép Mỹ). Đối với các NMST than Vàng Danh mặc dù giới hạn trên cấp hạt than vào tuyển đã lên tới 180,0mm do sử dụng thiết bị tuyển huyền phù nặng CKB, tuy nhiên cấp hạt +180,0 mm vẫn phải sử dụng phương pháp nhặt tay truyền thống.

Đối với công tác sàng tuyển tại các mỏ than, than nguyên khai khi khai thác bằng phương pháp khai thác lộ thiên hay khai thác hầm lò trước khi cấp đến các NMST than trung tâm đều được

sơ tuyển bằng sàng loại cấp hạt lớn +100,0mm (+70,0mm) nhằm giảm đá thải trước khi đưa về các NMST than trung tâm và công nghệ thu hồi than cục từ cấp hạt lớn này vẫn phải sử dụng phương pháp truyền thống là nhặt tay trên các băng tải chạy chậm. Việc nhặt than thủ công có rất nhiều bất cập như điều kiện môi trường lao động của công nhân rất nặng nhọc, năng suất lao động thấp, tổn thất than cục và mất an toàn trong quá trình làm việc đặc biệt là trong ca 3 vào ban đêm.

Trên thế giới hiện nay, trong khâu thu hồi than cục cấp hạt lớn tại nhiều nhà máy tuyển than, mỏ than ở Trung Quốc, Úc người ta sử dụng thiết bị tuyển than bằng tia X thay thế cho khâu nhặt tay than cỡ hạt lớn. Sử dụng thiết bị tuyển than cấp hạt lớn bằng tia X với năng suất và hiệu suất cao, cơ giới hóa, tự động hóa cao. Chính vì vậy việc nghiên cứu khả năng áp dụng thiết bị tuyển than bằng tia X cho các mỏ than vùng Quảng Ninh là rất cần thiết.

2. Khái quát về thiết bị tuyển than bằng tia X

2.1. Nguyên lý hoạt động của thiết bị tia X

Tia X do nhà khoa học người Đức W.K.Roentgen phát minh ra, còn được gọi là tia Roentgen, năm 1895. Tia X là một loại năng lượng được sản sinh ra khi các nhóm điện tử chuyển động với tốc độ cao va đập vào một tấm bia bằng kim loại. Khả năng xuyên thấu của tia X có liên quan đến tỷ trọng của vật liệu, cường độ của tia X giảm đi sau khi tia X xuyên thấu vật liệu, độ giảm cường độ tia X phụ thuộc vào tỷ trọng của vật liệu. Chính vì vậy có thể sử dụng tia X để phân loại vật liệu theo tỷ

trọng.

Cường độ tia X trước và sau khi xuyên thấu vật liệu được xác định theo công thức sau (Công thức Lambert-Bill):

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot h \cdot \rho}$$

Trong đó:

I và I₀: Cường độ tia X trước và sau khi đưa vào và xuyên thấu vật kiểm tra;

μ: Hệ số hấp thụ theo khối lượng;

h: Độ dày vật liệu;

ρ: Tỷ trọng vật liệu;

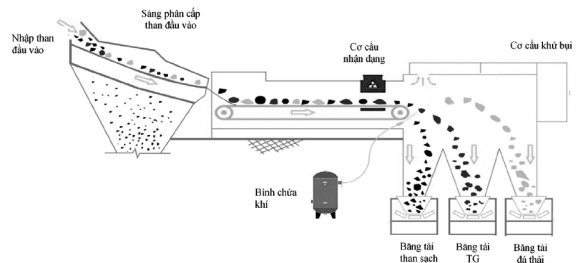
e: Hệ số tự nhiên, khoảng 2.71828

Nguyên lý của công nghệ tuyển than bằng tia X là dùng bộ cảm biến để nhận dạng phân biệt than và đá đã được rải đều trên bề mặt băng tải bởi hệ thống phân tích phân tích dữ liệu lớn (Big Data), sau đó ở điểm cuối của băng tải các hạt đá khi rơi được tách ra khỏi hỗn hợp than don xô bởi các vòi phun bằng khí ép cao áp vận hành bằng hệ thống điều khiển trung tâm.

Ưu điểm và nhược điểm: (i) Ưu điểm: Thiết bị tuyển than bằng tia X có thể thay thế hoàn toàn cho khâu nhặt tay thủ công; thiết bị tuyển có năng suất cao, hiệu suất cao, mức độ cơ giới hóa và tự động hóa cao; (ii) Nhược điểm: Thiết bị sử dụng công nghệ cao, phải nhập khẩu từ nước ngoài nên, bảo dưỡng sửa chữa khó khăn, vốn đầu tư cao, giá thành cao và môi trường vận hành nghiêm ngặt bởi sử dụng tia X.

2.2. Cấu tạo hệ thống thiết bị tuyển than bằng tia X

Hệ thống thiết bị tuyển than bằng tia X có cấu tạo như hình 1. Các thiết bị chính trong hệ thống thiết bị tuyển than bằng tia X bao gồm: Thiết bị sàng phân loại tách cấp hạt nhỏ, băng tải nhận cấp hạt lớn từ sàng phân loại và phân phối đều vật liệu cần tuyển trên mặt băng, hệ thống nhận diện và hệ thống thổi đá. Các thiết bị phụ trợ bao gồm: Máy nén khí, hệ thống khử bụi, hệ thống điện và điều khiển.



Hình 1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động thiết bị tuyển than bằng tia X ba sản phẩm



Hình 2. Máy tuyển tuyển than bằng tia X tại NMTT PingShang (Trung Quốc)

Căn cứ trên đặc điểm chất lượng than đầu vào, thiết bị tuyển than bằng tia X được thiết kế sử dụng phương pháp nhận dạng thông minh, để nhận dạng than, trung gian và đá (Hình 2). Thiết bị thực hiện nhận dạng số hóa đối với các chủng loại sản phẩm thông qua phân tích dữ liệu lớn (Big Data), cuối cùng thổi đá thải ra ngoài nhờ hệ thống thổi đá sử dụng khí nén.

Các đặc tính kỹ thuật của máy tuyển than bằng tia X được thể hiện trong bảng 1.

Nhận xét:

- Số lượng các thiết bị chính trong dây chuyền tuyển than bằng tia X chỉ tương ứng bằng một nửa và một phần tư so với số lượng thiết bị chính trong dây chuyền tuyển than bằng máy lắng lưới chuyển động và hệ thống tuyển than bằng huyền phù bể.
- Tiêu tốn điện năng cũng tương ứng chỉ bằng

Bảng 1. Giới thiệu đặc tính kỹ thuật của một số thiết bị tuyển than bằng tia X

Loại	TDS08	TDS10	TDS12	TDS14	TDS16	TDS18	TDS22	TDS26	TDS30
Chiều rộng thiết bị tuyển (mm)	800	1000	1200	1400	1600	1800	2200	2600	3000
Năng suất, t/h	80	100	120	140	160	180	220	260	300
Cỡ hạt đưa vào tuyển (mm)	40-250	40-250	40-250	40-250	40-250	40-250	40-250	40-250	40-250

2.3. So sánh một số chỉ tiêu kỹ thuật giữa thiết bị tuyển than bằng tia X với các thiết bị tuyển than khác

Bảng 2. So sánh hiệu suất tuyển giữa các thiết bị tuyển khác nhau

Thiết bị tuyển	Tên nhà máy	Công suất nhà máy, triệu tấn/năm	Cỡ hạt, mm	Tỷ lệ than trong đá, %
Thiết bị tia X	Thử nghiệm công nghiệp	—	300 – 50	1-2
Thiết bị tuyển huyền phù bể	Nhà máy tuyển than Xiegou	30.0	200-13	≤1
Máy lắng lưới chuyển động	Nhà máy tuyển than Zhen cheng di	3.00	300-50	5-8
	Nhà máy tuyển than Guan di	5.00	300-50	6-9
Máy lắng	Nhà máy tuyển than Da liu ta	31.00	80-35	5-6

Nhận xét: Hiệu suất tuyển của thiết bị tuyển than bằng tia X nhỏ hơn thiết bị tuyển huyền phù nhưng cao hơn thiết bị máy lắng.

Bảng 3. So sánh một số chỉ tiêu kỹ thuật giữa các thiết bị tuyển khác nhau

Thông số kỹ thuật	Hệ thống tuyển than bằng thiết bị tia X	Hệ thống tuyển than bằng máy lắng lưới chuyển động	Hệ thống tuyển than bằng huyền phù bể
Số lượng thiết bị chính (cái)	7	13	28
Công suất lắp máy (kW)	200.64	304.85	1009.16
Diện tích nhà xưởng (m ²)	178.5	926	1300
Thể tích nhà xưởng (m ³)	2380	14525	20592

hai phần ba và một phần năm so với dây chuyền tuyển than bằng máy lắng lưới chuyển động và hệ thống tuyển than bằng huyền phù bể.

- Diện tích nhà xưởng và không gian chiếm chỗ của tuyển than bằng tia X cũng nhỏ hơn nhiều so với khi sử dụng các công nghệ máy lắng và huyền phù.

3. Kết quả thử nghiệm tuyển than mỏ Nam Mầu và Mạo Khê trên thiết bị tuyển than bằng tia X

3.1. Kết quả thử nghiệm tuyển than mỏ Nam Mầu

Trong tháng 5 năm 2018, mỏ than Nam Mầu đã đưa khoảng 4,0 tấn than cấp hạt (40 – 250) mm sang Trung tâm thử nghiệm của Công ty TNHH KHKT Meiteng, TP Thiên Tân, Trung Quốc để tuyển thử. Do sản phẩm than sạch yêu cầu có chất lượng theo tiêu chuẩn Việt Nam với độ tro nhỏ hơn 12 % và đá thải yêu cầu có độ tro trên 80 % nên lựa chọn thiết bị tuyển than bằng tia X loại 3 sản phẩm. Kết quả thử nghiệm như trong các bảng 4-6:

Nhận xét:

- Than sạch có độ tro đạt yêu cầu (<12,0%)
Độ tro đạt tiêu chuẩn than cục xô 1A: Mẫu 1 Ak =

9,01% và mẫu 2 Ak = 11,7%; tỉ lệ đá lẫn khá cao: 3,2 - 3,9%;

- Than trung gian có độ tro đạt yêu cầu Ak = 26%-30%, tỉ lệ cấp hạt có tỉ trọng 1,8-2,0 kg/l cao: 77,21% - 82,63%;

Bảng 4. Thành phần độ hạt than cấp vào thử nghiệm mỏ than Nam Mầu

STT	Cấp hạt, mm	Tỷ lệ thu hoạch, %	
		Lần 1	Lần 2
1	+ 40,0mm	86.32	88.12
2	- 40,0 mm	13.68	11.88
3	Cộng	100.00	100.00

Bảng 5. Thành phần tỷ trọng than cấp hạt (40-250) mm vào thử nghiệm mỏ than Nam Mầu

STT	Tỷ trọng, g/cm ³	Tỷ lệ thu hoạch, %	
		Lần 1	Lần 2
1	-1.8	24.87	26.04
2	1.8-2.0	16.81	19.08
3	+2.0	58.31	54.88
4	Cộng	100.00	100.00

Bảng 6. Kết quả phân tích chìm nổi các sản phẩm tuyển cấp hạt +40,0mm trên thiết bị tuyển than bằng tia X mỏ than Nam Mẫu
Lần 1

Cấp tỷ trọng g/cm ³	Than sạch				Than trung gian				Đá thải			
	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	Độ tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	Độ tro Ak
	kg	%	%	%	kg	%	%	%	kg	%	%	%
-1.8	149.15	91.50	23.07	6.46	5.85	4.80	0.90	7.05	5.80	1.60	0.90	11.71
1.8-2.0	7.50	4.60	1.16	24.83	94.20	77.21	14.57	19.09	7.00	1.94	1.08	20.17
+2.0	6.35	3.90	0.98	50.12	21.95	17.99	3.40	83.44	348.70	96.46	53.94	84.43
Tổng	163.00	100.00	25.21	9.01	122.00	100.00	18.87	30.09	361.50	100.00	55.92	82.02

Lần 2

Cấp tỷ trọng g/cm ³	Than sạch TDS				Than trung gian TDS				Đá thải TDS			
	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	Độ tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	Độ tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Thu hoạch	Độ tro Ak
	kg	%	%	%	kg	%	%	%	kg	%	%	%
-1.8	215.50	93.70	24.31	8.60	5.10	2.85	0.58	6.56	10.25	2.15	1.16	9.80
1.8-2.0	7.15	3.11	0.81	28.13	147.90	82.63	16.68	16.35	14.05	2.94	1.58	19.17
+2.0	7.35	3.20	0.83	70.16	26.00	14.53	2.93	85.92	453.20	94.91	51.12	84.62
Cộng	230.00	100.00	25.94	11.17	179.00	100.00	20.19	26.18	477.50	100.00	53.86	81.09

- Đá thải sau tuyển có độ tro khá cao (81%-82%) đảm bảo tiêu chuẩn đổ thải và độ tro đá thải đạt cao hơn với thực tế nhặt tay tại đơn vị, tỉ lệ than lẫn trong đá thải từ 1,6% -2,15%.

3.2. Kết quả thử nghiệm tuyển than mỏ Mạo Khê

Trong tháng 12 năm 2018, mỏ than Mạo Khê cũng đã đưa khoảng 3,5 tấn than cấp hạt (40 – 150)mm sang Trung tâm thử nghiệm của Công ty TNHH KHKT Meiteng, TP Thiên Tân, Trung Quốc để tuyển thử. Do sản phẩm than sạch yêu cầu có chất lượng không cao với độ tro nhỏ hơn 30 % (Trung bình 25 %) và sẽ được nghiền để pha trộn với than cám và đá thải yêu cầu có độ tro trên 80 % nên lựa chọn thiết bị tuyển than bằng tia X loại 2 sản phẩm. Kết quả thử nghiệm như trong các bảng 7,8:

Nhận xét:

- Than sạch có độ tro đạt yêu cầu (<30,0%): Mẫu 1 Ak = 25,13% và mẫu 2 Ak = 29,92%; tỉ lệ đá lẫn trong than khá cao: 6,92 - 8,9%;

- Đá thải: Độ tro đá thải sau tuyển khá cao trên 82%, tỉ lệ than lẫn trong đá 0,16 -0,88%.

Bảng 7. Thành phần độ hạt than cấp vào thử nghiệm mỏ than Mạo Khê

STT	Cấp hạt, mm	Tỷ lệ thu hoạch, %
1	+ 40,0mm	68.28
2	- 40,0 mm	31.72
3	Cộng	100.00

- Hiệu quả tuyển bằng thiết bị tia X đối với than mỏ Mạo Khê cao hơn so với than mỏ Nam

Mẫu do chỉ cần phân tách thành 2 sản phẩm và do than sạch không cần chất lượng tốt nên tỷ lệ than lẫn vào đá thải sẽ rất thấp.

4. Khả năng áp dụng công nghệ tuyển than bằng tia X cho một số mỏ than vùng Quảng Ninh

4.1. Đối với Công ty than Mạo Khê

Do đặc điểm chất lượng than nguyên khai mỏ Mạo Khê chủ yếu là than cám chất lượng thấp, tỉ lệ than cục ít nên toàn bộ than sau tuyển đều được nghiền pha trộn với than cám khô tiêu thụ cho các nhà máy nhiệt điện. Để đưa áp dụng thử nghiệm thiết bị tuyển tia X thay thế cho khâu nhặt tay thử

**Bảng 8. Kết quả phân tích chìm nổi các sản phẩm tuyển cấp hạt +40,0mm trên thiết bị tuyển than bằng tia X mỏ than Mạo Khê
Lần 1**

Cấp tỷ trọng, g/cm ³	Than sạch			Đá thải		
	Trọng lượng	Thu hoạch	Tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Độ tro Ak
	kg	%	%	kg	%	%
-1.65	113.20	91.10	18.97	0.35	0.16	12.00
1.65-2.1				217.15	99.84	85.64
+2.1	11.05	8.90	88.21			
Cộng	124.25	100.00	25.13	217.50	100.00	85.52

Lần 2

Cấp tỷ trọng, g/cm ³	Than sạch			Đá thải		
	Trọng lượng	Thu hoạch	Độ tro Ak	Trọng lượng	Thu hoạch	Độ tro Ak
	kg	%	%	kg	%	%
-1.65	146.00	93.08	25.98	2.75	0.88	15.08
1.65-2.1				308.25	99.12	83.48
+2.1	10.85	6.92	82.88			
Cộng	156.85	100.00	29.92	311.00	100.00	82.88

công và giảm tải cho hệ thống tuyển trọng lực, sơ đồ nguyên lý công nghệ sàng tuyển, chế biến than mỏ Mạo Khê được thể hiện trên hình 3.

Loại đá quá cỡ cấp hạt +150mm bằng sàng rung 150mm.

Sàng phân loại bằng sàng cong đa mặt dốc để tách cám -10mm và phân loại thành cấp (10(15) – 40)mm và (40 – 150)mm.

Tuyển cấp hạt (40 – 150)mm bằng thiết bị tia X (TDS) để phân thành 2 sản phẩm: Than sạch có độ tro trung bình 25,0% được nghiền thành than cám để trộn với than cám khô; Đá thải với độ tro trên 82,0% đảm bảo tiêu chuẩn đổ thải.

Tuyển than cấp hạt (10 (15)– 40)mm bằng máy lắng để phân thành 2 sản phẩm: Than sạch có độ tro trung bình 25,0% được nghiền thành than cám để trộn với than cám khô; Đá thải với độ tro trên 80,0% đảm bảo tiêu chuẩn đổ thải.

Xử lý bùn nước bằng xoáy lốc phân cấp, sàng khử nước, bể cô đặc và lọc ép khung bản.

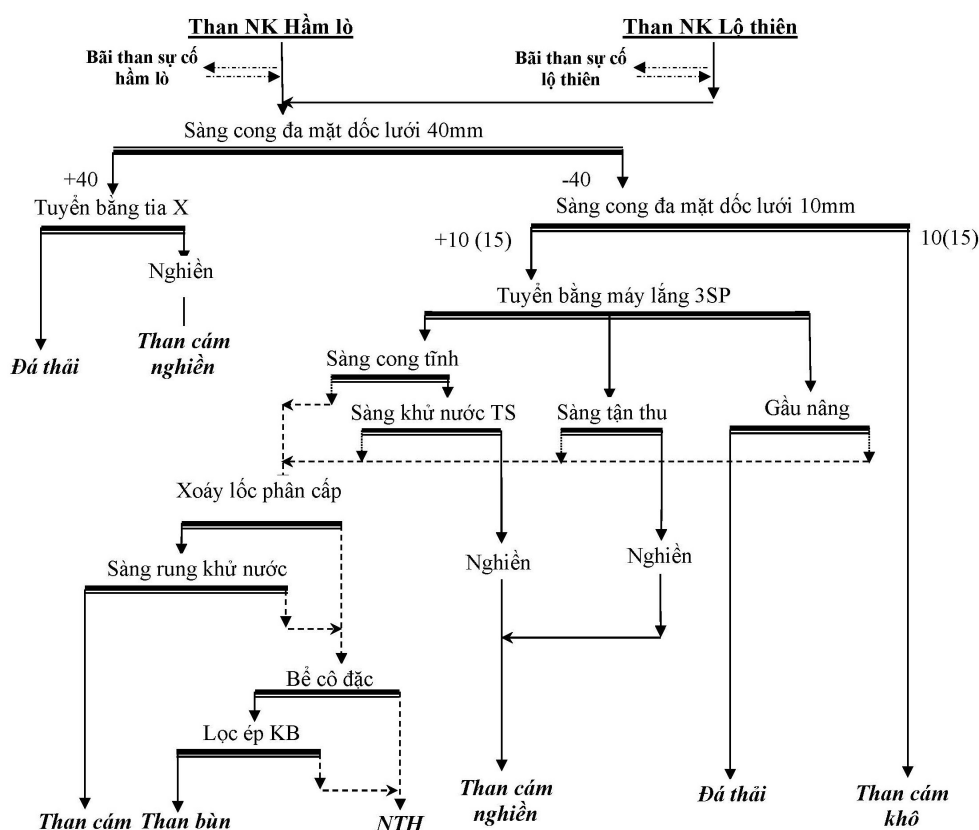
Công nghệ, thiết bị mới tiên tiến tuyển than bằng tia X đã được áp dụng tương đối nhiều và thực tế sản xuất tại Trung Quốc. Để có thể ứng dụng đổi mới công nghệ sàng tuyển, thay thế khâu nhặt tay cho mỏ than Mạo Khê phù hợp với chủ trương CGH, TĐH và tiến tới công nghệ 4.0 và do

hiệu quả tuyển bằng thiết bị tia X đối với than mỏ Mạo Khê cao hơn so với than mỏ Nam Mẫu, đề xuất cho ứng dụng thử nghiệm thiết bị tuyển than bằng tia X tại mỏ than Mạo Khê. Trong quá trình áp dụng thử nghiệm sẽ tiến hành đánh giá các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, an toàn môi trường và so sánh với các phương pháp tuyển truyền thống làm cơ sở triển khai cho các đơn vị khác.

4.2. Đối với một số mỏ than và NMST than tập trung vùng Quảng Ninh

Phương pháp tuyển than bằng tia X đã được nghiên cứu từ khá lâu nhưng mới đây được triển khai áp dụng một số nơi ở Trung Quốc và một số quốc gia khác. Thiết bị tuyển than bằng tia X có ưu điểm không dùng nước, sơ đồ công nghệ đơn giản, tiêu hao điện thấp, diện tích nhà xưởng ít. Tuy nhiên do sử dụng tia X nên có một số nhược điểm như điều kiện hoạt động của thiết bị trong môi trường nghiêm ngặt về độ ẩm, nồng độ bụi, yêu cầu an toàn khi sử dụng thiết bị chứa chất phóng xạ, độ lẫn lộn trong các sản phẩm còn cao.

Sau khi áp dụng thử nghiệm thành công nghệ tuyển than cấp hạt lớn bằng tia X tại Mạo Khê đề nghị TKV xem xét cho nghiên cứu triển khai áp dụng tại các đơn vị sàng tuyển chế biến than đang sử dụng nhặt tay thủ công trên băng tải chậm như:



Hình 3. Sơ đồ đề xuất công nghệ dây chuyền sàng tuyển, chế biến than mỏ Mạo Khê

- (i) Các NMST than trung tâm: NMST than Khe Chàm, TTCB&KTTT Hòn Gai, NMST than Lép Mỹ;
- (ii) Và các dây chuyền sàng tuyển than tại các mỏ vùng Quảng Ninh.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Telligent Dry Separator, Meiteng Technology/Dadi Engineering Development

Group), 2018.

[2]. Báo cáo kết quả thử nghiệm tuyển than mỏ Nam Mẫu tại Trung tâm thử nghiệm của Công ty TNHH KHK T Meiteng, TP Thiên Tân, Trung Quốc.

[3]. Báo cáo kết quả thử nghiệm tuyển than mỏ Mạo Khê tại Trung tâm thử nghiệm của Công ty TNHH KHK T Meiteng, TP Thiên Tân, Trung Quốc.

Study on the applicability of coal preparation equipment by X-ray for coal mines in Quang Ninh region

MSc. Nguyen Huu Nhan - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Currently, it is required to use the manual coal picking method on the slow-moving conveyors to recover lump coal for large grain grades at central coal preparation and screening plants and at screening workshops in coal mines in Quang Ninh region. This has a lot of shortcomings such as the very hard working environment of workers, low labor productivity, loss of lump coal and unsafety during the working, especially on the 3rd shift at night. The article introduces the X-ray coal preparation technology by the X-ray, the trial results of large-grain coal preparation of Nam Mau and Mao Khe coal mines and the proposal on the application of this technology for a number of coal mines in Quang Ninh