# MỞ ĐẦU

## 1. Tính cấp thiết của đề tài

Hiện nay, tại các Mỏ than vùng Quảng Ninh đang tồn tại một lượng lớn than chất lượng thấp, khó tiêu thụ. Có nhiều thiết bị xử lý tốt than cấp hạt + 20mm (lớn hơn 20mm) chất lượng thấp như: máy lắng, huyền phù tự sinh, máy tuyển huyền phù… Đối với than cấp hạt -20mm chất lượng thấp cũng có thể xử lý được bằng các thiết bị trên nhưng chi phí sản xuất cao và công nghệ tuyển phức tạp, không phù hợp với quy mô sản xuất nhỏ tại nhiều Mỏ.

Điều cần thiết với các Mỏ than vùng Quảng Ninh hiện nay là tìm ra phương hướng để xử lý tốt loại than cấp hạt -20mm chất lượng thấp. Trong đó, thiết bị tuyển băng tải có thể đáp ứng đầy đủ các yêu cầu sản xuất tại Mỏ. Các thiết bị này có các ưu điểm nổi bật như: cấu tạo đơn giản gọn nhẹ; dễ chế tạo; chi phí sản xuất thấp; công nghệ tuyển đơn giản.

Vì vậy, cần có các nghiên cứu hoàn chỉnh về công nghệ tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm trên các thiết bị tuyển phù hợp ở quy mô phòng thí nghiệm. Từ đó đưa ra sơ đồ công nghệ tuyển hợp lý với loại than trên và với quy mô sản xuất tại Mỏ.

Do vậy đề tài: “*Nghiên cứu chế tạo thiết bị băng tải dốc để tuyển than cám cấp hạt 3 – 20mm*” là rất cần thiết.

**2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài**

Đối tượng nghiên cứu: Nghiên cứu tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm khu vực Vàng Danh – Uông Bí trên thiết vị tuyển băng tải ở một vài chế độ công nghệ.

Phạm vi nghiên cứu: Nghiên cứu tuyển ở quy mô phòng thí nghiệm, dựa vào kết quả nghiên cứu đưa ra sơ đồ công nghệ tuyển hợp lý để xử lý than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm tại các Mỏ than vùng Quảng Ninh.

**3. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài**

Nghiên cứu tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm vùng Vàng Danh – Uông Bí bằng thiết bị tuyển băng tải. Trên cơ sở nghiên cứu đưa ra sơ đồ công nghệ tuyển hợp lý để xử lý than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm vùng Quảng Ninh.

**4. Nhiệm vụ của đề tài**

* Thí nghiệm tuyển than trên thiết bị tuyển băng tải ở các chế độ công nghệ để tìm ra chế độ công nghệ tối ưu;
* Xây dựng sơ đồ tuyển hợp lý để tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm vùng Quảng Ninh.

**5. Nội dung của đề tài**

* Lấy mẫu than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20 vùng Vàng Danh – Uông Bí;
* Tiến hành thí nghiệm tuyển trên thiết bị tuyển băng tải ;
* Xử lý số liệu và viết báo cáo.

## 6. Phương pháp nghiên cứu

* Điều tra khảo sát;
* Nghiên cứu thực nghiệm;
* Phân tích các số liệu thực nghiệm và đưa ra các quy luật ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến kết quả tuyển.

## 7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa khoa học: thí nghiệm tuyển than chất lượng thấp trên thiết vị tuyển băng tải, đây là một thiết bị tuyển mới được áp dụng vào thực tế tuyển than tại Việt Nam. Từ kết quả nghiên cứu đưa ra thông số cấu tạo và chế độ công nghệ tuyển hợp lý của thiết bị tuyển này khi tuyển đối tượng than chất lượng thấp tại Việt Nam.

Ý nghĩa thực tiễn: từ kết quả nghiên cứu đưa ra sơ đồ công nghệ tuyển hợp lý để tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 – 20mm tại Quảng Ninh.

**Chương 1**

# TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH XỬ LÝ THAN CHẤT LƯỢNG THẤP TẠI VIỆT NAM

## 1 .1. Tình hình khai thác và sử dụng than tại Việt Nam

Trong những năm gần đây sản lượng khai thác than hàng năm của tập đoàn Vinacomin tăng từ 10 – 30% năm. Sản lượng năm 2010 khoảng trên 40 triệu tấn, năm 2011 đã lên tới 50 triệu tấn và dự kiến đến năm 2025 sản lượng khai thác sẽ lên đến 82 triệu tấn. Sản lượng khai thác than trong những năm gần đây và triển vọng đến năm 2025 được cho ở bảng 1.1. [1].

Bảng 1.1: Sản lượng than nguyên khai [1].

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Tên chỉ tiêu** | **Sản lượng than, 1.000 tấn/năm** | | | |
| **2011** | **2015** | **2020** | **2025** |
|  | Toàn ngành | 50.600 | 64.745 | 74.600 | 82.120 |
|  | Trong Vinacomin | 48.300 | 62.045 | 70.400 | 75.920 |
| 1.  2.  3.  4.  5. | Vùng Cẩm Phả  Vùng Hòn Gai  Vùng Uông Bí  Vùng Nội Địa  Vùng ĐB Sông Hồng | 23.380  11.840  10.900  2.090  0 | 31.380  9.900  17.715  3.050  0 | 34.350  8.700  23.800  3.050  500 | 32.600  9.800  28.670  2.650  2.200 |

Nhu cầu sử dụng than trong nước cũng không ngừng tăng đặc biệt là các ngành: điện, xi măng, giấy, phân bón… Nhu cầu tiêu thụ than trong nước và cho xuất khẩu những năm gần đây và triển vọng đến năm 2025 cho ở bảng 1.2. [1].

Thị trường tiêu thụ than trong nước sử dụng chủ yếu là than cám 3 cho sản xuất xi măng; than cám 4 cho sản xuất phân bón; than cám 4 và than cám 5 cho sản xuất điện; than cục xô cho nồi hơi, rèn đúc hoặc sấy; than cám 6 cho sản xuất vật liệu xây dựng và nhu cầu sinh hoạt. Nhu cầu tiêu thụ than cho từng ngành trong nước những năm gần đây cho ở bảng 1.3. [2].

Bảng 1.2: Dự báo nhu cầu sử dụng than trong nước

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Hộ tiêu thụ** | **Nhu cầu, 1.000T/năm** | | | | |
| **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** |
| **A** | **Tổng nhu cầu** | **40.432** | **44.061** | **46.000** | **50.207** | **61.779** |
| **I** | **Nội địa** | **27.432** | **32.061** | **39.000** | **45.208** | **56.779** |
| 1 | Nhiệt điện | 11.500 | 14.900 | 20.200 | 25.100 | 35.800 |
| 2 | Xi măng | 6.100 | 6.800 | 7.400 | 7.900 | 8.100 |
| 3 | SX phân đạm, hóa chất | 969 | 1.141 | 1.769 | 2.177 | 2.312 |
| 4 | Luyện kim | 703 | 802 | 916 | 1.048 | 1.199 |
|  | - Trong Vinacomin | 270 | 296 | 324 | 354 | 388 |
|  | - Ngoài Vinacomin | 433 | 506 | 593 | 693 | 811 |
| 5 | Công nghiệp giấy | 180 | 253 | 277 | 302 | 427 |
| 6 | Các hộ khác | 7.980 | 8.165 | 8.438 | 8.681 | 8.941 |
| **II** | **Xuất khẩu** | **13.000** | **12.000** | **7.000** | **5.000** | **5.000** |

Bảng 1.3. Nhu cầu sử dụng than cho từng ngành

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ tiêu/ngành** | **Năm thực hiện** | | |
| **2006** | **2007** | **2008** |
| ***1*** | ***Sản lượng tiêu thụ*** | ***38.215.447*** | ***45.480.941*** | ***35.631.000*** |
| ***2*** | ***Nhu cầu nội địa*** | ***15.755.282*** | ***22.030.050*** | ***17.731.000*** |
|  | Điện | 5.421.046 | 5.158.004 | 6.006.000 |
|  | Đạm | 393.834 | 465.800 | 459.000 |
|  | Giấy | 167.699 | 159.086 | 146.000 |
|  | Xi măng | 1.542.197 | 2.005.252 | 4.045.000 |
|  | Các ngành khác | 9.230.506 | 14.241.908 | 7.075.000 |
| ***3*** | ***Xuất khẩu*** | ***21.460.165*** | ***23.450.891*** | ***17.901.000*** |
|  | **Tổng cộng** | **38.215.447** | **45.480.941** | **35.631.000** |

Tỷ lệ thành phần các chủng loại và chất lượng than tiêu thụ: than chất lượng cao (than cám 1, 2, 3, than cục 2, 3, 4, 5…) chiếm khoảng 10%; than tiêu chuẩn ngành (than bùn, than cám chất lượng thấp 7A, B, C…) chiếm khoảng 15÷ 20%; còn lại là các loại than cám 4, 5, 6 theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Bảng 1.4: Sản lượng sản xuất than sạch trong những năm gần đây [3]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chủng loại than** | **2008** | **2009** | **2010** |
|  | **Sản xuất than sạch (a+b)** | **38.851.544** | **41.109.216** | **39.587.549** |
| **a** | **Sản xuất chính (a1+a2)** | **36.843.627** | **40.951.318** | **39.587.540** |
| ***a1*** | ***Than TCVN*** | ***34.713.846*** | ***38.935.841*** | ***38.191.978*** |
|  | *+ Than cục* | *2.392.683* | *1.784.056* | *2.275.027* |
|  | *+ Than cám* | *30.396.373* | *37.151.785* | *35.916.951* |
|  | - Than cám 1 | 1.019.217 | 404.529 | 680.801 |
|  | - Than cám 2 | 345.542 | 100.626 | 209.145 |
|  | - Than cám 3(A, B, C) | 4.946.498 | 4.553.028 | 5.256.695 |
|  | - Than cám 4(A, B) | 3.763.093 | 4.395.478 | 4.330.251 |
|  | - Than cám 5 | 8.122.953 | 9.964.854 | 9.571.841 |
|  | - Than cám 6(A, B) | 12.199.033 | 16.526.653 | 14.382.397 |
|  | - Than bùn | 1.924.804 | 1.206.617 | 1.485.821 |
| ***a2*** | ***Than TCCS*** | ***2.129.781*** | ***2.015.477*** | ***1.395.571*** |
|  | *+ Tổng than cục* | *354.612* | *782.719* | *812.614* |
|  | *+ Tổng than cám* | *1.374.223* | *1.232.758* | *582.957* |
|  | - Than cám 7A | 808.297 | 1.147.824 | 115.433 |
|  | - Than cám 7B | 366.257 | 68.111 | 116.729 |
|  | - Than cám 7C | 199.669 | 16.823 | 50.795 |
| **b** | **Than khai thác lại** | **2.007.917** | **157.898** | **-** |

Cùng với việc tăng sản lượng khai thác, chất lượng than nguyên khai ngày càng có xu hướng xấu đi. Số liệu thống kê cho thấy than nguyên khai loại tốt có độ tro cao trung bình là 36,85% chiếm khoảng 66% và loại than nguyên khai chất lượng thấp có độ tro trung bình 50% chiếm khoảng 34%.

Loại than sản xuất hàng năm của Tập đoàn Than - Khoáng sản chủ yếu là các loại than cám cỡ hạt 0 – 15mm, than cục xô chiếm một tỷ lệ rất nhỏ (xem bảng 1.4). Lượng than chất lượng thấp của toàn Tập đoàn chiếm tỷ lệ rất cao, loại than này có giá trị kinh tế thấp và rất khó tiêu thụ.

## 1 .2. Thực trạng và công tác xử lý than chất lượng thấp tại Quảng Ninh

Hiện nay do các nhà máy tuyển chỉ xử lý được khoảng 30% lượng than khai thác, hầu hết than nguyên khai phải qua dây chuyền sàng chế biến tại mỏ, mặt khác các nhà máy tuyển than trung tâm đòi hỏi chất lượng than đưa về xưởng phải ổn định (độ tro dưới 35%; tỷ lệ than cục lớn hơn 4%; tỷ lệ đá không quá 15%) do đó một lượng than sau khai thác có độ tro cao và than cấp hạt lớn (trên lưới sàng) tồn đọng tại mỏ. Do vậy các mỏ phải xây dựng các phân xưởng tuyển quy mô nhỏ để tuyển tận thu than sạch trong loại than nghèo này, đồng thời giảm thiểu ô nhiễm môi trường mỏ. Các phân xưởng tuyển này có đặc điểm là năng suất dao động trong khoảng 250000 tấn/năm – 630000 tấn/năm. Qua số liệu thống kê, phân tích thực trạng dây chuyền công nghệ sàng, chế biến than nguyên khai có thể chia làm ba loại:

* Sàng khô, nhặt thủ công, nghiền pha trộn;
* Tuyển than bằng máy tuyển huyền phù tự sinh, máy tuyển huyền phù manhetit tang quay, xyclon huyền phù, máy lắng lưới chuyển động (dạng ROM);
* Tuyển than bằng bàn đãi môi trường khí.

Hầu hết các mỏ than vùng Quảng Ninh đều có tồn đọng khối lượng lớn than bã sàng và than chất lượng thấp, lượng than này có mỏ lên tới hơn 1 triệu tấn và hàng năm các mỏ tiếp tục bổ sung hàng trăm nghìn tấn vào các bãi chứa. Số liệu thống kê năm 2005 về lượng than bã sàng tồn đọng ở một số mỏ cho ở bảng 1.5 và tính chất than chất lượng thấp tại một số mỏ thể hiện bảng 1.6.

Bảng 1.5: Lượng than bã sàng tồn đọng ở các mỏ [4]

**ĐVT: 1.000 Tấn**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Tên mỏ** | **Than NK** | **Bã sàng sản xuất** | **Bã sàng tồn đọng** |
| 1 | Mạo Khê | 1.600 | 400 | 410 |
| 2 | Uông Bí | 1.800 | 300 | 80 |
| 3 | Hà Lầm | 1.400 | 280 | 100 |
| 4 | Hà Tu | 1.500 | 300 | 350 |
| 5 | Núi Béo | 3.000 | 450 | 200 |
| 6 | Cọc Sáu | 3.000 | 600 | 1.000 |
| 7 | Đèo Nai | 2.700 | 550 | 2.000 |
| 8 | Cao Sơn | 2.500 | 500 | 150 |
| 9 | Khe Chàm | 1.200 | 300 | 40 |
| 10 | Mông Dương | 1.800 | 200 | 80 |
| 11 | Dương Huy | 1.000 | 180 | 40 |
| 12 | Thống Nhất | 800 | 150 | 40 |
|  | **Tổng cộng** | **21.500** | **4.210** | **4.480** |

Bảng 1.6: Tính chất than chất lượng thấp tại một số mỏ vùng Quảng Ninh [4]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tên mỏ** | **Cấp hạt, mm** | **Thu hoạch, %** | **Độ tro, %** | **Tính khả tuyển** |
| **Hà Tu** | > 50 | 2,53 | 75,46 |  |
| 15–50 | 22,76 | 68,39 | TB tuyển |
| <15 | 74,71 | 44,06 | Khó tuyển |
| **Hà Ráng** | > 50 | 11,50 | 85,62 |  |
| 15–50 | 25,50 | 73,94 | TB tuyển |
| <15 | 63,00 | 47,42 |  |
| **Tràng Khê**  **(Uông Bí)** | > 50 | 8,79 | 78,56 |  |
| 15–50 | 12,24 | 58,0÷64,0 | TB tuyển |
| <15 | 78,97 | 39,84 |  |
| **Đông**  **Tràng Bạch**  **(Uông Bí)** | > 50 | 7,45 | 78,72 |  |
| 15–50 | 18,53 | 71,0÷74,0 | TB tuyển |
| <15 | 74,02 | 52,17 |
| **Cọc Sáu** | > 50 | 3,50 | 74,19 | TB tuyển |
| 15–50 | 39,38 | 47,0÷66,0 |
| <15 | 57,12 | 37,95 |

Bảng 1.6 cho thấy than cấp hạt >50mm chiếm tỷ lệ nhỏ, có độ tro cao, đa số là đá thải. Cấp hạt 0–15mm chiếm tỷ lệ lớn, độ tro dao động 35÷70% cần đưa xử lý để tận thu than, tránh gây ô nhiễm môi trường. Tính khả tuyển các cấp hạt 15–50 mm; 0–15 mm đa số là trung bình tuyển.

## 1 .3. Thực tế tuyển than chất lượng thấp tại Việt Nam

Than chất lượng thấp tại Việt Nam được tuyển chủ yếu bằng các thiết bị tuyển huyền phù tự sinh; máy tuyển huyền phù manhetit dạng tang quay; xyclon huyền phù; máy lắng lưới chuyển động (dạng ROMjig); bàn đãi khí.

**1 .3.1. Thực tế tuyển bằng máy tuyển huyền phù tự sinh**

Dây chuyền tuyển than chất lượng thấp bằng máy tuyển huyền phù tự sinh đã được các Mỏ than vùng Quảng Ninh áp dụng từ đầu những năm 2000. Sơ đồ công nghệ chung cho dây chuyền tuyển than bằng máy tuyển huyền phù tự sinh cho ở hình 1.1 [5] và kết quả chạy thử nghiệm tại Công ty TNHH một thành viên 91 cho ở bảng 1.7 [6]



# 

Hình 1.1: Sơ đồ công nghệ tuyển than bằng máy tuyển huyền phù tự sinh

# Bảng 1.7: Kết quả tuyển than bằng máy tuyển huyền phù tự sinh

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ngày** | **Than nguyên khai** | | **Than cám khô** | | **Than sạch** | | **Than cục nhặt tay** | | **Đá thải** | |
| **Q, tấn** | **A, %** | **Q, tấn** | **A, %** | **Q, tấn** | **A, %** | **Q, tấn** | **A, %** | **Q, tấn** | **A, %** |
| 13/10/2011 | 514 | 59 | 112 | 48,5 | 112 | 40 | 7 | 45,86 | 283 | 71 |
| 14/10/2011 | 618 | 59 | 135 | 48,5 | 135 | 40 | 8 | 45,86 | 340 | 71 |
| 15/10/2011 | 692 | 59 | 151 | 48,5 | 151 | 40 | 9 | 45,86 | 381 | 71 |
| 16/10/2011 | 900 | 52 | 460 | 45 | 128 | 38 | 53 | 48,83 | 259 | 72 |
| 17/10/2011 | 1062 | 52 | 543 | 45 | 151 | 38 | 63 | 48,83 | 306 | 72 |
| 19/10/2011 | 1208 | 52 | 490 | 39,5 | 175 | 30,2 | 20 | 12,93 | 523 | 72,5 |
| 20/10/2011 | 570 | 53 | 180 | 41,9 | 128 | 31,7 | 6 | 8,40 | 256 | 72,5 |
| 21/10/2011 | 150 | 58,07 | 37 | 47,6 | 30 | 34,2 |  |  | 83 | 72,5 |
| 23/10/2011 | 740 | 56,96 | 155 | 48 | 178 | 28,1 |  |  | 407 | 73 |
| 24/10/2011 | 920 | 56,86 | 200 | 44 | 214 | 30,7 |  |  | 506 | 73 |
| 25/10/2011 | 1150 | 56,77 | 218 | 45 | 300 | 31,13 |  |  | 632 | 73 |
| 26/10/2011 | 550 | 56,57 | 100 | 43,6 | 148 | 31,8 |  |  | 302 | 73 |
| 27/10/2011 | 600 | 55,95 | 102 | 44 | 168 | 29,7 |  |  | 330 | 73 |
| 28/10/2011 | 470 | 59,69 | 100 | 49,4 | 112 | 38,2 |  |  | 258 | 73 |
| 29/10/2011 | 743 | 61,64 | 170 | 59 | 165 | 37,5 |  |  | 408 | 72,5 |
| 30/10/2011 | 560 | 54,76 | 116 | 37,5 | 136 | 29,3 |  |  | 308 | 72,5 |
| 31/10/2011 | 310 | 44,49 | 65 | 36,8 | 75 | 28,5 |  |  | 303 | 72,5 |

Ưu điểm của máy tuyển huyền phù tự sinh là có cấu tạo đơn giản, giá thành đầu tư thấp, phù hợp với xưởng có năng suất thấp, không phải chi phí chất nặng. Nhưng nhược điểm cơ bản của nó là khó điều chỉnh lượng mùn trong máy tuyển nên khó điều chỉnh chất lượng sản phẩm tuyển, chi phí nước cho quá trình tuyển và chi phí khử nước cao.

### 1.3.2. Thực tế tuyển bằng máy tuyển huyền phù tang quay

Máy tuyển huyền phù manhetit dạng tang quay cũng được nhiều mỏ áp dụng để tuyển than chất lượng thấp. Sơ đồ tuyển bằng máy tuyển huyền phù tang quay cho ở hình 1.2 [5] và kết quả tuyển than bằng thiết bị này tại bãi than Uông Thượng – Uông Bí cho ở bảng 1.8. [7]

# Hình 1.2: Sơ đồ công nghệ tuyển bằng máy tuyển huyền phù tang quay

Ưu điểm chính của máy tuyển huyền phù manhetit dạng tang quay là cho hiệu suất tuyển cao và chất lượng sản phẩm than sạch và đá thải tốt hơn. Nhưng nhược điểm cơ bản của chúng là chi phí sản xuất cao do phải chi phí manhetit, chi phí khử mùn than trước khi tuyển và lắp đặt thêm dây chuyền thu hồi manhetit.

Bảng 1.8: Kết quả tuyển than bằng máy tuyển huyền phù manhetit dạng tang quay

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Số hiệu mẫu | Độ tro, % | | | Thu hoạch, % | |
| Than đầu | Than sạch | Đá thải | Than sạch | Đá thải |
| 1 | 45,68 | 12,79 | 78,78 | 50,16 | 49,84 |
| 2 | 45,12 | 11,91 | 79,24 | 50,68 | 49,32 |
| 3 | 45,53 | 11,56 | 78,89 | 49,55 | 50,45 |
| **Trung bình** | **45,44** | **12,09** | **78.97** | **50,13** | **49,87** |

### 1.3.3. Thực tế tuyển bằng máy lắng lưới chuyển động

Sơ đồ tuyển than chất lượng thấp bằng máy lắng lưới chuyển động đã được áp dụng trong những năm gần đây tại các mỏ Hà Tu và Tân Lập, kết quả tuyển ban đầu rất khả quan. Sơ đồ và kết quả tuyển than chất lượng thấp tại mỏ Hà Lầm được cho ở hình 1.3 và bảng 1.9 [8]



Than đầu

Sàng rung 10; 50mm

Đá +50mm

Cám khô -10mm

Máy lắng lưới chuyển động

Sàng tĩnh 10mm

Đá thải

Cám đá

Than cám

Sàng tĩnh 0,5mm

Nước tràn

Cám rửa

Than sạch

Sàng tĩnh 10mm

Bể lắng ngoài trời

Cám bùn

Nước tuần hoàn

# Hình 1.3: Sơ đồ tuyển than chất lượng thấp bằng máy lắng lưới chuyển động

# Bảng 1.9: Kết quả tuyển than bằng máy lắng lưới chuyển động

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TT | Chủng loại | Ngày 11/09/14 | | Ngày 12/09/14 | | Ngày 13/09/14 | |
| Thu hoạch, % | Độ tro, % | Thu hoạch, % | Độ tro, % | Thu hoạch, % | Độ tro, % |
| **A** | **Than đầu** | **100,0** | **51,43** | **100,0** | **51,1** | **100,0** | **51,27** |
| **B** | **Sản Phẩm** | **100,0** | **51,43** | **100,0** | **51,1** | **100,0** | **51,27** |
| 1 | Cục don | 34,32 | 45,26 | 28,55 | 33,58 | 31,43 | 39,42 |
| 2 | Cám don | 4,8 | 13,1 | 2,35 | 15,11 | 3,57 | 14,11 |
| 3 | Cám ướt | 20,19 | 37,76 | 19,67 | 41,84 | 19,93 | 40,6 |
| 4 | Bùn tràn | 13,39 | 59,9 | 11,98 | 41,96 | 12,69 | 50,93 |
| 5 | Cám đá | 5,17 | 37,9 | 4,61 | 48,37 | 4,89 | 43,14 |
| 6 | Đá thải | 22,13 | 79,82 | 32,84 | 78,17 | 27,48 | 79,00 |

Ưu điểm của máy lắng lưới chuyển động: thích hợp để tách đá ra khỏi than (tuyển ở tỷ trọng cao), công nghệ tuyển đơn giản, chi phí nước tuyển thấp. Nhược điểm cơ bản của nó là: than sạch có chất lượng thấp và không thích hợp cho các hạt nhỏ và mịn.

**1.3.4. Thực tế tuyển bằng bàn đãi khí**

Bàn đãi khí được áp dụng đầu tiên tại mỏ than Khánh Hòa, sau đó nó cũng được áp dụng tại xí nghiệp sàng tuyển và cảng Công ty TNHH MTV Uông Bí. Kết quả tuyển và sơ đồ tuyển bằng bàn đãi khí tại Công ty TNHH MTV Uông Bí cho ở bảng 1.10 và hình 1.4 [5]

Bảng 1.10: Kết quả tuyển than bằng bàn đãi khí

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày lấy mẫu | Than sạch | | Trung gian | | Đá thải | | Than đầu | |
| , % | A, % | , % | A, % | , % | A, % | , % | A, % |
| 18/8/2011 | 47,97 | 36,92 | 34,92 | 45,77 | 17,1 | 76,28 | 100,00 | 45,62 |
| 28/8/2011 | 46,12 | 33,56 | 37,33 | 48,36 | 16,55 | 74,91 | 100,00 | 43,67 |
| 3/3/2012 | 38,82 | 33,08 | 34,73 | 48,86 | 26,45 | 72,57 | 100,00 | 45,39 |
| 16/3/2012 | 40,81 | 38,03 | 34,23 | 50,07 | 24,96 | 76,67 | 100,00 | 49,18 |

Than nguyên khai chất lượng thấp

Sàng rung lỗ lưới 50 mm

Lọc bụi

Nhặt tay

Hệ thống lol lo

Máy thổi khí

Bàn đãi khí

Xoáy lốc khử bụi

Máy hút

Đá thải

Than sạch

Khí thải

Than sạch

Đá thải

Sàng 15 mm

-15 mm

+15 mm

Đập búa

Than trung gian +15 sau đập

Hình 1.4: Sơ đồ tuyển than chất lượng thấp bằng bàn đãi khí

Hệ thống cấp liệu

Ưu điểm chính của bàn đãi khí là: không có chi phí nước cho quá trình tuyển, thích hợp cho những nơi khô hạn thiếu nước. Nhưng nhược điểm cơ bản của nó là: chi phí điện năng lớn nhất là về mùa mưa phải sấy mẫu xuống độ ẩm dưới 8%, cho ra nhiều sản phẩm trung gian, hiệu quả tuyển rất thấp với than -10mm và +50mm.

### 1.3.5. Thực tế tuyển than bằng thiết bị băng tải

Gần đây một số mỏ đã áp dụng thiết bị tuyển băng tải để tuyển than chất lượng thấp với quy mô nhỏ như: mỏ than Hà Lầm, xí nghiệp 397 Đông Bắc… Kết quả tuyển than chất lượng thấp bằng thiết bị băng tải dốc tại Mỏ than Hà Lầm tám tháng đầu năm 2013 được cho ở bảng 1.11 [9].

# Bảng 1.11: Kết quả tuyển than bằng thiết bị tuyển băng tải

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tên sản phẩm** | **Thu hoạch, %** | **Độ tro, %** |
| Than sạch |  |  |
| - Cám 3C | 20,00 | 17,50 |
| - Cám 6A | 19,00 | 37,50 |
| - Cám 6B | 24,00 | 42,50 |
| - Than bùn | 18,00 | 37,50 |
| **Cộng than sạch** | **81,00** | **34,04** |
| Đá thải | 19,00 | 78,50 |
| **Cộng** | **100,00** | **42,49** |

Kết quả tuyển bước đầu khá khả quan nhưng các thử nghiệm của các mỏ than trên có tính tự phát, không có tính hệ thống, chưa đánh giá các yếu tố công nghệ như ảnh hưởng của thành phần độ hạt than đưa tuyển, ảnh hưởng của mùn than cấp hạt -3mm trong than đưa tuyển, tỉ số L/R, tốc độ dòng nước vv. Ngoài ra vấn đề xử lý bùn nước sau khi tuyển than bằng thiết bị tuyển băng tải hoàn toàn bị thả nổi... Do đó, các mỏ trên chưa đưa ra được chế độ công nghệ tuyển than hợp lý bằng thiết bị này, vì vậy chưa phát huy hết tính ưu việt của nó cũng như chưa đánh giá được tính hiệu quả của thiết bị băng tải so với các thiết bị tuyển than truyền thống khác.

Ngoài ra một số mỏ còn áp dụng thiết bị xoáy lốc huyền phù để tuyển than chất lượng thấp nhưng hiệu quả tuyển không cao.

## 1.4. Lựa chọn thiết bị tuyển than chất lượng thấp phù hợp thực tế tuyển than tại Việt Nam

Những ưu điểm cơ bản của các dây chuyển tuyển than chất lượng thấp tại Việt Nam như sau:

* Các dây chuyền đã đáp ứng được các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật, mang lại hiệu quả cao trong sản xuất, do tận thu được than sạch trong các sản phẩm tồn đọng tại mỏ, tiết kiệm được tài nguyên và giảm thiểu ô nhiễm môi trường;
* Các thiết bị tuyển là một số loại máy mới xuất hiện trên thế giới vào cuối thế kỷ XX nên có nhiều ưu điểm về sơ đồ công nghệ và chi phí năng lượng;
* Các thiết bị công nghệ do trong nước thiết kế, chế tạo được;
* Các dây chuyền sản xuất mới đã đưa sản lượng than sạch của cả nước tăng lên đáng kể;

Điểm yếu cơ bản của các dây chuyền công nghệ này là phần tự động hóa dây chuyền công nghệ còn thấp.

Việc lựa chọn một thiết bị tuyển than chất lượng thấp phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố: Tính chất của than đưa tuyển; giá thành đầu tư và tuyển một tấn than; khả năng thu hồi loại than có thể bán được; yêu cầu chất lượng của các sản phẩm than sạch và đá thải; quy mô sản xuất... Các thiết bị tuyển than chất lượng thấp mới xuất hiện tại Việt Nam có những đặc điểm cơ bản sau:

Thiết bị tuyển huyền phù tự sinh dạng tang quay có ưu điểm nổi bật là không phải chi phí chất nặng. Nhưng nhược điểm của nó là: chất lượng sản phẩm than sạch và đá thải thấp; chi phí nước tuyển cao và khó điều chỉnh lượng mùn trong máy tuyển, chỉ thích hợp với cỡ hạt 10 – 50(70)mm.

Máy tuyển huyền phù manhetit dạng tang quay có hiệu suất tuyển cao, chất lượng sản phẩm than sạch và đá thải cao. Nhưng chi phí tuyển lớn do phải chi phí manhetit, khử mùn và thu hồi chất nặng.

Máy lắng lưới chuyển động có chi phí nước tuyển thấp, thích hợp cho việc tuyển than ở tỷ trọng cao, công nghệ tuyển đơn giản. Nhưng thiết bị này không phù hợp để tuyển than hạt nhỏ và mịn.

Bàn đãi khí không phải chi phí nước tuyển, thích hợp cho những vùng thiếu nước. Nhưng nó có hiệu quả tuyển thấp với than cấp hạt -10mm và +50mm, tốn năng lượng nhất là về mùa mưa do phải sấy than trước khi tuyển.

Thiết bị tuyển băng tải có cấu tạo đơn giản vận hành dễ dàng, nhưng chưa có nghiên cứu cụ thể nào tại Việt Nam.

# Chương 2

# MẪU VÀ THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

## 2.1. Mẫu thí nghiệm

Mẫu thí nghiệm được lấy tại kho Tam giác quay của mỏ than Vàng Danh. Đây là loại than chất lượng thấp của mỏ gồm hai loại than là than trung gian của nhà máy tuyển than Vàng Danh và than nguyên khai của vỉa than xấu. Đồng thời trong quá trình nghiên cứu đã lấy thêm một mẫu than chất lượng thấp vùng Cẩm Phả để làm thí nghiệm đối chứng. Các mẫu sau khi gia công, trộn đều giản lược được lấy mẫu phân tích rây, phân tích chìm nổi và phân tích độ tro. Tính chất của mẫu than Vàng Danh được cho ở bảng 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5 và các đồ thị hình 2.1; 2.2; 2.3 và 2.4. Còn mẫu than Cẩm Phả được cho ở các bảng 2.6; 2.7; 2.8; 2.9; 2.10 và các đồ thị hình 2.5; 2.6; 2.7; 2.8.

Bảng 2.1: Thành phần độ hạt của mẫu than Vàng Danh

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cấp hạt, mm | Thu hoạch, % | Độ tro, % |
| +20 | 4,72 | 48,35 |
| 15-20 | 8,33 | 43,2 |
| 6-15 | 19,44 | 46,66 |
| 3-6 | 21,61 | 44,53 |
| 1-3 | 18,11 | 45,6 |
| 0.5-1 | 12,37 | 43,64 |
| 0,1-0.5 | 6,12 | 43,4 |
| -0,1 | 9,3 | 40,4 |
| **Cộng** | **100,0** | **44,64** |



Hình 2.1: Thành phần độ hạt của mẫu than Vàng Danh

Bảng 2.2: Thành phần tỷ trọng của mẫu than Vàng Danh cấp hạt 3 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Cấp hạt 6 - 20mm | | | Cấp hạt 3 - 6mm | | | Cấp hạt 3 – 20mm | | |
| c,% | h,% | A, % | c,% | h,% | A, % | h,% | c,% | A, % |
| -1,6 | 3,2 | 0,89 | 3,03 | 3,61 | 0,78 | 3,5 | 1,67 | 3,38 | 3,25 |
| 1.6-1.7 | 31,44 | 8,73 | 4,84 | 30,68 | 6,63 | 4,79 | 15,36 | 31,11 | 4,82 |
| 1.7-1.8 | 10,98 | 3,05 | 11,13 | 14,3 | 3,09 | 10,3 | 6,14 | 12,43 | 10,71 |
| 1.8-2.0 | 11,2 | 3,11 | 32,74 | 5,69 | 1,23 | 31,32 | 4,34 | 8,79 | 32,34 |
| +2.0 | 43,18 | 11,99 | 84,9 | 45,72 | 9,88 | 83,27 | 21,87 | 44,29 | 84,17 |
| **Cộng** | **100** | **27,77** | **43,17** | **100** | **21,61** | **42,92** | **49,38** | **100** | **43,06** |

Bảng 2.3: Kết quả phân tích chìm nổi than Vàng Danh cấp hạt 3 – 6mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,6 | 3,61 | 3,5 | 12,64 | 3,61 | 12,64 | 3,5 | 100 | 4292,2 | 42,92 |
| 1.6-1.7 | 30,68 | 4,79 | 146,96 | 34,29 | 159,6 | 4,65 | 96,39 | 4279,56 | 44,4 |
| 1.7-1.8 | 14,3 | 10,3 | 147,29 | 48,59 | 306,89 | 6,32 | 65,71 | 4132,6 | 62,89 |
| 1.8-2.0 | 5,69 | 31,32 | 178,21 | 54,28 | 485,1 | 8,94 | 51,41 | 3985,31 | 77,52 |
| +2.0 | 45,72 | 83,27 | 3807,1 | 100 | 4292,2 | 42,92 | 45,72 | 3807,1 | 83,27 |
| **Cộng** | 100 | 42,92 | 4292 |  |  |  |  |  |  |



Hình 2.2: Đường cong khả tuyển than Vàng Danh cấp hạt 3 – 6mm

Bảng 2.4: Kết quả phân tích chìm nổi than Vàng Danh cấp hạt 6 - 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,6 | 3,2 | 3,03 | 9,7 | 3,2 | 9,7 | 3,03 | 100 | 4316,75 | 43,17 |
| 1.6-1.7 | 31,44 | 4,84 | 152,17 | 34,64 | 161,87 | 4,67 | 96,8 | 4307,05 | 44,49 |
| 1.7-1.8 | 10,98 | 11,13 | 122,21 | 45,62 | 284,08 | 6,23 | 65,36 | 4154,88 | 63,57 |
| 1.8-2.0 | 11,2 | 32,74 | 366,69 | 56,82 | 650,77 | 11,45 | 54,38 | 4032,67 | 74,16 |
| +2.0 | 43,18 | 84,9 | 3666 | 100 | 4316,8 | 43,17 | 43,18 | 3665,98 | 84,9 |
| **Cộng** | 100 | 43,17 | 4317 |  |  |  |  |  |  |



Hình 2.3: Đường cong khả tuyển than Vàng Danh cấp hạt 6 – 20mm

Bảng 2.5: Kết quả phân tích chìm nổi than Vàng Danh cấp hạt 3 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,6 | 3,38 | 3,25 | 10,99 | 3,38 | 10,99 | 3,25 | 100 | 4306,23 | 43,06 |
| 1.6-1.7 | 31,11 | 4,82 | 149,95 | 34,49 | 160,94 | 4,67 | 96,62 | 4295,24 | 44,45 |
| 1.7-1.8 | 12,43 | 10,71 | 133,13 | 46,92 | 294,07 | 6,27 | 65,51 | 4145,29 | 63,28 |
| 1.8-2.0 | 8,79 | 32,34 | 284,27 | 55,71 | 578,34 | 10,38 | 53,08 | 4012,16 | 75,59 |
| +2.0 | 44,29 | 84,17 | 3727,9 | 100 | 4306,2 | 43,06 | 44,29 | 3727,89 | 84,17 |
| **Cộng** | 100 | 43,06 | 4306 |  |  |  |  |  |  |



Hình 2.4: Đường cong khả tuyển than Vàng Danh cấp hạt 3 – 20mm

Bảng 2.6: Thành phần độ hạt của than vùng Cẩm Phả

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cấp hạt, mm | Thu hoạch, % | Độ tro, % |
| 15 -20 | 9,5 | 42,91 |
| 6 – 15 | 18 | 33,75 |
| 3 – 6 | 19,8 | 34,05 |
| 1 – 3 | 23,2 | 27,94 |
| 0.5 – 1 | 15 | 27,52 |
| -0,5 | 14,5 | 31,96 |
| **Cộng** | 100 | 32,14 |



Hình 2.5: Đường đặc tính độ hạt của mẫu than vùng Cẩm Phả

Bảng 2.7: Kết quả phân tích chìm nổi than Cẩm Phả cấp hạt 3 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Cấp hạt 6 - 20 mm | | Cấp hạt 3– 6mm | | Cấp hạt 3 - 20 mm | | | |
| c,% | h,% | A, % | c,% | h,% | A, % | h,% | c,% |
| -1,5 | 1,57 | 6,01 | 1,18 | 7,89 | 2,75 | 6,82 | 2,75 | 6,82 |
| 1,5-1,6 | 2,09 | 7,55 | 0,49 | 9,23 | 2,58 | 7,87 | 5,33 | 7,33 |
| 1,6-1,7 | 22,21 | 18,56 | 19,8 | 22,78 | 42,01 | 20,55 | 47,34 | 19,06 |
| 1,7-1,8 | 5,45 | 24,62 | 5,28 | 25,76 | 10,73 | 25,18 | 58,07 | 20,19 |
| 1,8-1,9 | 5,29 | 30,71 | 3,49 | 34,11 | 8,78 | 32,06 | 66,85 | 21,75 |
| 1,9-2,0 | 2,14 | 50,91 | 0,96 | 50,33 | 3,1 | 50,73 | 69,95 | 23,03 |
| +2,0 | 19,39 | 80,71 | 10,66 | 81,35 | 30,05 | 80,94 | 100 | 40,44 |
| Cộng | **58,14** | **41,42** | **41,86** | **39,07** | **100** | **40,44** |  |  |

Bảng 2.8: Kết quả phân tích chìm nổi than Cẩm Phả cấp 6 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,5 | 2,7 | 6,01 | 16,23 | 2,7 | 16,23 | 6,01 | 100 | 4141,58 | 41,42 |
| 1.5 - 1.6 | 3,6 | 7,55 | 27,18 | 6,3 | 43,41 | 6,89 | 97,3 | 4125,35 | 42,40 |
| 1.6 - 1.7 | 38,2 | 18,56 | 708,99 | 44,5 | 752,4 | 16,91 | 93,7 | 4098,17 | 43,74 |
| 1.7 - 1.8 | 9,37 | 24,62 | 230,69 | 53,87 | 983,09 | 18,25 | 55,5 | 3389,18 | 61,07 |
| 1.8 - 1.9 | 9,1 | 30,71 | 279,46 | 62,97 | 1262,55 | 20,05 | 46,13 | 3158,49 | 68,47 |
| 1.9 - 2.0 | 3,68 | 50,91 | 187,35 | 66,65 | 1449,9 | 21,75 | 37,03 | 2879,03 | 77,75 |
| +2,0 | 33,35 | 80,71 | 2691,68 | 100 | 4141,58 | 41,42 | 33,35 | 2691,68 | 80,71 |
| **Cộng** | **100,0** | **41,42** | **4142** |  |  |  |  |  |  |



Cấp tỷ trọng

Độ tro, %

Thu hoạch phần nổi, %

Thu hoạch phần chìm, %

Hình 2.6: Đường cong khả tuyển than Cẩm Phả cấp hạt 6 – 20mm

Bảng 2.9: Kết quả phân tích chìm nổi than Cẩm Phả cấp 3 – 6mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,5 | 2,82 | 7,89 | 22,25 | 2,82 | 22,25 | 7,89 | 100 | 3907,09 | 39,07 |
| 1.5 - 1.6 | 1,17 | 9,23 | 10,8 | 3,99 | 33,05 | 8,28 | 97,18 | 3884,84 | 39,98 |
| 1.6 - 1.7 | 47,3 | 22,78 | 1077,49 | 51,29 | 1110,54 | 21,65 | 96,01 | 3874,04 | 40,35 |
| 1.7 - 1.8 | 12,61 | 25,76 | 324,83 | 63,9 | 1435,37 | 22,46 | 48,71 | 2796,55 | 57,41 |
| 1.8 - 1.9 | 8,34 | 34,11 | 284,48 | 72,24 | 1719,85 | 23,81 | 36,1 | 2471,72 | 68,47 |
| 1.9 - 2.0 | 2,29 | 50,33 | 115,26 | 74,53 | 1835,11 | 24,62 | 27,76 | 2187,24 | 78,79 |
| +2,0 | 25,47 | 81,35 | 2071,98 | 100 | 3907,09 | 39,07 | 25,47 | 2071,98 | 81,35 |
| **Cộng** | **100,0** | **39,07** | **3907** |  |  |  |  |  |  |



Cấp tỷ trọng

Độ tro, %

Thu hoạch phần nổi, %

Thu hoạch phần chìm, %

Hình 2.7: Đường cong khả tuyển than Cẩm Phả cấp hạt 3 – 6mm

Bảng 2.10: Kết quả phân tích chìm nổi than Cẩm Phả cấp 3 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp tỷ trọng | Than đầu | | | Phần nổi | | | Phần chìm | | |
| c,% | A, % | A, % | c+,% | A+,% | A, % | c-,% | A-,% | A, % |
| -1,5 | 2,75 | 6,82 | 18,76 | 2,75 | 18,76 | 6,82 | 100 | 4043,55 | 40,44 |
| 1.5 - 1.6 | 2,58 | 7,87 | 20,3 | 5,33 | 39,06 | 7,33 | 97,25 | 4024,79 | 41,39 |
| 1.6 - 1.7 | 42,01 | 20,55 | 863,31 | 47,34 | 902,37 | 19,06 | 94,67 | 4004,49 | 42,30 |
| 1.7 - 1.8 | 10,73 | 25,18 | 270,18 | 58,07 | 1172,55 | 20,19 | 52,66 | 3141,18 | 59,65 |
| 1.8 - 1.9 | 8,78 | 32,06 | 281,49 | 66,85 | 1454,04 | 21,75 | 41,93 | 2871 | 68,47 |
| 1.9 - 2.0 | 3,1 | 50,73 | 157,26 | 69,95 | 1611,3 | 23,04 | 33,15 | 2589,51 | 78,11 |
| +2,0 | 30,05 | 80,94 | 2432,25 | 100 | 4043,55 | 40,44 | 30,05 | 2432,25 | 80,94 |
| **Cộng** | 100 | 40,44 | 4044 |  |  |  |  |  |  |



Độ tro, %

Thu hoạch phần nổi, %

Thu hoạch phần chìm, %

Cấp tỷ trọng

Hình 2.8: Đường cong khả tuyển than Cẩm Phả cấp hạt 3 – 20mm

Từ kết quả phân tích tính chất của mẫu nhận thấy:

* Trong cả hai mẫu than nghiên cứu lượng than có độ tro thấp tập trung chủ yếu ở cấp tỷ trọng nhỏ hơn 2,0, còn lượng than có độ tro cao tập trung ở cấp tỷ trọng lớn hơn 2,0;
* Lượng than có tỷ trọng nhỏ hơn 1,6 chiếm tỷ lệ rất ít, lượng than trung gian có tỷ trọng từ 1,6 – 1,9 chiếm một tỷ lệ khá cao. Như vậy, mẫu nghiên cứu thuộc loại khó tuyển khi đánh giá theo thu hoạch than trung gian (chỉ số T);
* Mẫu than thuộc loại khó tuyển trọng lực khi lấy ra than sạch có độ tro dưới 20 - 25% và tỷ trọng phân tuyển của than vùng Vàng Danh (khoảng trên 2,0) cao hơn so với than Cẩm Phả (trên 1,8);
* Độ tro phân bố khá đồng đều theo các cấp hạt;
* Thu hoạch cấp +20mm là không đáng kể.

**2.2. Thiết bị thí nghiệm**

**2.2.1. Cấu tạo**

Thiết bị tuyển băng tải là một băng tải lòng máng có chiều dài 6000mm và chiều rộng 600mm, thiết bị này có thể điều chỉnh được tốc độ cấp liệu; tốc độ chuyển động của băng tải; vị trí cấp liệu và góc nghiêng của băng tải. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm được cho ở hình 2.9 và thiết bị tuyển băng tải phòng thí nghiệm được cho ở hình 2.10.



Hình 2.9: Sơ đồ thiết bị thí nghiệm

1 – Trục dẫn động; 2 – Động cơ truyền động; 3 – Hộp điều khiển; 4 – Biến tần; 5 – Van cấp nước; 6 - Bunke cấp liệu; 7 – Động cơ lắc cấp liệu; 8 – Băng tải; 9 – Ống cấp nước; 10 – Sàng tĩnh khử nước; 11 – Bể chứa nước tuần hoàn; 12 – Máy bơm nước; 13 - Thùng chứa than sạch, 14- Thùng chứa đá thải



### 

Hình 2.10: Thiết bị tuyển băng tải phòng thí nghiệm

### 2.2.2.Nguyên lý làm việc

Thiết bị tuyển băng tải có nguyên lý làm việc tương tự như các thiết bị tuyển trong dòng nước chảy theo mặt phẳng nghiêng (tuyển theo lớp mỏng). Đặc tính của dòng nước chảy theo mặt phẳng nghiêng là tốc độ chuyển động của dòng nước thay đổi theo chiều sâu, càng xuống sâu tốc độ chuyển động của dòng nước càng giảm. Vì vậy, các hạt nằm ở lớp trên sẽ chuyển động nhanh hơn so với các hạt nằm ở lớp dưới do chịu tác động của dòng nước lớn hơn.

Cấp liệu



Đá thải

Than sạch

Hạt đá

Hạt than

Hình 2.11. Nguyên lý làm việc của thiết bị tuyển băng tải

Khi cho hỗn hợp các hạt vật liệu vào thiết bị tuyển băng tải thì các hạt có lực trọng lực lớn sẽ chuyển động đi xuống nhanh hơn so với các hạt có lực trọng lực nhỏ. Vì thế, các hạt có lực trọng lực lớn (hạt đá) sẽ nằm sát với bề mặt băng và được băng tải vận chuyển vào sản phẩm đá thải. Các hạt có lực trọng lực nhỏ hơn (hạt than) nằm lớp trên, chịu tác dụng của dòng nước lớn hơn nên bị dòng nước cuốn vào sản phẩm than sạch. Nguyên lý làm việc của thiết bị tuyển băng tải được cho ở hình 2.11.

## 2.3. Điều kiện thí nghiệm và cách xử lý số liệu

Các thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp truyền thống, nghĩa là tiến hành khảo sát lần lượt từng thông số. Trong mỗi loạt thí nghiệm các thông số điều kiện được giữ nguyên ngoài thông số được khảo sát. Giá trị thông số tốt nhất ở loạt thí nghiệm trước được giữ cố định cho các loạt thí nghiệm sau. Khối lượng một mẫu thí nghiệm trên thiết bị tuyển băng tải là 100kg, còn các điều kiện thí nghiệm cho ở bảng 2.11 và sơ đồ thí nghiệm được như hình 2.12.

# Bảng 2.11: Các thông số khảo sát

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| TT | Thông số | Đơn vị | Khoảng thay đổi giá trị thí nghiệm |
| 1 | Chi phí nước | L/R | 8,6; 9,4; 10,2; 11 |
| 2 | Năng suất cấp liệu | t/h | 0,8; 1; 1,2; 1,4 |
| 3 | Tốc độ băng tải | m/s | 0,27; 0,3; 0,33; 0,36; 0,39 |
| 4 | Góc nghiêng băng tải | Độ | 5, 6; 7; 8; 9 |
| 5 | Vị trí cấp liệu | x/L\* | 0,27; 0,29; 0,31; 0,33; 0,35 |
| \*x - là khoảng cách từ vị trí cấp liệu đến ngưỡng tràn  L - là chiều dài băng tải | | | |

Than sạch

Thiết bị tuyển băng tải

Đá thải

Than đầu

Hình 2.12: Sơ đồ thí nghiệm

Các sản phẩm của từng thí nghiệm được sấy khô, cân xác định trọng lượng mẫu, lấy mẫu phân tích độ tro. Hiệu quả tuyển của máy được đánh giá thông qua các thông số sau: Than sạch có độ tro (A) nhỏ hơn 20% - 25%, đồng thời có thu hoạch () và thực thu () có thể chấp nhận được. Sản phẩm đá thải có độ tro trên 70 - 75%. Ngoài ra thiết bị tuyển băng tải còn được đánh giá thông qua hiệu suất tuyển ().

Hiệu suất tuyển là tỷ số giữa tỷ lệ thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch than sạch theo lý thuyết. Dựa vào giá trị độ tro than sạch thực tế sau khi tuyển sẽ xác định được thu hoạch than sạch lý thuyết theo phương pháp đồ thị.

Hiệu suất tuyển được xác định theo công thức sau:

**** (2.1)

Trong đó: -  là hiệu suất tuyển, %

- tt là thu hoạch than sạch thực tế, %

**-** lt là thu hoạch than sạch lý thuyết, %

**Chương** **3**

# NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ TUYỂN THAN CHẤT LƯỢNG THẤP TRÊN THIẾT BỊ TUYỂN BĂNG TẢI

Có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả tuyển than trên thiết bị tuyển băng tải. Trong chương này chỉ tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số sau: tốc độ cấp liệu; chi phí nước rửa; tốc độ chuyển động của băng tải; góc nghiêng của băng tải; vị trí cấp liệu và tuyển theo cấp hạt.

**3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ cấp liệu**

Năng suất cấp liệu ảnh hưởng đến thời gian phân tầng của vật liệu trên mặt băng. Nếu năng suất lớn quá các hạt khoáng chưa kịp phân tầng đã bị phân chia thành hai sản phẩm than sạch và đá thải làm giảm hiệu quả tuyển. Điều kiện thí nghiệm:

* Tỷ lệ L/R: 10,2;
* Tốc độ chuyển động của băng tải: 0,33m/s;
* Vị trí cấp liệu, x/L: 0,31;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Năng suất cấp liệu thay đổi lần lượt là: 0,8; 1; 1,2 và 1,4 t/h.

Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.1 và đồ thị hình 3.1. Từ kết quả thí nghiệm và kết quả phân tích mẫu ở bảng 2.4 vẽ đồ thị hình 3.2 biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết. Từ đồ thị hình 3.2 xác định được hiệu suất tuyển theo công thức 2.1, kết quả được cho ở bảng 3.2.

Từ kết quả thí nghiệm có một số nhận xét sau:

* Năng suất cấp liệu tăng, độ tro than sạch tăng dần;
* Năng suất cấp liệu tăng từ 0,8 – 1t/h thì thu hoạch, thực thu than sạch tăng và hiệu suất tuyển tăng. Nếu tiếp tục tăng tốc độ cấp liệu lên trên 1t/h thì thu hoạch, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lại giảm chứng tỏ các hạt khoáng đã không đủ thời gian phân tầng nên đã phân bố nhầm vào các sản phẩm;
* Từ kết quả thí nghiệm chọn năng suất tối ưu 1t/h, khi đó thu hoạch, độ tro, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73%; 83,96% và 83,92%.

Bảng 3.1: Kết quả thí nghiệm xác định năng suất tối ưu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Năng suất, t/h | Tên sản phẩm | , % | A, % | , % |
| 0.8t/h | Than sạch | 59,54 | 21,24 | 83,13 |
| Đá thải | 40,46 | 76,48 | 16,87 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 1 t/h | Than sạch | 62,1 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,9 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 1.2 t/h | Than sạch | 60,2 | 24,17 | 81,11 |
| Đá thải | 39,8 | 73,28 | 18,9 |
| **Cộng** | **100** | **43,72** | **100,01** |
| 1.4 t/h | Than sạch | 59,7 | 25,16 | 79,63 |
| Đá thải | 40,3 | 71,64 | 20,37 |
| **Cộng** | **100** | **43,89** | **100** |



Hình 3.1: Đồ thị miêu tả sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào năng suất cấp liệu



# Hình 3.2: Đồ thị biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế

so với thu hoạch lý thuyết khi năng suất cấp liệu thay đổi

Bảng 3.2: Hiệu suất tuyển khi năng suất thay đổi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Năng suất, t/h | tt, % | lt, % | , % |
| 0,8 | 59,54 | 71 | 83,86 |
| 1 | 62,1 | 74 | 83,92 |
| 1,2 | 60,2 | 75 | 80,27 |
| 1,4 | 59,7 | 76 | 78,55 |

## 3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của chi phí nước rửa

Chi phí nước tuyển ảnh hưởng lớn đến hiệu quả tuyển, chi phí nước lớn hạt đá chưa kịp phân tầng đã bị vận chuyển vào sản phẩm than sạch làm giảm chất lượng than sạch. Nếu chi phí nước thấp, lượng nước không đủ để vận chuyển các hạt than vào sản phẩm than sạch làm mất mát than sạch vào đá thải.

Điều kiện thí nghiệm:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tốc độ chuyển động của băng tải: 0,33m/s;
* Vị trí cấp liệu, x/L: 0,31;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Tỷ số L/R thay đổi lần lượt là: 8,6; 9,4; 10,2 và 11.

Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.3 và đồ thị hình 3.3. Từ kết quả thí nghiệm và kết quả phân tích mẫu ở bảng 2.4 vẽ đồ thị hình 3.4 biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết. Từ đồ thị hình 3.4 xác định được hiệu suất tuyển theo công thức 2.1, kết quả được cho ở bảng 3.4.

Bảng 3.3: Kết quả thí nghiệm xác định tỷ số L/R

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tỷ lệ L/R | Tên sản phẩm | , % | A, % | , % |
| 8,6 | Than sạch | 54,1 | 18,42 | 78,1 |
| Đá thải | 45,9 | 73,04 | 21,9 |
| **Cộng** | **100** | **43,49** | **100** |
| 9,4 | Than sạch | 58,4 | 21,85 | 80,73 |
| Đá thải | 41,6 | 73,82 | 19,27 |
| **Cộng** | **100** | **43,47** | **100** |
| 10,2 | Than sạch | 62,10 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,90 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 11 | Than sạch | 69,1 | 30,77 | 84,79 |
| Đá thải | 30,9 | 72,22 | 15,21 |
| **Cộng** | **100** | **43,58** | **100** |

Từ kết quả thí nghiệm nhận thấy:

* Tăng chi phí nước tuyển thu hoạch, thực thu và độ tro của than sạch tăng dần. Còn thu hoạch và thực thu sản phẩm đá thải giảm dần. Độ tro sản phẩm đá thải đầu tiên tăng dần, nhưng khi chi phí nước tuyển vượt quá giá trị tối ưu độ tro sản phẩm đá thải lại giảm đi, điều này có thể là do ở chi phí nước tuyển quá lớn các hạt khoáng chưa kịp phân tầng đã bị vận chuyển vào các sản phẩm khác tên làm giảm chất lượng của sản phẩm than sạch và đá thải;



# 

# Hình 3.3: Đồ thị miêu tả sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào chi phí nước tuyển

# 

# Hình 3.4: Đồ thị biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết khi năng suất cấp liệu thay đổi

# Bảng 3.4: Hiệu suất tuyển khi tỷ số L/R thay đổi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tỷ lệ L/R | tt, % | lt, % | , % |
| 8,6 | 54,1 | 66,5 | 81,35 |
| 9,4 | 58,4 | 71 | 82,25 |
| 10,2 | 62,1 | 74 | 83,92 |
| 11 | 69,1 | 83 | 83,25 |

* Khi tăng tỷ lệ L/R từ 8,6 đến 10,2 thì hiệu suất tuyển tăng. Tiếp tục tăng tỷ lệ L/R quá 10,2 thì hiệu suất tuyển bắt đầu giảm dần vì với chi phí nước rửa lớn các hạt đá thải chưa kịp đi vào sản phẩm đá thải đã bị dòng nước cuốn và sản phẩm than sạch làm giảm chất lượng của than sạch;
* Từ kết quả thí nghiệm chọn tỷ số L/R tối ưu 10,2 t/h, khi đó thu hoạch, độ tro, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73%; 83,96% và 83,92%.

**3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng về tốc độ chuyển động của băng tải**

Băng tải chuyển động nhanh quá thì thời gian vật liệu nằm trên băng tải giảm, các hạt chưa kịp phân chia đã bị vận chuyển vào sản phẩm than sạch và đá thải, làm cho chất lượng của các sản phẩm tuyển giảm. Nếu băng tải chuyển động chậm quá dễ làm cho các hạt đá kích thước nhỏ hoặc có dạng hình vẩy đi vào sản phẩm than sạch làm giảm chất lượng than sạch.

Điều kiện thí nghiệm:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Vị trí cấp liệu, x/L: 0,31;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Tốc độ băng tải thay đổi lần lượt là: 0,27; 0,3; 0,33; 0,36 và 0,39m/s.

Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.5 và đồ thị hình 3.5. Từ kết quả thí nghiệm và kết quả phân tích mẫu ở bảng 2.4 vẽ đồ thị hình 3.6 biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết. Từ đồ thị hình 3.6 xác định được hiệu suất tuyển theo công thức 2.1, kết quả được cho ở bảng 3.6.

# Bảng 3.5: Kết quả thí nghiệm xác định tốc độ băng tải tối ưu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tốc độ, m/s | Tên sản phẩm | , % | A, % | , % |
| 0,27 | Than sạch | 66,35 | 27,21 | 86,03 |
| Đá thải | 33,65 | 76,7 | 13,97 |
| **Cộng** | **100** | **43,86** | **100** |
| 0,3 | Than sạch | 64,8 | 26,15 | 85,12 |
| Đá thải | 35,2 | 76,23 | 14,88 |
| **Cộng** | **100** | **43,78** | **100** |
| 0,33 | Than sạch | 62,1 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,9 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 0,36 | Than sạch | 57,9 | 22,79 | 79,39 |
| Đá thải | 42,1 | 72,43 | 20,61 |
| **Cộng** | **100** | **43,69** | **100** |
| 0,39 | Than sạch | 56 | 21,31 | 78,21 |
| Đá thải | 44 | 72,1 | 21,79 |
| **Cộng** | **100** | **43,66** | **100,00** |



# Hình 3.5: Đồ thị miêu tả sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào tốc độ chuyển động của băng tải



# Hình 3.6: Đồ thị biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết khi tốc độ băng tải thay đổi

# Bảng 3.6: Hiệu suất tuyển khi tỷ số tốc độ băng tải thay đổi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tốc độ băng tải, m/s | tt, % | lt, % | , % |
| 0,27 | 66,35 | 78,5 | 84,52 |
| 0,3 | 64,8 | 77 | 84,16 |
| 0,33 | 62,1 | 74 | 83,92 |
| 0,36 | 57,9 | 72,5 | 79,86 |
| 0,39 | 56 | 71 | 78,87 |

Khi tăng tốc độ băng tải từ 0,27 đến 0,39m/s có một số nhận xét sau:

* Tốc độ băng tải tăng thì thu hoạch thì thực thu và độ tro sản phẩm sạch giảm dần, đồng thời hiệu suấ tuyển cũng giảm dần. Còn thu hoạch và thực thu của sản phẩm đá thải tăng dần;
* Khi tăng tốc độ băng tải từ 0,27 đến 0,33m/s thì độ tro sản phẩm đá thải tăng dần. Nhưng nếu tiếp tục tăng tốc độ băng tải quá 0,33m/s thì độ tro sản phẩm đá thải lại giảm dần. Nguyên nhân có thể là do các hạt than kích thước lớn chưa kịp được dòng nước vận chuyển vào sản phẩm than sạch đã được băng tải vận chuyển vào sản phẩm đá thải làm giảm độ tro của đá thải;
* Muốn thu hồi triệt để than sạch cần giảm tốc độ chuyển động của băng tải, nhưng chất lượng của than sạch giảm đi;
* Khi tăng tốc độ băng tải thì thời gian vận chuyển các hạt than vào sản phẩm than sạch lâu hơn. Còn thời gian vận chuyển các hạt khoáng vào sản phẩm đá thải nhanh hơn, làm cho các hạt than đi vào sản phẩm đá thải và hiệu suất tuyển giảm dần;
* Từ kết quả thí nghiệm chọn tốc độ chuyển động tối ưu của băng tải là 0,33m/s, khi đó thu hoạch, độ tro, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73%; 83,96% và 83,92%.

**3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí cấp liệu**

Vị trí cấp liệu ảnh hưởng đến thời gian phân chia của các hạt than và đá trên mặt băng. Nếu vị trí cấp liệu quá gần ngưỡng tràn, các hạt khoáng chưa kịp phân chia đã bị dòng nước cuốn vào sản phẩm than sạch làm giảm chất lượng than sạch. Còn nếu vị trí cấp liệu nằm quá xa ngưỡng tràn thì các hạt than chưa kịp để dòng nước cuốn vào sản phẩm than sạch đã bị băng tải vận chuyển vào sản phẩm đá thải, gây mất mát than sạch.

Điều kiện thí nghiệm:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Tốc độ băng tải: 0,33m/s;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Vị trí cấp liệu (x/L) thay đổi lần lượt là: 0,27; 0,29; 0,31; 0,33 và 0,35.

Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.7 và đồ thị hình 3.7. Từ kết quả thí nghiệm và kết quả phân tích mẫu ở bảng 2.4 vẽ đồ thị hình 3.8 biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết. Từ đồ thị hình 3.8 xác định được hiệu suất tuyển theo công thức 2.1, kết quả được cho ở bảng 3.8.

Bảng 3.7: Kết quả thí nghiệm xác định vị trí cấp liệu tối ưu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Vị trí cấp liệu x/L | Tên sản phẩm | , % | A, % | , % |
| 0,27 | Than sạch | 70,77 | 30,3 | 87,91 |
| Đá thải | 29,23 | 76,8 | 12,09 |
| **Cộng** | **100** | **43,89** | **100** |
| 0,29 | Than sạch | 66,06 | 27,18 | 85,73 |
| Đá thải | 33,94 | 76,4 | 14,28 |
| **Cộng** | **100** | **43,89** | **100,01** |
| 0,31 | Than sạch | 62,1 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,9 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 0,33 | Than sạch | 59,77 | 23,22 | 81,6 |
| Đá thải | 40,23 | 74,27 | 18,41 |
| **Cộng** | **100** | **43,76** | **100,01** |
| 0,35 | Than sạch | 56,57 | 21,73 | 78,87 |
| Đá thải | 43,43 | 72,69 | 21,13 |
| **Cộng** | **100** | **43,86** | **100** |



# 

# Hình 3.7: Đồ thị miêu tả sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào vị trí cấp liệu



# Hình 3.8: Đồ thị biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết khi vị trí cấp liệu thay đổi

Bảng 3.8: Hiệu suất tuyển khi vị trí cấp liệu thay đổi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vị trí cấp liệu, x/L | tt, % | lt, % | , % |
| 0,27 | 70,77 | 83 | 85,27 |
| 0,29 | 66,06 | 78,5 | 84,15 |
| 0,31 | 62,1 | 74 | 83,92 |
| 0,33 | 59,77 | 73 | 81,88 |
| 0,35 | 56,57 | 71 | 79,68 |

Từ kết quả thí nghiệm thay đổi vị trí cấp liệu có một số nhận xét sau:

* Khi dịch chuyển vị trí cấp liệu ra xa dần ngưỡng tràn thì thu hoạch, thực thu và độ tro của than sạch giảm dần. Thu hoạch và thực thu của đá thải tăng dần còn độ tro của đá thải giảm dần;
* Từ kết quả thí nghiệm chọn vị trí cấp liệu tối ưu là 0,31, khi đó thu hoạch, độ tro, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73%; 83,96% và 83,92%;
* Càng xa ngưỡng tràn thì sản phẩm than sạch có chất lượng càng tốt nhưng mất mát than sạch vào đá thải càng tăng, vì thế hiệu suất tuyển giảm dần.

## 3.5. Nghiên cứu ảnh hưởng về góc nghiêng của băng tải

Góc nghiêng của băng tải ảnh hưởng đến tốc độ chuyển động của dòng nước trên băng tải. Tăng góc nghiêng thì tốc độ chuyển động của dòng nước trên băng tải tăng làm cho sản phẩm than sạch bị lẫn đá thải và chất lượng của nó giảm. Nếu góc nghiêng giảm thì mất mát than sạch vào đá thải tăng. Điều kiện thí nghiệm:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Tốc độ băng tải: 0,33m/s
* Vị trí cấp liệu (x/L) là: 0,31
* Góc nghiêng của băng tải thay đổi lần lượt là: 50;60;70;80;90

Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.9 và đồ thị hình 3.9. Từ kết quả thí nghiệm và kết quả phân tích mẫu ở bảng 2.4 vẽ đồ thị hình 3.10 biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết. Từ đồ thị hình 3.10 xác định được hiệu suất tuyển theo công thức 2.1, kết quả được cho ở bảng 3.10.

Bảng 3.9: Kết quả thí nghiệm xác định góc nghiêng tối ưu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Góc nghiêng, độ | Tên sản phẩm | , % | A, % | , % |
| 5 | Than sạch | 41,78 | 17,82 | 60,89 |
| Đá thải | 58,22 | 62,12 | 39,11 |
| **Cộng** | **100** | **43,61** | **100** |
| 6 | Than sạch | 50,57 | 21,82 | 70,31 |
| Đá thải | 49,43 | 66,23 | 29,69 |
| **Cộng** | **100** | **43,77** | **100** |
| 7 | Than sạch | 62,1 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,9 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 8 | Than sạch | 69,1 | 29,12 | 87,12 |
| Đá thải | 30,9 | 76,56 | 12,88 |
| **Cộng** | **100** | **43,78** | **100** |



# 

# Hình 3.9: Đồ thị miêu tả sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào góc nghiêng của băng tải

# 

# Hình 3.10: Đồ thị biểu diễn sự sai lệch giữa thu hoạch than sạch thực tế so với thu hoạch lý thuyết khi thay đổi góc nghiêng của băng tải

# Bảng 3.10: Hiệu suất tuyển khi vị trí cấp liệu thay đổi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Góc nghiêng, độ | tt, % | lt, % | , % |
| 5 | 41,78 | 66 | 63,3 |
| 6 | 50,57 | 71 | 71,23 |
| 7 | 62,1 | 74 | 83,92 |
| 8 | 69,1 | 80 | 86,38 |

Từ kết quả thí nghiệm thay đổi góc nghiêng của băng tải có một số nhận xét sau:

* Tăng góc nghiêng của băng tải từ 5 độ đến 8 độ thì thu hoạch, thực thu và độ tro của than sạch tăng dần. Còn thu hoạch, thực thu đá thải giảm dần và độ tro của đá thải tăng dần;
* Trong quá trình thí nghiệm đã thí nghiệm tuyển ở góc nghiêng 9 độ và không thu được sản phẩm đá thải. Như vậy, góc nghiêng của băng tải tăng dần thì số lượng các hạt đá bị dòng nước vận chuyển vào sản phẩm than sạch tăng dần;
* Góc nghiêng tăng thì hiệu suất tuyển tăng vì chỉ có những hạt đá có tỷ trọng cao nằm sát băng tải mới bị vận chuyển vào sản phẩm đá thải. Nói cách khác, góc nghiêng tăng thì khó có cơ hội để các hạt than phân bố nhầm vào sản phẩm đá thải;
* Từ kết quả thí nghiệm chọn góc nghiêng tối ưu của băng tải là 70, khi đó thu hoạch, độ tro, thực thu than sạch và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73%; 83,96% và 83,92%.

## 3.6. Nghiên cứu tuyển ở các cấp hạt khác nhau

Các nghiên cứu ở phần trên đã tìm ra được chế độ công nghệ tối ưu khi tuyển than cấp hạt 3 – 20mm trên thiết bị tuyển băng tải như sau:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Tốc độ băng tải: 0,33m/s;
* Vị trí cấp liệu (x/L): 0,31;
* Góc nghiêng của băng tải: 7 độ.

Áp dụng các điều kiện tối ưu trên để tuyển than các cấp hạt 3 – 6mm; 6 – 20mm và tuyển không phân cấp cấp hạt 0 – 20mm. Kết quả tuyển được cho ở bảng 3.11.

Để so sánh hiệu quả tuyển khi tuyển chung một cấp hạt (3 – 20mm) và tuyển riêng từng cấp hạt (3 – 6 và 6 – 20mm) trên thiết bị tuyển băng tải, thì các sản phẩm than sạch và đá thải của quá trình tuyển chung một cấp hạt 3 – 20mm ở chế độ tối ưu được phân tích rây qua rây 6mm. Kết quả thí nghiệm cho ở các bảng 3.12 và 3.13.

# Bảng 3.11: Kết quả tuyển theo các cấp hạt khác nhau

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 6- 20 | Than sạch | 62,06 | 16,58 | 91,16 |
| Đá thải | 37,94 | 86,77 | 8,84 |
| **Cộng** | **100** | **43,21** | **100** |
| 3 - 6 | Than sạch | 64,79 | 24,43 | 86,31 |
| Đá thải | 35,21 | 77,95 | 13,69 |
| **Cộng** | **100** | **43,27** | **100** |
| 3 - 20 | Than sạch | 62,1 | 23,73 | 83,96 |
| Đá thải | 37,9 | 76,12 | 16,04 |
| **Cộng** | **100** | **43,59** | **100** |
| 0 - 20 | Than sạch | 69,76 | 35,71 | 81,32 |
| Đá thải | 30,24 | 65,94 | 18,68 |
| **Cộng** | **100** | **44,85** | **100** |

# 

# Bảng 3.12: Kết quả phân tích rây sản phẩm than sạch và đá thải khi tuyển than cấp hạt 3 – 20mm ở chế độ tối ưu

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3-6mm | | 6 - 20mm | | Cộng | |
| , % | A, % | , % | A, % | , % | A, % |
| Than sạch | 28,74 | 30,86 | 33,86 | 17,53 | 62,6 | 23,65 |
| Đá thải | 15,22 | 66,73 | 22,18 | 83,07 | 37,4 | 76,42 |
| **Cộng** | **43,96** | **43,28** | **56,04** | **43,47** | **100** | **43,39** |

# Bảng 3.13: Kết quả so sánh khi tuyển chung và riêng hai cấp hạt 3 – 6 và 6 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cấp hạt, mm | Tên sản phẩm | Tuyển riêng | | | Tuyển chung | | |
| , % | A, % | , % | , % | A, % | , % |
| 3 - 6 | Than sạch | 64,79 | 24,43 | 86,31 | 65,38 | 30,86 | 79,69 |
| Đá thải | 35,21 | 77,95 | 13,69 | 34,62 | 66,73 | 20,31 |
| **Than đầu** | **100,00** | **43,27** | **100** | **100,00** | **43,28** | **100,00** |
| 6 - 20 | Than sạch | 62,06 | 16,58 | 91,16 | 60,42 | 17,53 | 88,15 |
| Đá thải | 37,94 | 86,77 | 8,84 | 39,58 | 83,07 | 11,85 |
| **Than đầu** | **100,00** | **43,21** | **100** | **100,00** | **43,47** | **100,00** |

Từ kết quả thí nghiệm có một số nhận xét sau:

* Khi tuyển không phân cấp than cấp hạt 0 – 20mm trên thiết bị tuyển băng tải hiệu quả tuyển rất thấp, được thể hiện qua độ tro than sạch cao còn độ tro đá thải lại thấp. Nguyên nhân là do hầu hết các hạt có kích thước nhỏ hơn 3mm đi vào sản phẩm than sạch làm tăng độ tro của than sạch. Đồng thời các hạt mịn đã cản trở dòng nước vận chuyển các hạt than kích thước lớn vào sản phẩm than sạch, làm mất mát than sạch vào đá thải;
* Khi tuyển riêng hai cấp hạt 3 – 6 và 6 – 20mm cho hiệu quả tuyển cao hơn so với khi tuyển chung cấp hạt 3 – 20mm. Khi tuyển riêng cấp hạt 3 – 6mm thì thu hoạch và độ tro than sạch thấp hơn so với khi tuyển chung, còn khi tuyển riêng cấp hạt 6 – 20mm thì thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch cao hơn và độ tro thấp hơn so với khi tuyển chung. Chứng tỏ khi tuyển chung các hạt đá kích thước nhỏ dễ phân bố nhầm vào sản phẩm than sạch, còn các hạt than kích thước lớn dễ mất mát vào sản phẩm đá thải;
* Khi tuyển chung hai cấp hạt thì hiệu quả phân tuyển của cấp hạt nhỏ (3 – 6mm) thấp hơn so với cấp lớn (6 – 20mm);
* Khi tuyển riêng hai cấp hạt thì thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch cao hơn không đáng kể so với khi tuyển chung, nhưng sản phẩm than sạch có chất lượng tốt hơn;
* Trong quá trình nghiên cứu đã làm thí nghiệm tuyển với than đưa tuyển có giới hạn trên lớn hơn 20mm, nhưng hầu hết các hạt có kích thước lớn hơn 20mm đều đi vào sản phẩm đá thải. Điều này có thể là do, băng tải phòng thí nghiệm có kích thước nhỏ nên chiều dày dòng nước trên băng tải mỏng không vận chuyển được các hạt than kích thước lớn và sản phẩm than sạch. Hoặc cũng có thể là do cấp hạt +20mm không phù hợp với thiết bị tuyển băng tải. Điều này cần phải được chứng minh thêm.
* Kết quả tuyển riêng cấp hạt 6 – 20mm trên thiết bị tuyển băng tải khá tốt, có lẽ đây là cấp hạt tối ưu để tuyển bằng thiết bị này;

## 3.7. Nghiên cứu tuyển than chất lượng thấp vùng Cẩm Phả

Sau khi xác định được chế độ công nghệ tuyển tối ưu đối với mẫu than chất lượng thấp loại khó tuyển vùng Vàng Danh – Uông Bí, đã tiến hành thí nghiệm tuyển đối chứng mẫu than chất lượng thấp vùng Cẩm Phả khi thay đổi tốc độ băng tải. Tuy nhiên, do than vùng Cẩm Phả nhẹ hơn và dễ tuyển hơn so với than vùng Vàng Danh nên chi phí nước tuyển thấp hơn, trong trường hợp này L/R = 8,6. Kết quả thử nghiệm được đưa trong bảng 3.14.

Bảng 3.14 : Kết quả thí nghiệm tuyển than Cẩm Phả cấp hạt 3 - 20mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tốc độ băng tải, m/s | Tên sản phẩm | Thu hoạch,% | Độ tro, % | Thực thu, % |
|
| 0,27 | Than sạch | 67,39 | 22,18 | 88,04 |
| Đá thải | 32,61 | 78,15 | 11,96 |
| Than đầu | 100 | 40,43 | 100 |
| 0,36 | Than sạch | 64,61 | 21,08 | 85,5 |
| Đá thải | 35,39 | 75,55 | 14,51 |
| Than đầu | 100 | 40,36 | 100 |
| 0,39 | Than sạch | 60,37 | 20,56 | 80,81 |
| Đá thải | 39,63 | 71,25 | 19,2 |
| Than đầu | 100 | 40,65 | 100 |

Từ kết quả tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 3 -20mm vùng Cẩm Phả nhận thấy:

* Từ than ban đầu có độ tro xấp xỉ than vùng Vàng Danh, sau khi tuyển bằng thiết bị tuyển băng tải đã thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch cao hơn và độ tro than sạch thấp hơn so với khi tuyển than Vàng Danh. Nhưng thực thu sản phẩm than sạch và độ tro sản phẩm đá thải lại thấp hơn so với tuyển than Vàng Danh;
* Chi phí nước tuyển cho than vùng Cẩm Phả thấp hơn khá nhiều so với than vùng Vàng Danh;
* Như vậy, thiết bị tuyển băng tải có thể tuyển tốt than vùng Cẩm Phả, kết quả tuyển than vùng Cẩm Phả tốt hơn so với khi tuyển than vùng Vàng Danh đồng thời có chi phí nước thấp hơn. Tuy nhiên để tìm ra được chế độ công nghệ tối ưu khi tuyển than vùng Cẩm Phả cần phải có các nghiên cứu tỉ mỉ hơn.

**3.8. Thí nghiệm tuyển liên tục**

Mục đích chính của các thí nghiệm tuyển liên tục là để xác định được gần đúng năng suất của thiết bị và các chỉ tiêu công nghệ tuyển của thiết bị. Trong quá trình thí nghiệm gián đoạn nhận thấy chi phí nước khi tuyển than bằng thiết bị tuyển băng tải khá cao nên trong các thí nghiệm liên tục đã tiến hành nghiên cưu thay đổi chi phí nước rửa. Đồng thời khi thí nghiệm liên tục thì năng suất tuyển của thiết bị có thể giảm vì thời gian vật liệu nằm trên băng tải lâu hơn.

Điều kiện thí nghiệm: Trong quá trình thí nghiệm gián đoạn đã xác định được các chế độ công nghệ tuyển tối ưu như sau:

* Năng suất cấp liệu: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Cỡ hạt đưa tuyển: 6 – 20mm;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Tốc độ chuyển động của băng tải: 0,33m/s;
* Vị trí cấp liệu (x/L): 1/3 chiều dài băng.

Áp dụng các điều kiện tối ưu trên để thí nghiệm tuyển liên tục với than Vàng Danh và Cẩm Phả cấp hạt 6 – 20mm. Tuy nhiên khi thí nghiệm tuyển than Vàng Danh đã tiến hành thay đổi năng suất cấp liệu từ 0,8 – 1t/h và tỷ số L/R từ 9,4 – 10,2. Còn mẫu than vùng Cẩm Phả chỉ tiến hành thay đổi tỷ số L/R từ 8,6 – 10,2.

Các thí nghiệm được tiến hành tuyển liên tục trong khoảng thời gian từ 30 – 40 phút, các sản phẩm than sạch và đá thải của từng thí nghiệm được sấy khô cân xác định trọng lượng và lấy mẫu phân tích độ tro. Kết quả thí nghiệm được cho ở bảng 3.15 và 3.16.

Bảng 3.15: kết quả thí nghiệm liên tục mẫu than Vàng Danh cấp hạt 6 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày thí nghiệm | Chế độ công nghệ | | Tên sản phẩm | Các chỉ tiêu công nghệ tuyển | | |
| Q, t/h | L/R | , % | A, % | , % |
| 10/10/14 | 1 | 10,2 | Than sạch | 63,45 | 18,12 | 91,47 |
| Đá thải | 36,55 | 86,75 | 8,53 |
| **Cộng** | **100** | **43,2** | **100** |
| 12/10/14 | 1 | 9,4 | Than sạch | 59,18 | 15,88 | 87,61 |
| Đá thải | 40,82 | 82,76 | 12,39 |
| **Cộng** | **100** | **43,18** | **100** |
| 14/10/14 | 0,8 | 10,2 | Than sạch | 64,27 | 18,3 | 92,38 |
| Đá thải | 35,73 | 87,88 | 7,62 |
| **Cộng** | **100** | **43,16** | **100** |
| 16/10/14 | 0,8 | 9,4 | Than sạch | 59,77 | 16,11 | 88,29 |
| Đá thải | 40,23 | 83,47 | 11,71 |
| **Cộng** | **100** | **43,21** | **100** |

Bảng 3.16: kết quả thí nghiệm liên tục mẫu than Cẩm Phả cấp hạt 6 – 20mm

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày thí nghiệm | Chế độ công nghệ | | Tên sản phẩm | Các chỉ tiêu công nghệ tuyển | | |
| Q, t/h | L/R | , % | A, % | , % |
| 18/10/14 | 1 | 8,6 | Than sạch | 61,56 | 19,57 | 84,45 |
| Đá thải | 38,44 | 76,28 | 15,55 |
| **Cộng** | **100** | **41,37** | **100** |
| 20/10/14 | 1 | 9,4 | Than sạch | 64,33 | 20,88 | 86,95 |
| Đá thải | 35,67 | 78,58 | 13,05 |
| **Cộng** | **100** | **41,46** | **100** |
| 22/10/14 | 1 | 10,2 | Than sạch | 65,78 | 21,96 | 87,65 |
| Đá thải | 34,22 | 78,87 | 12,35 |
| **Cộng** | **100** | **41,43** | **100** |

Từ kết quả thí nghiệm có một số nhận xét sau:

* Khi tuyển than Vàng Danh nếu giảm tỷ số L/R từ 10,2 đến 9,4 thì hiệu quả tuyển giảm, do vậy vẫn nên duy trì tỷ số L/R trong quá trình tuyển là 10,2. Khi giảm năng suất cấp liệu từ 1 – 0,8 t/h thì hiệu quả tuyển than Vàng Danh tăng lên một chút, như vậy khi tuyển liên tục thì năng suất của thiết bị thấp hơn một chút so với khi tuyển gian đoạn;
* Khi tuyển than Cẩm Phả, nếu tăng tỷ số L/R từ 8,6 – 10,2 thì hiệu quả tuyển tăng lên, trong quá trình thí nghiệm nhận thấy tỷ số L/R tối ưu khi tuyển than vùng Cẩm Phả là 9,4.
* Khi tuyển liên tục than chất lượng thấp cấp hạt 6 – 20mm vùng Cẩm Phả thì cũng thu được các giá trị công nghệ tuyển tương tự như than vùng Vàng Danh, nhưng chi phí nước tuyển thấp hơn và năng suất tuyển cao hơn một chút.

Khi tuyển than chất lượng thấp cấp hạt 6 – 20mm vùng Vàng Danh bằng thiết bị tuyển băng tải ở các thí nghiệm tuyển gián đoạn và liên tục đã thu được các chỉ tiêu công nghệ tuyển như bảng 3.17.

Bảng 3.17: Kết quả tuyển than vàng Danh cấp hạt 6 – 20mm ở chế độ tối ưu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Chế độ tuyển | Tên sản phẩm | Thu hoạch,% | Độ tro, % | Thực thu, % |
|
| Liên tục | Than sạch | 64,27 | 18,3 | 92,38 |
| Đá thải | 35,73 | 87,88 | 7,62 |
| **Than đầu** | **100** | **43,16** | **100** |
| Gián đoạn | Than sạch | 62,06 | 16,58 | 91,16 |
| Đá thải | 37,94 | 86,77 | 8,84 |
| **Than đầu** | **100** | **43,21** | **100** |

Từ kết quả ở bảng 3.17 nhận thấy: Khi tuyển liên tục thì thu hoạch, thực thu và độ tro của sản phẩm than sạch cao hơn so với khi tuyển gián đoạn, nhưng năng suất cấp liệu thấp hơn. Chứng tỏ, khi tuyển liên tục hiệu quả tuyển than bằng thiết tuyển băng tải cao hơn so với khi tuyển gián đoạn một chút. Điều này có thể là do các hạt khoáng đã có đủ thời gian để phân tầng trên băng tải nên dẫn đến hiệu quả tuyển cao hơn.

**KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

## Kết luận

1. Khi tuyển than chất lượng thấp vùng Vàng Danh – Uông Bí cỡ hạt 3 – 20mm bằng thiết bị tuyển băng tải phòng thí nghiệm đã tìm ra được một số chế độ công nghệ tuyển tối ưu như sau:

* Năng suất tuyển: 1t/h;
* Tỷ số L/R: 10,2;
* Góc nghiêng của băng tải: 70;
* Tốc độ chuyển động của băng tải: 0,33m/s;
* Vị trí cấp liệu (x/L): 1/3 chiều dài băng.

Tại các giá trị tối ưu trên, từ than đầu có độ tro xấp xỉ 43% đã thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch, độ tro, thực thu và hiệu suất tuyển lần lượt là: 62,1%; 23,73% và 83,96% và 83,92%.

2. Trong quá trình sản xuất nếu muốn tăng chất lượng than sạch thì có thể thay đổi một trong các thông số sau:

* Giảm chi phí nước rửa hoặc góc nghiêng của băng;
* Tăng tốc độ chuyển động của băng tải hoặc di chuyển vị trí cấp liệu ra xa ngưỡng tràn.

3. Kết quả thí nghiệm tuyển than chất lượng thấp vùng Vàng Danh – Uông Bí bằng thiết bị tuyển băng tải khá tốt. Đây là một thí bị tuyển có cấu tạo đơn giản, vận hành và điều chỉnh các chế độ công nghệ tuyển khá dễ dàng. Nhưng nhược điểm cơ bản của chúng là có năng suất thấp và chi phí nước tuyển cao. Nên nó chỉ thích hợp với những xưởng tuyển có năng suất thấp nhằm mục đích tận thu than cục chất lượng thấp.

4. Trong quá trình thí nghiệm đã tiến hành tuyển than các cấp hạt khác nhau trên thiết bị tuyển băng tải và nhận thấy cỡ hạt 6 – 20 cho kết quả tuyển tốt nhất.

5. Kết quả chạy thử nghiệm mẫu than Cẩm Phả cho thấy có thể đạt chất lượng than tốt hơn so với mẫu Vàng Danh - Uông Bí trong khi chi phí nước thấp hơn.

6. Các thí nghiệm tuyển liên tục ở chế độ tối ưu đều cho kết quả cao hơn so với khi tuyển gián đoạn, nhưng năng suất tuyển thấp hơn một chút.

## Kiến nghị

1. Tiếp tục nghiên cứu cải tiến thiết bị tuyển băng tải để nâng cao hiệu quả tuyển, theo các chiều hướng như: Trên bề mặt băng tải có gờ, điều chỉnh chiều cao ngưỡng tràn, chiều dài băng tải, hình dáng tiết diện của băng....

2. Cần nghiên cứu để xác định chính xác được kích thước giới hạn trên của than đưa tuyển và cấp hạt tối ưu đưa tuyển trên thiết bị tuyển băng tải.

3. Tiếp tục nghiên cứu với nhiều loại than chất lượng thấp khác để khảng định hiệu quả tuyển của thiết bị tuyển băng tải.

4. Sau quá trình nghiên cứu nhóm tác giả đề xuất sơ đồ kiến nghị như sau:

Than chất lượng thấp

Máy lắng lưới chuyển động

Cấp hạt 6 -20 mm

Cám -6mm

Sàng lỗ lưới 20 mm

cấp -20 mm cấp +20 mm

Sàng 6 mm

Băng tải dốc

Than sạch

Thải

Sàng tĩnh 3(6)mm

Than sạch

Bể lắng ngoài trời

Nước tuần hoàn

Cám bùn

Hình 4.1: Sơ đồ kiến nghị

# Tài liệu tham khảo

1. Nguồn quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét đến triển vọng năm 2030 của Công ty tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp - Vinacomin.

2. Nguồn Báo cáo của Vinacomin gửi Bộ công thương ngày 16/07/2009.

3. Nguồn thực hiện các chỉ tiêu công nghệ chủ yếu sản xuất than năm 2008, 2009, 2010 Ban kế hoạch, Tập đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam.

4. Báo cáo kế hoạch Tập đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam.

5. Nguyễn Thị Thanh, 2012, *Nghiên cứu đánh giá hiệu quả tuyển than trên bàn đãi khí – Xí nghiệp sàng tuyển Tràng Khê – VINACOMIN*, Luận văn Thạc sỹ, trường Đại học Mỏ - Địa chất.

6. Báo cáo viện khoa học công nghệ mỏ, phòng Công nghệ than sạch năm 2010

7. Nguyễn Ngọc Tân, 2013, *Đánh giá hiện trạng công nghệ sàng tuyển và đề xuất một số giải pháp công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của dây chuyền tuyển than cục tại bãi chế biến than Uông Thượng thuộc Công ty than Uông Bí,* Luận văn Thạc sỹ, trường Đại học Mỏ - Địa chất.

8 Biên bản xác nhận kết quả tuyển than bằng máy lắng lưới chuyển động tại mỏ than Tân Lập năm 2013.

9. Báo cáo cuối năm 2013 của Mỏ than Hà lầm.