

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ HẠT ĐẾN TUYỂN NỔI MÙN THAN

TS. Lưu Quang Thủy; ThS. Nguyễn Thị Kim Tuyến, ThS. Nguyễn Thị Mai

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Bài viết này sử dụng phương pháp thí nghiệm tuyển nổi điều kiện đối với mùn than của Công ty than Mạo Khê và mùn than của Công ty tuyển than Cửa Ông; nghiên cứu tính khả tuyển nổi của các cấp hạt khác nhau trong mùn than và ảnh hưởng của độ hạt mùn than đến hiệu quả và tốc độ tuyển nổi. Ngoài ra, tác giả cũng nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng cấp hạt mịn (-0,045mm) đến hiệu quả tuyển nổi mùn than cấp hạt thô hơn.

1. Mở đầu

Trình độ cơ giới hóa khai thác than ngày càng cao và khai thác ngày càng xuống sâu, đã ảnh hưởng đến chất lượng than nguyên khai, than cấp hạt mịn (mùn than) chiếm tỷ lệ ngày càng lớn. Mùn than thường có tính khả tuyển nổi kém cũng như tốc độ nghèo hóa tăng, điều này làm cho việc tuyển nổi mùn than gặp nhiều khó khăn như: độ tro than sạch sau tuyển nổi tăng lên, thực thu phần cháy giảm ảnh hưởng đến việc nâng cao chất lượng của sản phẩm than sạch sau tuyển nổi. Độ hạt mùn than đưa tuyển nổi là một trong các yếu tố ảnh hưởng lớn đến hiệu quả tuyển nổi; từ những kết quả nghiên cứu về tuyển nổi mùn than cho thấy đối với các cấp hạt thô và cấp hạt mịn đưa tuyển nổi thường có yêu cầu không giống nhau về các điều kiện thủy động lực học của môi trường; cấp hạt mịn yêu cầu tương đối lớn về năng lượng cấp vào để nâng cao xác suất va chạm và bám dính của hạt mịn vào bóng khí, còn cấp hạt thô yêu cầu tương đối nhỏ về năng lượng cấp vào để nâng cao xác suất bảo toàn tổ hợp bóng khí hạt khoáng trong bùn quặng và lớp bọt; độ hạt đưa tuyển nổi cũng ảnh hưởng lớn đến tốc độ tuyển nổi, đặc biệt cấp hạt thô và mịn đều có tốc độ tuyển nổi chậm. Như vậy, để nâng cao hiệu quả tuyển nổi mùn than cần có những nghiên cứu xác định độ hạt đưa tuyển tối ưu, cũng như tìm ra quy luật ảnh hưởng của độ hạt đến hiệu quả tuyển nổi mùn than.

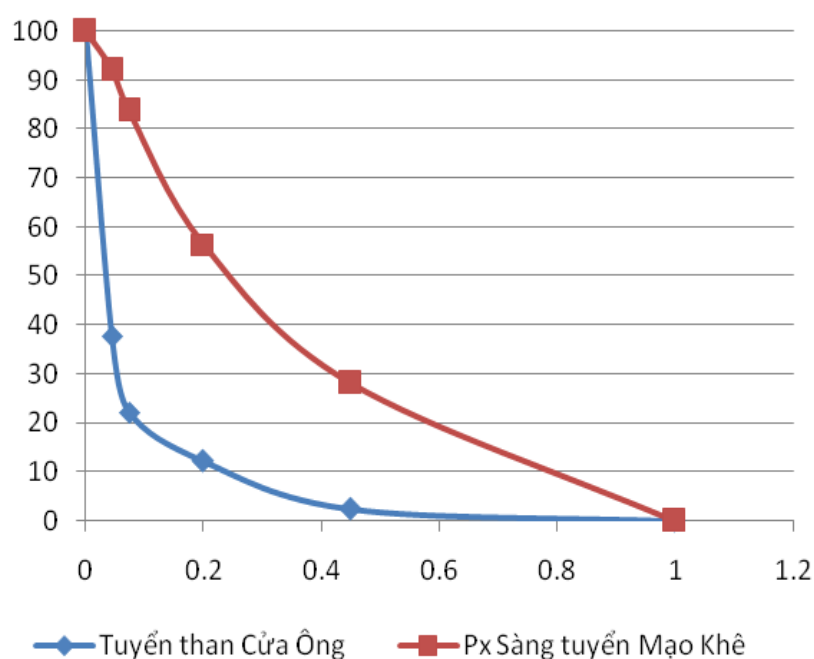
2. Mẫu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu là bùn than sau bể cô đặc của Nhà máy tuyển than II Cửa Ông (mùn than Cửa Ông) và bùn than tại xưởng sàng tuyển than của Công ty than Mạo Khê (mùn than Mạo Khê). Mẫu nghiên cứu được lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1693-2008, đảm bảo khối lượng và tính đại diện của mẫu; kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt mùn than ở bảng 1 và đường đặc tính thành phần độ hạt mùn than ở Hình 1

Từ Bảng 1- Thành phần độ hạt của 2 mẫu nghiên cứu nhận thấy: mùn than Mạo Khê có chất lượng kém, các cấp hạt càng mịn độ tro càng cao; mùn than Cửa Ông có cấp hạt mịn chiếm tỉ lệ lớn hơn nhiều.

Bảng 1. Thành phần độ hạt mùn than nghiên cứu

Cấp hạt (mm)	mùn than Cửa Ông			mùn than Mạo Khê		
	$\gamma, \%$	A, %	$\gamma+, \%$	$\gamma, \%$	A, %	$\gamma+, \%$
+0,45	2,4	29,23	2,4	28,2	64,98	28,2
0,2-0,45	9,8	32,10	12,2	28,2	58,86	56,4
0,074-0,2	10,0	10,70	22,2	27,5	63,72	83,9
0,045-0,074	15,6	35,01	37,8	8,3	75,39	92,2
-0,045	62,2	40,13	100,0	7,8	75,46	100,0
Cộng	100,0	35,34		100,0	64,59	



Hình 1. Đường đặc tính thành phần độ hạt mùn than nghiên cứu

3. Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của độ hạt đến tính nổi và hiệu quả tuyển nổi mùn than

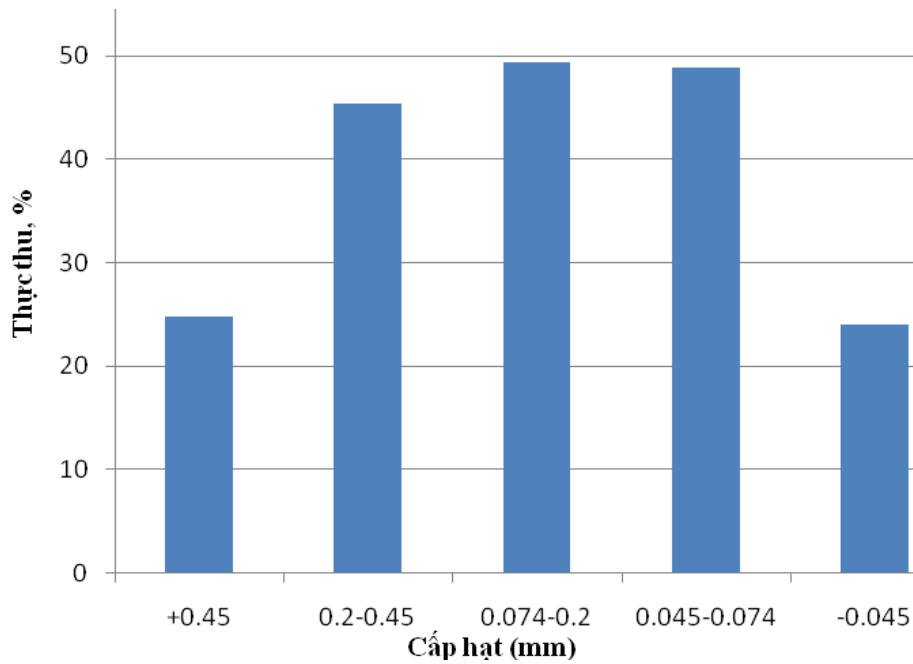
Mùn than Mạo Khê và Cửa Ông được gia công thành các cấp hạt khác nhau, các cấp hạt được đưa đến tuyển nổi trong máy tuyển nổi quy mô thí nghiệm với các điều kiện thí nghiệm, như sau:

- + Chi phí thuốc tập hợp (dầu hỏa) là 700 g/t; + Nồng độ bùn là 100g/l;
- + Chi phí thuốc tạo bọt (dầu thông) là 150 g/t; + Tốc độ quay trục khuấy là 250v/ph
- + Thời gian khuấy tiếp xúc với thuốc tập hợp là 1 phút, với thuốc tạo bọt là 15 giây

Kết quả tuyển nổi các cấp hạt và ảnh hưởng của độ hạt đến hiệu quả tuyển nổi trong các bảng 2÷ 3 và hình 2÷ 3.

Bảng 2. Kết quả tuyển nổi các cấp hạt khác nhau của mùn than Mạo Khê

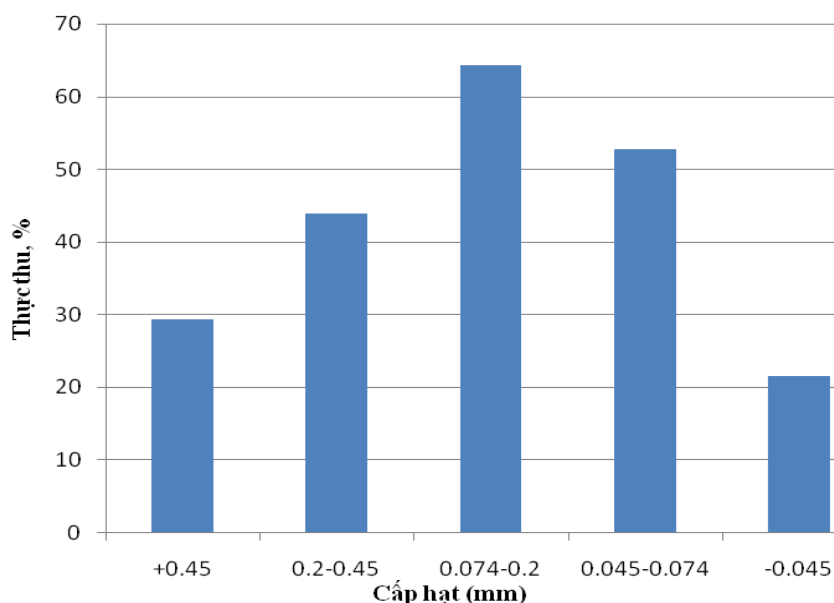
Cấp hạt, (mm)	γ_{ts} , %	A_{ts} , %	ϵ_{ts} , %	Tính nổi
+0,45	12,6	31,18	24,76	Rất khó tuyển
0,2-0,45	20,1	7,25	45,32	Khó tuyển
0,074-0,2	20,7	13,48	49,37	Khó tuyển
0,045-0,074	16,21	25,97	48,76	Khó tuyển
-0,045	11,7	49,73	23,97	Rất khó tuyển



Hình 2. Ảnh hưởng của độ hạt đến hiệu quả tuyển nổi mùn than Mạo Khê

Bảng 3. Kết quả tuyển nổi các cấp hạt khác nhau của mùn than Cửa Ông

Cấp hạt, (mm)	γ_{ts} , %	A_{ts} , %	ϵ_{ts} , %	Tính nổi
+0,45	22,96	9,43	29,38	Rất khó tuyển
0,2-0,45	32,96	9,45	43,95	Khó tuyển
0,074-0,2	60,00	4,36	64,26	Trung bình tuyển
0,045-0,074	37,78	9,13	52,82	Khó tuyển
-0,045	17,78	27,46	21,54	Rất khó tuyển



Hình 3. Ảnh hưởng của độ hạt đến hiệu quả tuyển nổi mùn than Cửa Ông

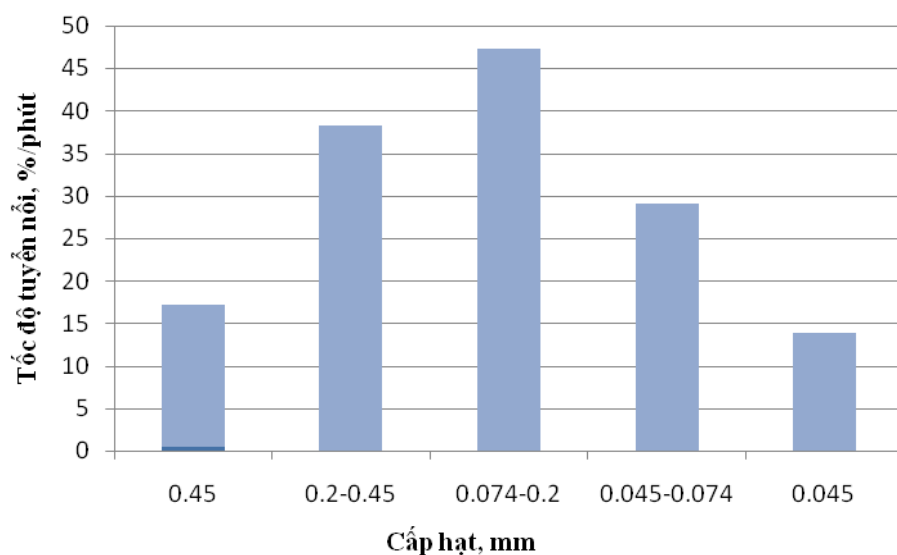
Từ bảng 2 ÷ 3 và hình 2 ÷ 3 nhận thấy: Các cấp hạt thô (+0,45mm) và cấp hạt mịn (-0,045mm) có tính khả tuyển nổi thuộc loại rất khó tuyển và đều ảnh hưởng xấu đến tuyển nổi; Hiệu quả tuyển các cấp hạt thô và hạt mịn tương đối thấp. Hiệu quả tuyển của cấp hạt (0,074-0,2mm) là cao nhất.

4. Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của độ hạt đến tốc độ tuyển nổi mùn than (v, %/phút)

Các cấp hạt khác nhau lần lượt được đưa đi thí nghiệm tuyển nổi trong điều kiện tối ưu và được gạt bột phân đoạn, sau đó gia công phân tích, kết quả thể hiện trong bảng 4 ÷ 5, hình 4 ÷ 5.

Bảng 4. Kết quả tuyển nổi gạt bột phân đoạn mùn than Mạo Khê

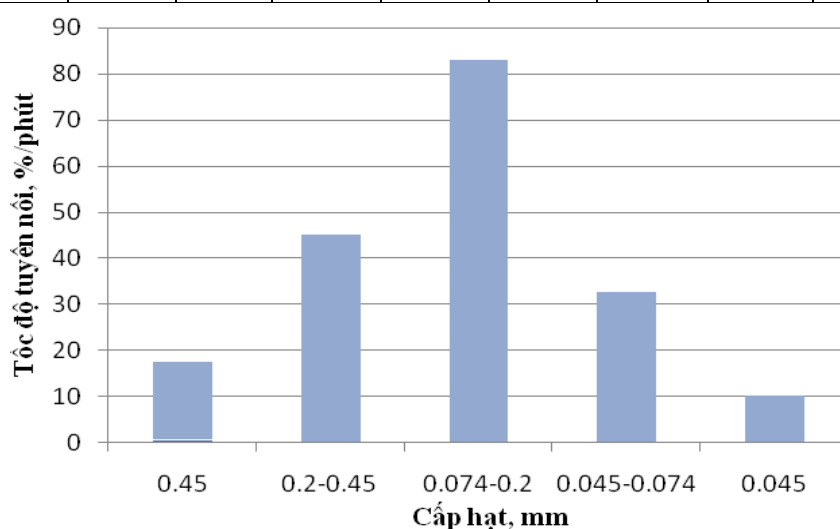
Thời gian (ph)		Cấp hạt +0,45 (mm)		Cấp hạt 0,45-0,2 (mm)		Cấp hạt 0,2-0,074 (mm)		Cấp hạt 0,074- 0,045 (mm)		Cấp hạt -0,045 (mm)	
T	Lũy tích	ε,%	v	ε,%	v	ε,%	v	ε,%	v	ε,%	v
0,5	0,5	8,34	16,68	19,1	38,2	23,66	47,32	14,54	29,08	6,92	13,84
0,5	1,0	5,8	11,6	9,28	18,56	10,06	20,12	10,66	21,32	5,22	10,44
0,5	1,5	3,74	7,48	6,04	12,08	6,82	13,64	7,9	15,8	4,0	8,0
0,5	2,0	3,12	6,24	5,0	10,0	4,22	8,44	7,06	14,12	3,18	6,36
0,5	2,5	2,46	4,92	3,6	7,2	2,84	5,68	4,66	9,32	2,3	4,6
0,5	3,0	1,88	3,76	2,36	4,72	2,18	4,36	4,2	8,4	1,78	3,56



Hình 4. Ảnh hưởng của các cấp hạt đến tốc độ tuyến nổ mùn than Mạo Khê

Bảng 5. Kết quả tuyến nổ gạt bột phân đoạn mùn than Cửa Ông

Thời gian (ph)		Cấp hạt +0,45 (mm)		Cấp hạt 0,45-0,2 (mm)		Cấp hạt 0,2-0,074 (mm)		Cấp hạt 0,074- 0,045 (mm)		Cấp hạt -0,045(mm)	
T	Lũy tích	$\epsilon, \%$	v	$\epsilon, \%$	v	$\epsilon, \%$	v	$\epsilon, \%$	v	$\epsilon, \%$	v
0,5	0,5	8,45	16,9	22,53	45,06	41,42	82,84	16,27	32,54	4,98	9,96
0,5	1,0	6,35	12,7	8,29	16,58	14,83	29,66	5,13	10,26	3,23	6,46
0,5	1,5	2,94	5,88	6,92	13,84	5,08	10,16	4,33	8,66	2,75	5,5
0,5	2,0	2,48	4,96	4,68	9,36	2,96	5,92	3,23	6,46	2,31	4,62
0,5	2,5	2,11	4,22	3,43	6,86	2,51	5,02	2,87	5,74	1,86	3,72
0,5	3,0	1,37	2,74	2,39	4,78	2,07	4,14	2,49	4,98	1,53	3,06



Hình 5. Ảnh hưởng của các cấp hạt đến tốc độ tuyến nổ mùn than Cửa Ông

Từ bảng 4 ÷ 5 và hình 4 ÷ 5 nhận thấy: Tốc độ tuyển nổi mùn than giảm dần theo thời gian, tốc độ tuyển nổi các cấp hạt mùn than Cửa Ông cao hơn nhiều so với tốc độ tuyển nổi mùn than Mạo Khê, cấp hạt 0,074-0,2 mm của cả hai loại mùn than có tốc độ tuyển nổi cao nhất, cấp hạt thô (+0,45 mm) và mịn (-0,045 mm) của cả hai loại mùn than có tốc độ tuyển nổi thấp nhất. Điều này có thể lý giải thông qua việc phân tích xác suất tuyển nổi: đối với cấp hạt thô (+0,45mm) có xác suất bảo toàn tổ hợp hạt khoáng và bóng khí trong bùn quặng và lớp bọt rất kém, còn cấp hạt mịn (-0,045mm) lại có xác suất va chạm và bám dính kém đã ảnh hưởng xấu đến tuyển nổi.

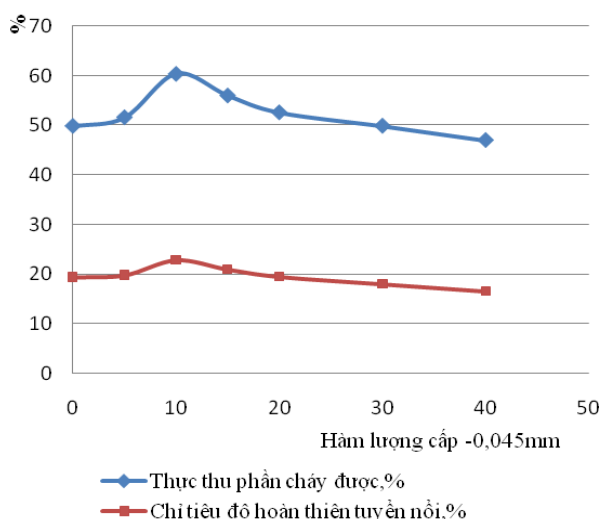
5. Thí nghiệm ảnh hưởng của hàm lượng cấp hạt -0,045 mm đến hiệu quả tuyển nổi cấp hạt thô hơn của mùn than

Từ kết quả thí nghiệm mục 3 và 4 cho thấy: Độ hạt mùn than cho kết quả tuyển nổi tối ưu là cấp hạt 0,45- 0,045mm, tuy nhiên thực tế mùn than đưa tuyển nổi bao giờ cũng chứa một lượng nhất định cấp -0,045mm và cấp hạt này có ảnh hưởng đến kết quả tuyển nổi cấp hạt thô hơn. Để nghiên cứu sâu hơn về ảnh hưởng của cấp hạt mịn đến hiệu quả tuyển nổi cấp hạt thô hơn, tác giả tiến hành các thí nghiệm tuyển nổi trong điều kiện tối ưu ở trên với cấp hạt 0,45- 0,045mm có cho thêm cấp hạt -0,045mm theo tỷ lệ: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 6 và Hình 6.

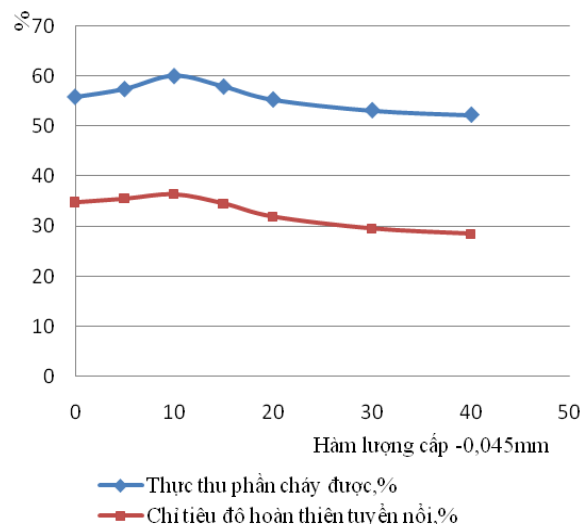
Bảng 6. Ảnh hưởng của hàm lượng cấp -0,045mm đến hiệu quả tuyển nổi mùn than cấp hạt thô hơn

cấp hạt -0,045 mm, %	Mùn than Mạo Khê					Mùn than Cửa Ông				
	A ₀ ,%	γ _{ts} ,%	A _{ts} ,%	ω, %	ε _{ts} ,%	A ₀ ,%	γ _{ts} ,%	A _{ts} ,%	ω, %	ε _{ts} ,%
0	63,09	21,59	14,83	19,39	49,81	27,34	43,63	7,02	34,88	55,83
5	63,71	22,01	14,96	19,80	51,58	27,98	44,58	7,25	35,61	57,41
10	64,33	25,34	15,01	22,86	60,38	28,62	46,54	7,96	36,50	60,01
15	64,95	23,45	16,32	20,98	55,99	29,26	44,78	8,56	34,65	57,88
20	65,56	21,96	17,56	19,50	52,57	29,90	42,98	9,84	31,98	55,28
30	66,80	20,24	18,24	18,00	49,84	31,18	41,25	11,36	29,58	53,13
40	68,04	18,68	19,68	16,53	46,95	32,46	40,2	12,25	28,52	52,23

Trong đó: ω- là chỉ tiêu về độ hoàn thiện của tuyển nổi, tính bằng phần trăm.



a. Mùn than Mạo Khê



b. Mùn than Cửa Ông

Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng cấp -0,045mm đến hiệu quả tuyển nổi mùn than cấp hạt thô hơn

Từ Bảng 6 và Hình 6 nhận thấy: Khi cho thêm cấp hạt -0,045mm với hàm lượng khoảng 10% vào tuyển nổi cấp 0,45-0,045mm có kết quả tuyển nổi cao nhất (thực thu phân cháy được và chỉ tiêu độ hoàn thiện tuyển nổi của mùn than Mạo Khê và Cửa Ông lần lượt là: 22,86%; 60,38% và 36,50%; 60,01%). Đối với cấp hạt -0,045mm mặc dù có độ tro tương đối cao, song vẫn chứa một lượng lớn thành phần kỵ nước, đặc biệt mùn than đã được giải phóng hoàn toàn có độ tro nhỏ; những thành phần này trong quá trình tuyển nổi có thể đã được bám lên bề mặt bóng khí và bề mặt các hạt thô hơn, qua đó thúc đẩy quá trình hạt các hạt thô hơn bám chắc vào bóng khí và làm tăng xác suất bảo toàn tổ hợp hạt than và bóng khí trong quá trình tuyển nổi do đó mà khi cho thêm 10% cấp hạt mịn thì cho hiệu quả tuyển nổi là cao nhất.

6. Kết luận

1) Mẫu nghiên cứu thuộc loại mùn than có chất lượng trung bình (độ tro 35,34%) và chất lượng thấp (độ tro 64,59%); cấp hạt càng mịn độ tro càng cao, tính khả tuyển nổi của mẫu nghiên cứu chủ yếu thuộc loại khó tuyển, đặc biệt cấp hạt thô (+0,45mm) và cấp hạt mịn (-0,045mm) của hai loại mùn than đều thuộc loại rất khó tuyển nổi.

2) Hiệu quả tuyển nổi của mẫu nghiên cứu, các cấp hạt khác nhau cho kết quả khác nhau, trong đó cấp hạt 0,2-0,075mm có hiệu quả tuyển cao nhất ($\epsilon_{ts} = 49,37\%$ với than Mạo Khê và $\epsilon_{ts} = 64,26\%$ với than Cửa Ông); hai cấp hạt thô (+0,45mm) và cấp hạt mịn (-0,045mm) của cả hai loại mùn than đều có hiệu quả tuyển thấp nhất.

3) Tốc độ tuyển nổi mùn than giảm dần theo thời gian, tốc độ tuyển nổi mùn than Cửa Ông cao hơn nhiều so với tốc độ tuyển nổi mùn than Mạo Khê. Cấp hạt 0,074-0,2 mm của cả hai loại mùn than có tốc độ tuyển nổi cao nhất; cấp hạt thô

(+0,45 mm) và mịn (-0,045 mm) của cả hai loại mùn than có tốc độ tuyển nổi thấp nhất.

4) Hàm lượng cấp hạt mịn (-0,045mm) ảnh hưởng lớn đến tuyển nổi mùn than cấp hạt 0,45-0,045mm. Khi tăng hàm lượng cấp hạt mịn lên đến 10% thì hiệu quả tuyển nổi tăng, nếu tiếp tục tăng hàm lượng cấp hạt mịn qua 10% thì hiệu quả tuyển nổi giảm./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Bôi, *Tuyển nổi*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, năm 1998;
2. Cui Guangwen và nhóm tác giả, *Nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần độ hạt đến tuyển nổi mùn than*, Tạp chí Kỹ thuật tuyển than, số 4, năm 2007 (bản tiếng Trung);
3. Zhou Kaihong và nhóm tác giả, *Ảnh hưởng của thành phần tỷ trọng và độ hạt đến tuyển nổi mùn than*, Tạp chí Cơ khí Mỏ, số 11, năm 2012 (bản tiếng Trung);
4. Wang Xiongjun và nhóm tác giả, *Phân tích ảnh hưởng của thành phần độ hạt đến hiệu quả tuyển nổi mùn than*, Tạp chí Kỹ thuật năng lượng ứng dụng, số 6, năm 2014 (bản tiếng Trung);
5. Gao Jianchuan, *Nghiên cứu quy luật phối hợp hai biến số tỷ trọng hạt- kích thước hạt trong quá trình tuyển nổi mùn than*, Luận án tiến sĩ- Đại học Bách khoa Thái Nguyên, năm 2016 (bản tiếng Trung);
6. Xie Guangyuan và nhóm tác giả, *Tuyển khoáng học*, NXB Đại học Mỏ Trung Quốc, năm 2010 (bản tiếng trung);
7. Chen Guifeng, *Tuyển than*, NXB Công nghiệp hóa học, năm 2010 (bản tiếng Trung).

Study on effects of the particle size on fine coal flotation

This paper report results of the study using laboratory fractional testing method for flotation of coal slurries of Mạo Khê Coal Co. and Cửa Ông Coal Preparation Co. results of study into washability of different size fraction and effect of sizes on flotation efficiency and flotation rate. In addition, the study also investigated the effect of fine grains (-0.045 mm) on flotation efficiency of the coarser size coals.

Keywords: flotation, fractional testing, coal slurry, Mạo Khê Coal Co, Cửa Ông Coal Preparation Co