

# NGHIÊN CỨU TUYỂN NỞ MÙN THAN KHU VỰC MẠO KHÊ TRONG MỘT SỐ DUNG DỊCH MUỐI VÔ CƠ

Lưu Quang Thủy\*, Trần Thị Vân

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

\*Email: thuycnqn@gmail.com

## TÓM TẮT

Nhằm nghiên cứu phương pháp, công nghệ mới trong việc nâng cao chất lượng mùn than nói chung và mùn than Công ty Than Mạo Khê nói riêng bằng phương pháp tuyển nổi; bài báo đã tiến hành các thí nghiệm tuyển nổi mùn than trong nước máy để tìm ra các chế độ tuyển tối ưu, từ đó, làm cơ sở để tiến hành tuyển nổi mùn than trong một số dung dịch muối vô cơ không sử dụng thuốc tập hợp và sử dụng thuốc tập hợp với chi phí nhỏ hơn so với tuyển nổi mùn than trong nước máy. Kết quả, từ mùn than ban đầu có độ tro là 61,85% thông qua việc tuyển nổi trong dung dịch muối NaCl có nồng độ 0,1M với chi phí thuốc tập hợp bằng 1/2 chi phí thông thường thu được than sạch có độ tro là 25,38%, thực thu phần cháy được đạt 82,43%, đá thải có độ tro là 88,42%.

**Từ khóa:** Mùn than; Tuyển nổi; Muối vô cơ

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông thường quá trình tuyển nổi bùn than được tiến hành với sự trợ giúp của hai loại hóa chất là thuốc tập hợp và thuốc tạo bọt. Thuốc tập hợp tuyển nổi mùn than thường là các loại dầu hydrocarbon, chức năng của chúng là tăng cường tính kỵ nước của bề mặt bùn than. Thuốc tạo bọt cũng thường được sử dụng để tạo ra các bóng khí có kích thước bé trong bùn quặng. Vấn đề tuyển nổi các khoáng vật có tính kỵ nước tự nhiên nói chung và tuyển nổi than nói riêng trong dung dịch chứa nhiều muối vô cơ đã được đề cập đến trong nhiều công trình nghiên cứu trước đây. Các nghiên cứu đã cho thấy quá trình tuyển nổi mùn than được cải thiện trong điều kiện chứa nhiều muối hòa tan, như: tăng tốc độ tuyển nổi, giảm chi phí thuốc tập hợp thậm chí không cần thuốc tập hợp, giảm chi phí hoặc không cần thuốc tạo bọt [1,2,3]. Hiện nay, mùn than sau dây chuyền tuyển tại Công ty than Mạo Khê được khử nước và đóng bánh (dạng than tổ ong) sau đó sử dụng với giá trị thấp và gây ô nhiễm môi trường, do vậy, việc nghiên cứu tuyển nổi mùn than trong một số dung dịch muối vô cơ tại Công ty Than Mạo Khê là phương pháp mới về mặt lý thuyết và thực tiễn ở Việt Nam.

## 2. MẪU NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

### 2.1. Tính chất mùn than

Mẫu nghiên cứu là mùn than được lấy tại bể cô đặc Công ty than Mạo Khê, sau đó, mẫu mùn than được gia công phân tích xác định thành phần độ hạt bằng phương pháp phân tích rây, kết quả cho trong bảng 1.

**Bảng 1. Thành phần độ hạt than**

Cấp hạt (mm)	Thu hoạch γ (%)	Độ tro A (%)	Thu hoặc lũy tích	
			Theo dương	Theo âm
+0,90	5,05	68,30	5,05	100,00
0,63-0,9	21,90	66,71	26,95	94,95
0,45-0,63	9,57	58,70	36,52	73,05
0,20-0,45	14,02	53,85	50,54	63,48
0,074-0,20	19,53	55,52	70,07	49,46
-0,074	29,93	63,67	100,00	29,93
<b>Tổng</b>	100,00	61,13		

Từ số liệu bảng 1, cho thấy, mùn than chủ yếu tập trung ở cấp hạt mịn; hàm lượng cấp hạt +0,9mm có thu hoạch là 5,05% nhỏ nên, không sử dụng các giải pháp gia công đối với cấp hạt này; các cấp hạt +0,63 mm và -0,074mm có độ tro lớn.

## 2.2. Phương pháp thí nghiệm

Điều kiện thí nghiệm, như sau:

- Thiết bị thí nghiệm: máy tuyển nổi thí nghiệm ngăn máy 1lít (Trung Quốc);

- Nước thí nghiệm: nước máy Quảng Ninh, dung dịch một số muối vô cơ được pha chế theo nồng độ mol/l.

- Mẫu thí nghiệm: các mẫu mùn than khu vực Mạo Khê;

- Các loại thuốc tuyển: thuốc tập hợp (dầu hoả, dầu diesel, dầu nhớt, dầu thủy lực) và dầu thông.

- Mẫu than khô hòa với nước máy cấp vào ngăn máy được khuấy tiếp xúc với thuốc tuyển trong vòng 3 phút. Thuốc tạo bọt (nếu có) được cấp sau đó với thời gian tiếp xúc 1 phút. Sau đó mở khí và gạt bọt tuyển nổi trong vòng 3 phút. Các sản phẩm tuyển (sản phẩm bọt và sản phẩm ngăn máy) được lọc, sấy khô, cân và phân tích độ tro thực thu phần cháy được tính theo công thức:

$$E = \gamma_{SP} \cdot (100 - A_{SP}) / (100 - A_{CL}), \%$$

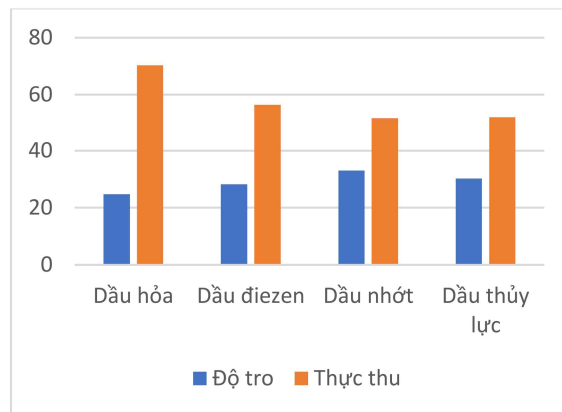
trong đó:  $\gamma_{SP}$  là thu hoạch sản phẩm tuyển;  $A_{SP}$ ,  $A_{CL}$  tương ứng là độ tro sản phẩm tuyển và độ tro than cấp liệu tuyển nổi.

## 3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Nghiên cứu thí nghiệm tuyển nổi trong nước máy

#### 3.1.1. Thí nghiệm xác định loại thuốc tập hợp

Để xác định loại thuốc tập hợp tối ưu, tiến hành thí nghiệm với các chế độ tuyển cụ thể như sau: nồng độ pha rắn trong bùn 200 g/l; chi phí thuốc tập hợp là 300 g/t; chi phí dầu thông 200 g/t. Các loại thuốc tập hợp: dầu hoả, dầu diesel, dầu nhớt, dầu thủy lực. Kết quả thí nghiệm được cho trong hình 1.

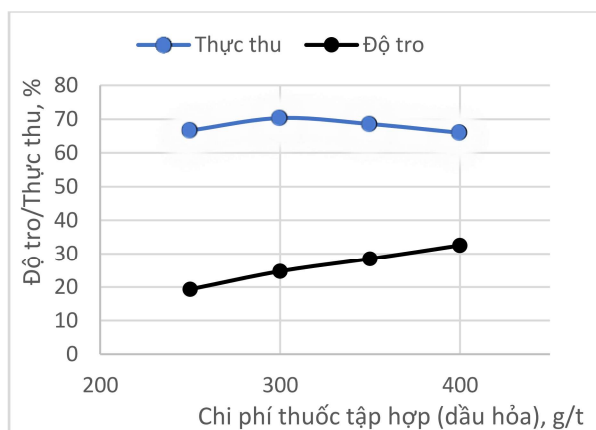


Hình 1. Ảnh hưởng của loại thuốc tập hợp đến các chỉ tiêu

Từ kết quả thí nghiệm, ta thấy, khi sử dụng 04 loại thuốc tập hợp đều thu được than sạch có độ tro nằm trong khoảng 24-33 %, thực thu phần cháy được đạt từ 51- 70%. Trong đó, khi sử dụng thuốc tập hợp là dầu hỏa thu được than sạch có độ tro thấp nhất đạt 24,70%, thực thu phần cháy cao nhất đạt 70,32%. Do đó, chọn dầu hoả là thuốc tập hợp để tuyển nổi mẫu mùn than trong các thí nghiệm tiếp theo.

#### 3.1.2. Thí nghiệm xác định chi phí thuốc tập hợp tối ưu

Để xác định chi phí dầu hoả tối ưu đối với mẫu mùn than, tiến hành thí nghiệm theo chế độ tuyển cụ thể sau: nồng độ pha rắn trong bùn là 200g/l; chi phí dầu thông là 200g/t; chi phí thuốc tập hợp (dầu hoả) thay đổi: 250; 300; 350; 400g/t. Kết quả thí nghiệm được cho trong hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng chi phí dầu hoả đến các chỉ tiêu tuyển

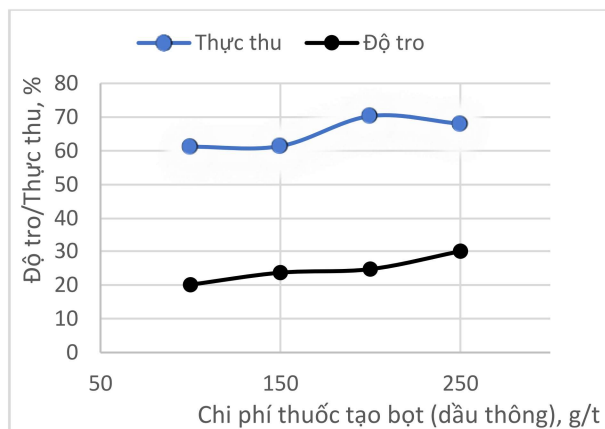
Từ kết quả thí nghiệm, ta thấy, khi tăng chi phí dầu hoả từ 250g/t lên 400g/t độ tro than sạch tăng lên; khi tăng chi phí dầu hỏa từ 250g/t đến

300g/t thì thực thu phần cháy tăng, nếu tiếp tục tăng chi phí dầu hoả thì thực thu phần cháy giảm. Ở chi phí dầu hoả là 300g/t cho độ tro than sạch là 24,70% thực thu phần cháy đạt giá trị cao nhất và bằng 70,32% nên chọn chi phí dầu hoả tối ưu là 300g/t cho các thí nghiệm tiếp theo.

**3.1.3. Thí nghiệm xác định chi phí thuốc tạo bọt**

Để xác định chi phí thuốc tạo bọt tối ưu, tiến hành thí nghiệm với các chế độ tuyển sau: nồng độ pha rắn trong bùn là 200 g/l; chi phí dầu hoả là 300g/t; chi phí thuốc tạo bọt là 100, 150, 200, 250(g/t). Kết quả thí nghiệm cho ở hình 3.

Từ kết quả thí nghiệm, thấy khi tăng chi phí dầu thông từ 100g/t đến 250g/t thì độ tro than sạch tăng từ 20,10% đến 29,99%, còn thực thu phần cháy tăng sau đó lại giảm xuống, ta thấy ở chi phí thuốc tạo bọt (dầu thông) là 200g/t thu được than sạch có thực thu phần cháy được là cao nhất đạt 70,32% và có độ tro than sạch là 24,70%, nên chọn chi phí thuốc tạo bọt tối ưu là 200g/t và thực hiện cho các thí nghiệm tiếp theo.



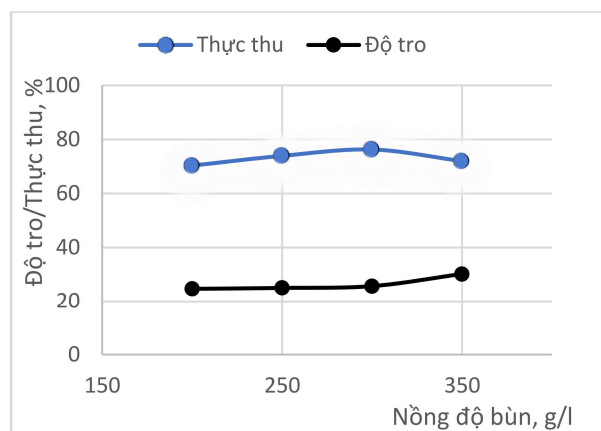
Hình 3. Ảnh hưởng của chi phí thuốc tạo bọt đến các chỉ tiêu tuyển

**3.1.4. Thí nghiệm xác định nồng độ bùn tối ưu**

Để xác định nồng độ bùn tối ưu của mẫu than, tiến hành thí nghiệm theo điều kiện sau: chi phí dầu hoả là 300 g/t; chi phí dầu thông là 200 g/t; nồng độ bùn thay đổi là 200, 250, 300, 350 g/l. Kết quả thí nghiệm cho trong hình 4.

Nhận xét, khi tăng nồng độ pha rắn trong bùn từ 200g/l lên 350g/l, độ tro than sạch tăng; khi tăng nồng độ pha rắn lên giá trị 300g/l thì thực thu phần cháy đạt giá trị cao nhất sau đó lại giảm

xuống, ở giá trị nồng độ pha rắn này, thu được than sạch có thực thu là 76,27%, độ tro đạt 25,70%. Do đó, chọn nồng độ pha rắn trong bùn tối ưu là 300g/l cho các thí nghiệm tiếp theo.



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ bùn đến kết quả tuyển nổi

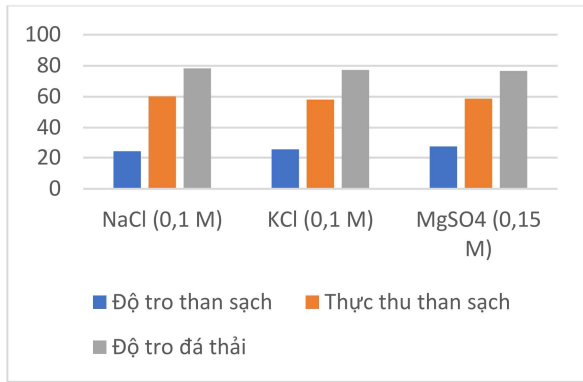
**3.2. Nghiên cứu thí nghiệm tuyển nổi mùn than trong dung dịch muối**

**3.1.1. Thí nghiệm tuyển nổi trong dung dịch muối không dùng thuốc tập hợp**

Để tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của một số dung dịch muối vô cơ đến kết quả tuyển nổi mùn than khi không sử dụng thuốc tập hợp, ta tiến hành thí nghiệm đối với từng dung dịch muối vô cơ với các điều kiện tuyển như sau: chi phí dầu thông là 200 g/t; nồng độ bùn là 300g/l; thời gian khuấy tiếp xúc với dầu thông là 1 phút; dung dịch muối vô cơ gồm: NaCl, KCl và MgSO<sub>4</sub> với các nồng độ thay đổi lần lượt là 0,05; 0,1; 0,15 và 0,2 M. Từ kết quả thí nghiệm xác định được giá trị tối ưu tương ứng với từng loại dung dịch muối, kết quả cho trong bảng 2 và hình 5.

Bảng 2. Kết quả tuyển nổi mùn than trong dung dịch NaCl, KCl và MgSO<sub>4</sub>

Chỉ tiêu tuyển	NaCl (0,1 M)	KCl (0,1 M)	MgSO <sub>4</sub> (0,15 M)
Độ tro than sạch	24,16	25,41	27,20
Thực thu phần cháy	60,08	58,08	58,81
Độ tro đá thải	78,21	77,25	76,65



Hình 5. Biểu đồ so sánh kết quả tuyển nổi mùn than trong dung dịch NaCl, KCl và MgSO<sub>4</sub>

Kết quả so sánh cho thấy, khi tuyển nổi mẫu nghiên cứu không dùng dầu hỏa, sự có mặt của muối NaCl ở nồng độ 0,1M cho các chỉ tiêu của than sạch tốt nhất, cụ thể: thực thu phần cháy được đạt 60,08%, độ tro than sạch là 24,16%, độ tro đá thải cao nhất là 78,21%, tiếp đến là KCl và chỉ tiêu tuyển thấp nhất là muối MgSO<sub>4</sub>. Tuy nhiên các chỉ tiêu này vẫn thấp hơn nhiều so với khi tuyển than có sử dụng thuốc tập hợp (độ tro là 25,90%; thực thu phần cháy 77,60%; đá thải có độ tro đạt 85,39% khi sử dụng thuốc tập hợp).

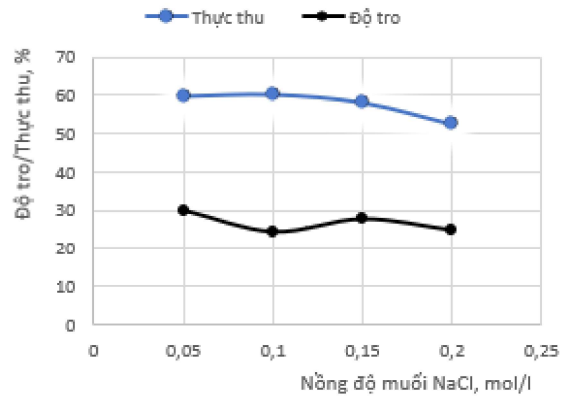
**3.1.2. Thí nghiệm tuyển nổi trong dung dịch muối kết hợp dùng thuốc tập hợp**

Các thí nghiệm ở mục 3.1, khi tuyển nổi trong dung dịch nước máy, đã xác định được chi phí dầu hỏa tối ưu là 300 g/t và dầu thông là 200 g/t và các chỉ tiêu than sạch đạt được là: độ tro là 25,90%; thực thu phần cháy là 77,60%; đá thải có độ tro là 85,39%.

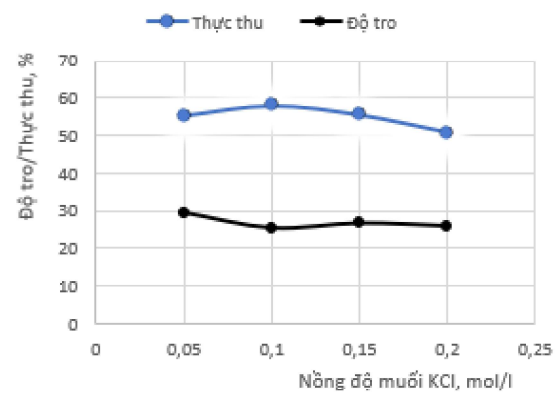
Theo các tài liệu tham khảo [1,2,3,4,5], khi tuyển nổi mùn than có cho thêm các muối vô cơ hoặc trong nước biển, chi phí thuốc tập hợp và thuốc tạo bọt sẽ giảm mà chỉ tiêu thực thu than sạch tăng, độ tro than sạch có thể giảm. Vì vậy, để xem xét tác dụng của muối NaCl, KCl và MgSO<sub>4</sub> đối với mẫu mùn than nghiên cứu, các thí nghiệm trong mục này chỉ cho lượng dầu hỏa (thuốc tập hợp), dầu thông (thuốc tạo bọt) bằng ½ chi phí tối ưu khi tuyển nổi không có mặt các muối (mục 3.1).

Như vậy, ở các loại thí nghiệm tuyển nổi mùn than trong một số dung dịch muối vô cơ có sử dụng thuốc tập hợp và thuốc tạo bọt, được thực hiện ở các chế độ tuyển như sau: nồng độ bùn là

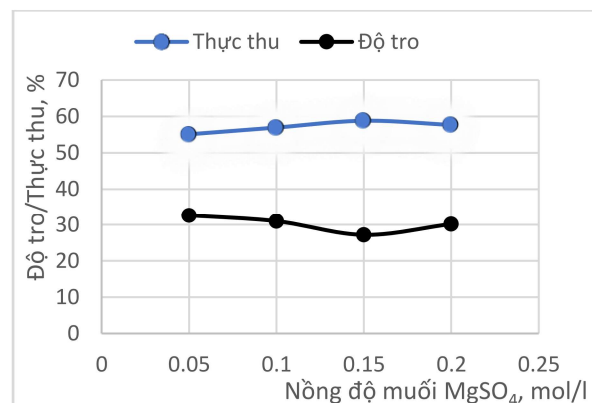
300g/l; chi phí dầu hỏa là 150 g/t; chi phí dầu thông là 100 g/t; nồng độ các muối thay đổi lần lượt là 0,05; 0,1; 0,15 và 0,2 M. Kết quả thí nghiệm được biểu diễn bằng các đồ thị trên hình 6, 7 và 8.



Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch muối NaCl đến kết quả tuyển nổi mùn than



Hình 7. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch muối KCl đến kết quả tuyển nổi mùn than



Hình 8. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch muối MgSO<sub>4</sub> đến kết quả tuyển nổi mùn than

Từ kết quả thí nghiệm biểu diễn trên đồ thị Hình 6, 7 và 8 thấy rằng, khi tuyển trong dung

dịch NaCl, nồng độ 0,1 mol/l cho các chỉ tiêu than sạch tốt nhất, với độ tro và thực thu phần cháy lần lượt là 25,38% và 82,43%. Đối với muối KCl, ở nồng độ 0,15 mol/l than sạch đạt được có độ tro và thực thu phần cháy lần lượt là 26,31% và 69,36%. Trong dung dịch muối MgSO<sub>4</sub> nồng độ 0,15 M cho than sạch đạt chỉ tiêu độ tro và thực thu phần cháy lần lượt là 27,17% và 73,40%. Như vậy, dung dịch muối NaCl có tác dụng tốt hơn muối KCl và MgSO<sub>4</sub> đối với quá trình tuyển nổi mẫu nghiên cứu.

Kết quả cho thấy khi tuyển trong dung dịch muối kết hợp với dầu hỏa, thực thu sản phẩm quặng tinh đều cao hơn so với khi không dùng muối, tuy nhiên, chỉ đối với muối NaCl mới thu được than sạch có độ tro nhỏ hơn.

Kết quả tuyển ở trên cũng cho thấy rằng, nếu tuyển nổi mẫu mùn than trong dung dịch muối có dùng thuốc tập hợp cho các chỉ tiêu than sạch cao hơn hẳn so với chỉ tuyển trong dung dịch muối.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Mùn than nghiên cứu chủ yếu tập trung ở cấp hạt mịn; hàm lượng cấp hạt +0,9mm có thu hoạch là 5,05% nhỏ nên không sử dụng các giải pháp gia công đối với cấp hạt này; các cấp hạt +0,63 mm và -0,074mm có độ tro lớn.

2. Đã tiến hành thí nghiệm tuyển nổi mùn than nghiên cứu bằng nước máy và xác định được các thông số tối ưu như sau: chi phí thuốc tập hợp

(dầu hỏa) là 300g/t, chi phí thuốc tạo bọt (dầu thông) là 200g/t, nồng độ bùn quặng là 300g/l; tại chế độ này thu được than sạch có độ tro là 25,70%, thực thu là 76,27%.

3. Đã thử nghiệm tuyển nổi mùn than trong dung dịch các muối NaCl, KCl, MgSO<sub>4</sub> không dùng và có dùng thuốc tập hợp (dầu hỏa). Kết quả tuyển tốt nhất là trong dung dịch muối NaCl nồng độ 0.1 M kết hợp 150 g/t dầu hỏa và 100 g/t dầu thông, thu được than sạch có độ tro là 25,38%, thực thu đạt 82,43%.

4. Khi có mặt các muối, chi phí thuốc tập hợp, thuốc tạo bọt giảm một nửa, vẫn cho các chỉ tiêu của than sạch tốt hơn so với khi tuyển nổi thông thường trong nước máy. Cụ thể là, khi tiến hành tuyển nổi trong dung dịch muối NaCl nồng độ 0,1 M có sử dụng thuốc tập hợp thì thu được than sạch có độ tro là 25,38%, thực thu đạt 82,43%, trong khi, tuyển nổi không sử dụng muối thì thu được than sạch có độ tro là 25,70%, thực thu là 76,27%.

5. Để nâng cao độ tin cậy, đảm bảo tính khoa học cao và khả năng ứng dụng vào thực tế của đề tài cần tiếp tục nghiên cứu chuyên sâu hơn, cụ thể như: nghiên cứu sử dụng các dung dịch muối vô cơ có hóa trị lớn hơn 2; nghiên cứu xác định chi phí thuốc tập hợp, thuốc tạo bọt tối ưu đối với thí nghiệm tuyển nổi trong dung dịch muối kết hợp dùng thuốc tập hợp; nghiên cứu thí nghiệm tuyển trong vòng kín.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Hoàng Sơn, Nhữ Thị Kim Dung (2016). *Nghiên cứu tuyển nổi một số mẫu than hạt mịn khu vực Hòn Gai- Cẩm Phả trong dung dịch nước biển*. Trường Đại học Mỏ- Địa chất
2. Lê Thị Mai Thanh (2021), *Nghiên cứu tuyển nổi Graphit Nậm Thi- Lào Cai trong một số dung dịch muối vô cơ* (Luận văn Thạc sỹ), Trường Đại học Mỏ- Địa chất.
3. Yuan Yunru (2019). *Inorganic salt ion-enhanced flake graphite flotation test and its mechanism research* (Master's thesis), Wuhan University of Technology
4. Xu Jingtian, Duan Minghai, Chi Yunsheng (2021). *The effect of inorganic salts on the flotation effect of difficult-to-float coal slime*. Applied Energy Technology
5. Zhu Zhenna (2019). *Experimental Research on Inorganic Salt and Surfactant Synergistically Enhanced Flotation of Low-rank Coal* (Master's Thesis), China University of Mining and Technology

**Thông tin của tác giả:****TS. Lưu Quang Thủy**

Trưởng phòng Tổ chức Cán bộ, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).912.27.20.46

Email: [thuycnqn@gmail.com](mailto:thuycnqn@gmail.com)

**ThS. Trần Thị Vân**

Khoa Cơ khí-Động lực, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).382.13.44.50

Email: [tran.vantk1988@gmail.com](mailto:tran.vantk1988@gmail.com)

## RESEARCH ON FLOTATION IN INORGANIC SALT SOLUTIONS TO EXTRACT HUMUS FROM COAL IN THE MAO KHE REGION

**Information about authors:**

**Luu Quang Thuy**, Ph.D., Head of Human resources, Quang Ninh University of Industry, email: [thuycnqn@gmail.com](mailto:thuycnqn@gmail.com)

**Tran Thi Van**, M.Eng., Faculty of Transport Mechanical Engineering, Quang Ninh University of Industry.

**ABSTRACT:**

*To find the advanced strategy and technology in boosting the quality of coal in humus form in the Mao Khe region, a wide range of experiments were undertaken to determine the ideal modes. First, coal humus samples were processed utilising froth flotation in distinct sorts of liquidity, including tap water and sodium chloride, without a set of collector reagents in divergent levels. As a result, the humus with an initial ash content of 61.85% was subjected to froth flotation in a 0.1M NaCl solution, which is half of the normal concentration, yielding a coal product with an ash content of 25.38%, a combustible material yield weight of 82.43%, and a waste component rate of 88.44%.*

**Keywords:** coal humus; flotation; Inorganic salt

**REFERENCES**

1. Nguyen Hoang Son, Nhu Thi Kim Dung (2016). *Study on flotation of some fine coal samples in Hon Gai- Cam Pha area in sea water*. Hanoi University of Mining and Geology.
2. Le Thi Mai Thanh (2021), *Research on Graphite flotation of Nam Thi - Lao Cai in some inorganic salt solutions (masters dissertation)*, Hanoi University of Mining and Geology.
3. Yuan Yunru (2019). *Inorganic salt ion-enhanced flake graphite flotation test and its mechanism research (Master's thesis)*, Wuhan University of Technology
4. Xu Jingtian, Duan Minghai, Chi Yunsheng (2021). *The effect of inorganic salts on the flotation effect of difficult-to-float coal slime*. Applied Energy Technology
5. Zhu Zhenna (2019). *Experimental Research on Inorganic Salt and Surfactant Synergistically Enhanced Flotation of Low-rank Coal (Master's Thesis)*, China University of Mining and Technology

**Ngày nhận bài:** 10/3/2023;

**Ngày gửi phản biện:** 10/3/2023;

**Ngày nhận phản biện:** 17/3/2023;

**Ngày chấp nhận đăng:** 20/3/2023.