

# MỘT VÀI KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TUYỂN NỔI BÙN THAN VÙNG QUẢNG NINH BẰNG MÁY TUYỂN NỔI JAMESON

TS. PHẠM VĂN LUẬN, HV. NGUYỄN XUÂN TUYỀN  
 HV. NGUYỄN VĂN TRƯỜNG - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Thiết bị Jameson được đánh giá là có nhiều tính năng ưu việt trong công nghiệp tuyển than. Từ những năm 2000, nó đã được sử dụng trong hầu hết các xưởng tuyển than ở các nước Australia, Nam Phi, Mỹ, Trung Quốc... để tuyển nổi bùn than [1].

Tại Việt Nam, thiết bị Jameson chưa được nghiên cứu và sử dụng trong thực tế tuyển than. Bài báo này nêu các kết quả nghiên cứu ban đầu khi tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy tuyển nổi Jameson. Kết quả nghiên cứu sẽ là tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo, nhằm hoàn thiện các chế độ công nghệ tuyển và các thông số cấu tạo của thiết bị Jameson khi tuyển nổi bùn than để có thể sớm đưa thiết bị này vào thực tế tuyển than tại Việt Nam.

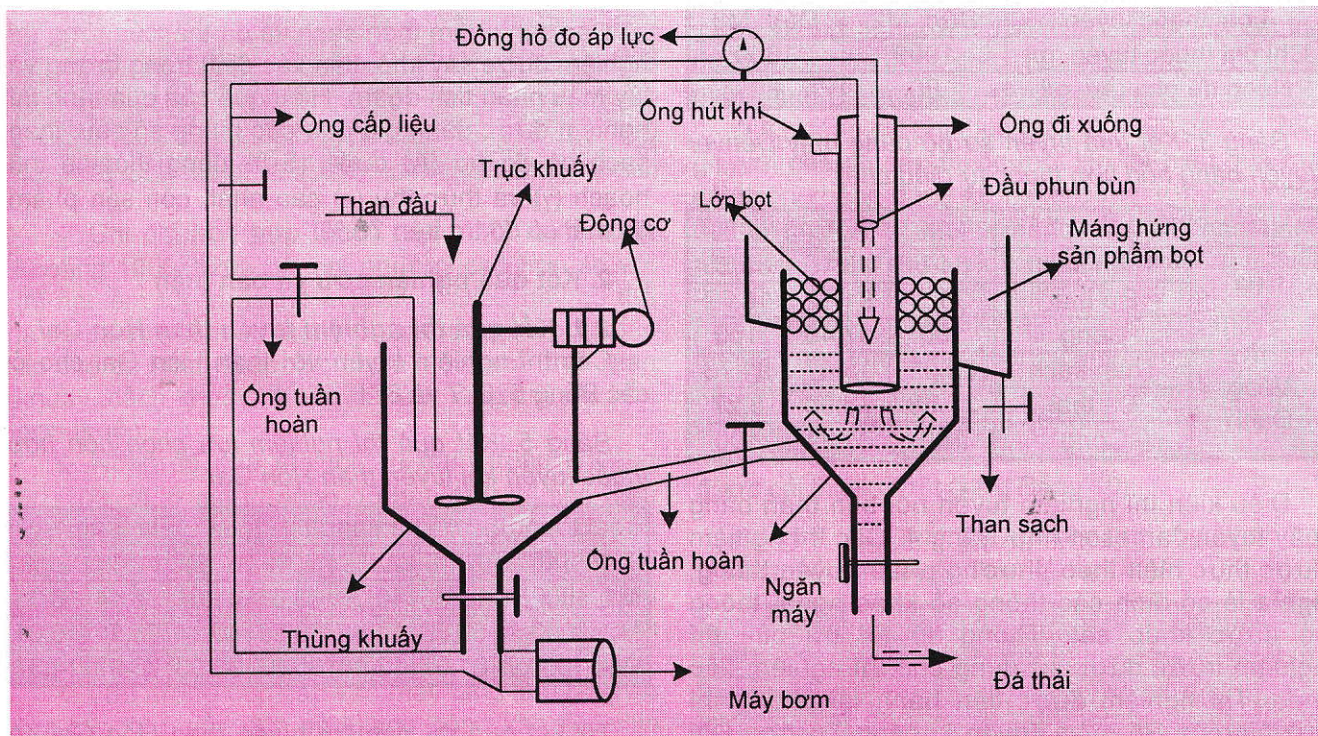
## 1. Mẫu nghiên cứu và thiết bị nghiên cứu

### 1.1. Mẫu thí nghiệm

Mẫu nghiên cứu là than cấp hạt -1 mm được lấy tại Công ty than Hòn Gai và Công ty than Vàng Danh, tính chất của mẫu cho ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần độ hạt của mẫu nghiên cứu

Cấp hạt, mm	Than Hòn Gai		Than Vàng Danh	
	$\gamma$ , %	A, %	$\gamma$ , %	A, %
+1	1,59	35,14	1,47	15,14
0,5 - 1	13,48	39,87	19,91	16,41
0,2 - 0,5	13,34	29,5	21,12	16,98
0,1 - 0,2	10,93	21,62	18,88	25,88
0,074 - 0,1	1,61	23,11	3,01	25,76
- 0,074	59,05	42,72	35,61	52,24
Cộng	100	37,83	100	31,34



H.1. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm tuyển than bùn bằng máy Jameson

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

- ❖ Cả hai mẫu nghiên cứu đều chứa nhiều than cấp hạt -0,074 mm và chúng có độ tro cao nhất;
- ❖ Hàm lượng than cấp +0,5 mm trong than Vàng Danh chiếm trên 20 % và có độ tro dưới 17 %, đây là cấp hạt tuyển nổi vì than Vàng Danh có khối lượng riêng cao.

**1.2. Thiết bị thí nghiệm**

Thiết bị Jameson thí nghiệm có thể tích ngăn máy là 200 lít với đường kính và chiều cao của ngăn máy lần lượt là 540 mm và 1300 mm, ống đi xuống và ống phun bùn thay đổi được chiều dài và đường kính, đầu phun bùn thay đổi được hình dạng và đường kính, đường kính ống cấp liệu 60 mm và máy bơm bùn có áp lực tối đa là 1,6 atm [2]-[5]. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm như H.1.

**1.3. Điều kiện thí nghiệm và cách xử lý số liệu**

Trước khi thí nghiệm tuyển nổi bùn than bằng máy Jameson, các mẫu than trên được tuyển sơ bộ bằng máy tuyển nổi Denver. Kết quả tuyển sơ bộ đã tìm ra được các chế độ công nghệ tuyển tối ưu và kết quả tuyển như Bảng 2 và 3. Ngoài ra, cũng nhận thấy than Vàng Danh khó nổi và có tốc độ nổi thấp hơn so với than Hòn Gai.

*Bảng 2. Các chế độ công nghệ tuyển tối ưu khi tuyển sơ bộ*

Chế độ công nghệ tuyển	Than Hòn Gai	Than Vàng Danh
Loại thuốc tuyển	Đức; M2	Đức; M3
Chi phí thuốc tuyển, g/t	1000	1800
Nồng độ pha rắn, g/l	80	80

*Bảng 3. Kết quả tuyển sơ bộ bằng máy Denver (tuyển bằng hỗn hợp thuốc tự điều chế).*

Mẫu than	Tên sản phẩm	$\gamma$ , %	A, %	$\epsilon$ , %
Hòn Gai	Than sạch	64,5	13,46	89,28
	Đá thải	35,5	81,12	10,72
	Cộng	100	37,48	100
Vàng Danh	Than sạch	72,92	13,47	91,73
	Đá thải	27,08	78,99	8,27
	Cộng	100	31,21	100

Điều kiện thí nghiệm tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển Jameson như Bảng 4. Các thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp truyền thống, nghĩa là cố định các thông số khác ngoài thông số được khảo sát. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo. Thí nghiệm được tiến hành tại phòng thí nghiệm của Bộ môn Tuyển khoáng Trường Đại học Mỏ-Địa chất.

Trình tự thí nghiệm tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển Jameson như sau:

- ❖ Đổ 300 lít nước vào thùng khuấy và 200 lít nước vào ngăn máy tuyển (khi tính nồng độ pha rắn của bùn đầu đều tính cho 500 lít nước);
- ❖ Đưa một lượng than khô cấp hạt -1 mm có khối lượng phù hợp với nồng độ định nghiên cứu và khuấy đều, sau đó cấp hỗn hợp thuốc tuyển vào thùng rồi khuấy 5 phút;
- ❖ Khi bắt đầu bơm bùn từ thùng khuấy sang ngăn máy tuyển thì mở van tuần hoàn giữa thùng khuấy và ngăn máy để tạo thành bình thông nhau, van này có tác dụng điều chỉnh chiều cao mức bùn trong ngăn máy và tuần hoàn bùn quặng;
- ❖ Tiếp tục bơm bùn từ thùng khuấy sang ngăn máy tuyển, quá trình tuyển được kết thúc khi ngăn máy tuyển hết bọt;
- ❖ Khi dừng máy thì sản phẩm còn lại trong thùng khuấy và sản phẩm ngăn máy được gộp lại thành sản phẩm đá thải.

*Bảng 4. Các thông số khảo sát*

Chế độ công nghệ tuyển	Than Hòn Gai	Than Vàng Danh
Loại thuốc tuyển	Đức; M1; M2	Đức; M3
Chi phí thuốc tuyển, g/t	800; 1000; 1200; 1400	1800; 2200; 2600; 3000
Nồng độ pha rắn, g/l	60; 80; 100; 120	60; 80; 100; 120
Lưu lượng bùn đầu, l/s	2,31; 2,52;	2,73; 2,94

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. Hiệu quả của quá trình thí nghiệm được đánh giá qua các thông số sau: than sạch có độ tro (A) dưới 15 % đồng thời có thu hoạch ( $\gamma$ ) và thực thu ( $\epsilon$ ) cao nhất, còn sản phẩm đá thải có độ tro trên 75 %.

**2. Kết quả nghiên cứu và bàn luận**

**2.1. Kết quả thí nghiệm tuyển than Hòn Gai**

Các thí nghiệm tuyển với than Hòn Gai cho ở các Bảng 5; 6; 7 và 8.

*Bảng 5. Kết quả thí nghiệm lựa chọn hỗn hợp thuốc tuyển khi tuyển than Hòn Gai*

Loại thuốc, chi phí	Than sạch			Đá thải		
	$\gamma$ , %	A, %	$\epsilon$ , %	$\gamma$ , %	A, %	$\epsilon$ , %
M1, 1000g/t	58,36	10,36	83,65	41,64	75,44	16,35
M2, 1000g/t	59,86	12,45	83,99	40,14	75,11	16,01
Đức 1000g/t	61,07	12,14	85,63	38,93	76,87	14,37

Từ kết quả thí nghiệm tuyển than Hòn Gai có một số nhận xét sau:

❖ Thuốc của Đức cho hiệu quả tuyển cao hơn so với thuốc tự điều chế (M2; M1), trong hai loại thuốc M1 và M2 thì thuốc M2 cho hiệu quả tuyển cao hơn. Để chủ động được nguồn thuốc tuyển và cải thiện chất lượng của thuốc tự điều chế nên trong các thí nghiệm sau này đều dùng hỗn hợp thuốc M2 để tuyển;

*Bảng 6. Kết quả thí nghiệm xác định chi phí hỗn hợp thuốc tối ưu khi tuyển than Hòn Gai*

Chi phí, g/t	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
800	55,71	11,37	78,66	44,29	69,75	21,34
1000	59,86	12,45	83,99	40,14	75,11	16,01
1200	62,5	13,3	86,46	37,5	77,38	13,54
1400	64,24	15,27	87,19	35,76	77,62	12,82

*Bảng 7. Kết quả thí nghiệm xác định nồng độ bùn tối ưu khi tuyển than Hòn Gai*

Nồng độ, g/l	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
60	62,5	13,3	86,46	37,5	77,38	13,54
80	63,92	14,06	87,65	36,08	78,55	12,35
100	64,68	14,67	88,08	35,32	78,86	11,92
120	65,14	17,32	85,86	34,86	74,56	14,14

*Bảng 8. Kết quả thí nghiệm xác định lưu lượng bùn tối ưu khi tuyển than Hòn Gai*

Lưu lượng, l/s	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
2,31	60,45	12,53	84,51	39,55	75,5	15,49
2,52	63,92	14,06	87,65	36,08	78,55	12,35
2,73	62,11	14,38	84,91	37,89	75,05	15,09
2,94	61,97	15,27	83,93	38,03	73,56	16,07

❖ Chi phí hỗn hợp thuốc tuyển M2 nằm trong khoảng 1000÷1200 g/t, chi phí này cao hơn so với thí nghiệm tuyển sơ bộ một chút. Điều này có thể là do thuốc M2 thiếu thành phần thuốc tạo bọt hoặc do chế độ khuấy tiếp xúc chưa hiệu quả (thời gian khuấy, cách khuấy...) nên đã làm tăng chi phí hỗn hợp thuốc;

❖ Nồng độ pha rắn tối ưu nằm trong khoảng 60÷100 g/l, ở giá trị nồng độ bùn 100 g/l cho hiệu quả tuyển cao nhất, tuy nhiên do khối lượng mẫu nghiệm ở nồng độ 100g/l quá lớn nên ở các thí nghiệm sau lựa chọn nồng độ 80 g/l để làm thí nghiệm. Với nồng độ pha rắn trên 100 g/l, hiệu quả tuyển của máy bắt đầu giảm;

❖ Lưu lượng bùn cấp vào máy tăng làm tăng áp lực cấp liệu, dẫn đến số lượng bóng khí siêu mịn trong máy tăng. Khi đó sẽ làm tăng hiệu quả tuyển

hạt mịn nhưng lại làm giảm hiệu quả tuyển hạt thô. Lưu lượng bùn tăng, dòng bùn vào ngăn máy mạnh hơn phá vỡ sự yên tĩnh của lớp bọt. Nếu lưu lượng bùn vào máy tăng quá mức thì ống phun bùn sẽ bị tắc. Ngược lại lưu lượng bùn vào máy thấp, áp lực cấp liệu không đủ nên trong máy sẽ thiếu bóng khí. Từ kết quả thí nghiệm đã chọn được lưu lượng bùn tối ưu là 2,52 l/s;

❖ Từ kết quả thí nghiệm tuyển than Hòn Gai bằng máy tuyển Jameson đã xác định được một số chế độ công nghệ tuyển như sau: hỗn hợp thuốc M2; chi phí thuốc tuyển 1200 t; nồng độ bùn đầu 80g/l và lưu lượng bùn cấp liệu 2,52 l/s. Tại chế độ tuyển này thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch, độ tro và thực thu lần lượt là: 63,92 %; 14,06 % và 87,65 %, còn sản phẩm đá thải có độ tro là 78,55 %;

❖ Kết quả thí nghiệm tuyển than Hòn Gai bằng máy tuyển Jameson cũng tương tự như kết quả tuyển sơ bộ bằng máy Denver.

**2.2. Kết quả thí nghiệm tuyển than Vàng Danh**

Các kết quả thí nghiệm tuyển than Vàng Danh được cho ở các Bảng 9, 10 và 11.

Từ kết quả thí nghiệm tuyển than Vàng Danh có một số nhận xét sau:

❖ Thuốc của Đức cho hiệu quả tuyển cao hơn so với thuốc tự điều chế (M3). Nhưng để chủ động được nguồn thuốc tuyển và cải thiện chất lượng của thuốc tự điều chế nên trong các thí nghiệm sau đều dùng hỗn hợp thuốc M3 để tuyển than Vàng Danh;

❖ Cả thuốc Đức và thuốc M3 khi cấp thuốc một lần đều cho kết quả tuyển thấp hơn nhiều so với tuyển sơ bộ bằng máy Denver, có thể do hai loại thuốc này có thành phần chưa phù hợp để tuyển than Vàng Danh bằng máy Jameson;

❖ Khi tăng chi phí thuốc M3 từ 1800 g/t đến 2600 g/t, với chế độ cấp thuốc một lần thì hiệu quả máy cải thiện không đáng kể (xem Bảng 10). Sản phẩm đá thải có độ tro thấp, theo kết quả phân tích rây các sản phẩm than sạch và đá thải của các thí nghiệm này qua rây 0,5 mm thì hầu hết cấp hạt +05 mm nằm trong sản phẩm đá thải, mà cấp +0,5 mm có độ tro thấp nên làm giảm độ tro sản phẩm đá thải. Tiếp tục tăng chi phí thuốc lên 3000 g/t, nhưng cấp thuốc phân đoạn (cấp trước 60 %, đến khi hết bọt dừng máy và cấp thêm 40 %) thì hiệu quả tuyển của máy được cải thiện rõ rệt (xem Bảng 10);

*Bảng 9. Kết quả thí nghiệm lựa chọn hỗn hợp thuốc tuyển khi tuyển than Vàng Danh*

Loại thuốc, chi phí	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
Đức, 1800g/t	55,52	11,76	71,34	44,48	55,75	28,66
M3, 1800g/t	53,02	11,37	68,55	46,98	54,12	31,44

**Bảng 10. Kết quả thí nghiệm xác định chi phí hỗn hợp thuốc tối ưu khi tuyển than Vàng Danh**

Chi phí, g/t	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
Cấp thuốc một lần						
1800	53,02	11,37	68,55	46,98	54,12	31,44
2200	55,63	12,57	71,22	44,37	55,71	28,78
2600	56,93	12,72	72,53	43,07	56,3	27,47
Cấp thuốc phân đoạn						
3000	74,65	12,31	95,01	25,35	86,45	4,99

**Bảng 11. Kết quả thí nghiệm xác định nồng độ bùn tối ưu khi tuyển than Vàng Danh**

Nồng độ, g/l	Than sạch			Đá thải		
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %
60	74,65	12,31	95,01	25,35	86,45	4,99
80	75,81	13,66	95,26	24,19	86,55	4,74
100	76,02	14,14	95,33	23,98	86,67	4,67
120	76,53	15,25	94,44	23,47	83,72	5,56

❖ Khi cấp thuốc một lần, thuốc tuyển ưu tiên hấp phụ vào các hạt dễ tuyển nên những hạt khó tuyển không đủ thuốc để nổi lên. Còn khi cấp thuốc gián đoạn, ở lần cấp đầu tiên sẽ thu được các hạt dễ tuyển trong bùn chỉ còn lại các hạt khó tuyển, ở lần cấp thứ hai thuốc chỉ còn phải tác dụng lên bề mặt các hạt khó tuyển, nên bề mặt đủ thuốc tuyển và làm tăng hiệu quả tuyển;

❖ Nồng độ pha rắn tối ưu nằm trong khoảng 60÷100g/l, ở giá trị nồng độ bùn 100 g/l cho hiệu quả tuyển cao nhất. Nồng độ pha rắn trên 100 g/l, hiệu quả tuyển của máy bắt đầu giảm.

❖ Từ kết quả thí nghiệm tuyển than Vàng Danh bằng máy tuyển Jameson đã xác định được một số chế độ công nghệ tuyển như sau: hỗn hợp thuốc M3; chi phí thuốc tuyển 3000/t (cấp thuốc phân đoạn) và nồng độ bùn đầu 100 g/l. Tại chế độ tuyển này thu được sản phẩm than sạch có thu hoạch, độ tro và thực thu lần lượt là: 74,65 %; 12,31 % và 95,01 %, còn sản phẩm đá thải có độ tro là 86,45 %;

❖ Kết quả tuyển than Vàng Danh khi cấp thuốc phân đoạn có hiệu quả tuyển cao hơn so với tuyển sơ bộ một chút, nhưng chi phí thuốc tuyển tăng 1,5 lần.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Từ kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than Hòn Gai và Vàng Danh bằng máy tuyển Jameson có một số nhận xét sau: từ than đầu của vùng Hòn Gai có độ tro xấp xỉ 37 % và vùng Vàng Danh có độ tro xấp xỉ 31 %, sau khi tuyển bằng máy Jameson thu được sản phẩm than sạch có độ tro dưới 15 % với mức thực thu đạt trên 85 % và sản phẩm đá thải có độ tro trên

75 %. Kết quả này tương tự như máy tuyển nổi Denver phòng thí nghiệm nhưng năng suất của máy Jameson cao hơn nhiều. Các kết quả tuyển ban đầu bằng máy tuyển Jameson rất khả quan, đây là thiết bị tuyển đơn giản, dễ vận hành và điều chỉnh chất lượng sản phẩm... Tuy nhiên để có thể làm chủ được công nghệ tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển nổi Jameson và sớm đưa thiết bị này vào thực tế tuyển than tại Việt Nam, cần phải hoàn thiện các nghiên cứu sau [2], [3], [5]:

❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực cấp liệu và lưu lượng bùn đến khả năng tác nghẽn trong ống phun bùn;

❖ Tối ưu hóa các thông số cấu tạo của máy như: chiều dài và đường kính của ống đi xuống và ống phun bùn; kích thước và hình dạng đầu phun bùn;

❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều cao mức bùn và chi phí nước làm giàu thứ sinh đến hiệu quả tuyển của máy;

❖ Đối với than Vàng Danh cần phải nghiên cứu ảnh hưởng của cỡ hạt đưa tuyển và cải tiến chất lượng của hỗn hợp thuốc tuyển để tăng hiệu quả tuyển và giảm chi phí thuốc tuyển. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Luận (2013), Jameson - Một thiết bị tối ưu để tuyển nổi bùn than, Tạp chí Công nghệ Mỏ số 4 năm 2013.
2. Hasan Hacifazlioglu, Ihsan Toroglu, (2007), Optimization of design and operating parameters in a pilot scale Jameson cell for slime coal cleaning, Fuel Processing Technology Vol. 88, pp. 731-736.
3. T.Taşdemir, B. Öteyaka và A.Taşdemir (2007), Air entrainment rate and holdup in the Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 20, pp. 761-765.
4. J. Cowburn, G. Harbort, E. Manlapig, Z. Pokrajcic (2006), Improving the recovery of coarse coal particles in a Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 19, pp. 609-618.
5. Matis, K. A, (1995), Flotation Science and Engineering, pp. 331-364, CRC Press.

**Người biên tập: Trần Văn Trạch**

#### SUMMARY

Jameson flotation cells are considered to have a number of advantages in the coal cleaning industry. This paper is to report some selected results of the initial research into flotation of Quảng Ninh coal pulps by a Jameson flotation cell.