

# ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ CÔNG NGHỆ VÀ CẤU TẠO ĐẾN HIỆU QUẢ TUYỂN NỔ THAN CẤP HẠT $\pm 0,074$ MM BẰNG MÁY JAMESON

TS. PHẠM VĂN LUẬN  
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

**K**hả năng tuyển than cấp hạt thô hay mịn bằng máy tuyển Jameson phụ thuộc nhiều vào các thông số cấu tạo máy và chế độ công nghệ tuyển [2], [3], [4], [5], [6]. Do vậy, nếu than đưa tuyển chứa nhiều hạt thô hay mịn sẽ có chế độ tuyển và cấu tạo máy khác nhau. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về khả năng thu hồi than cấp hạt  $\pm 0,074$  mm khi tuyển nổi bùn than bằng máy Jameson. Từ kết quả nghiên cứu đưa ra chế độ công nghệ tuyển và thông số cấu tạo máy hợp lý đối với từng loại bùn than chứa nhiều hạt thô hoặc mịn.

## 1. Mẫu và thiết bị nghiên cứu

### 1.1. Mẫu thí nghiệm

Mẫu nghiên cứu là than bùn cấp hạt -1 mm được lấy tại Công ty Tuyển than Cửa Ông, tính chất của mẫu cho ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần độ hạt của mẫu nghiên cứu

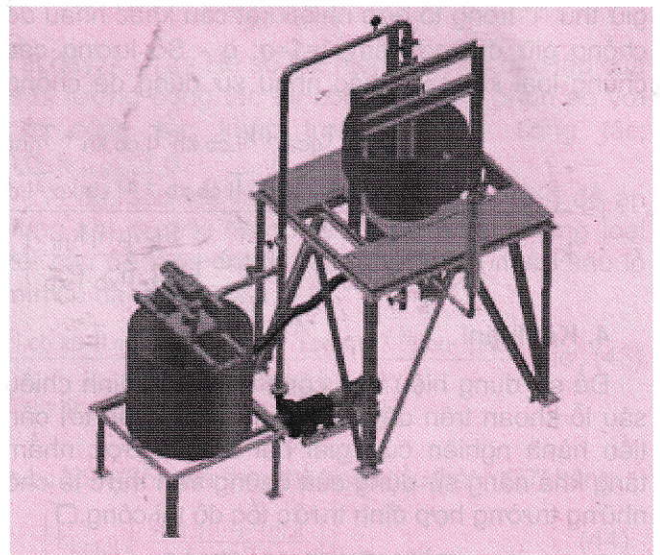
Cấp hạt, mm	, □ %	A, %
0,5÷1	2,49	11,71
0,2÷0,5	12,8	7,92
0,1÷0,2	14,48	12,17
0,074÷0,1	6,51	11,78
0,04÷0,074	11,36	17,09
-0,04	52,36	49,54
Cộng	100	31,72

Từ kết quả phân tích tính chất của các mẫu nghiên cứu nhận thấy: cấp hạt  $+0,074$  mm có thu hoạch xấp xỉ 40 % và có độ tro dưới 15 %; cấp hạt  $-0,04$  mm có thu hoạch cao nhất (52,36 %) và có độ tro cao nhất (49,54 %).

### 1.2. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị nghiên cứu là một ngăn hình trụ có chiều cao 1300 mm, đường kính 540 mm và thể

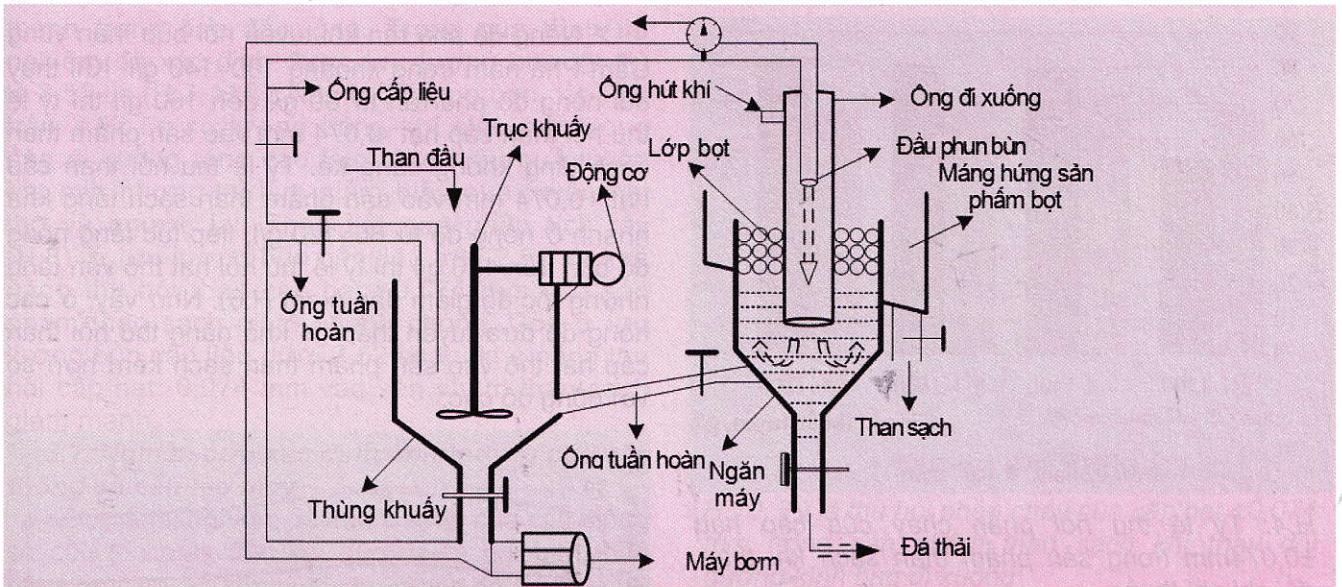
tích 200l. Bên trong có lắp ống đi xuống và ống phun bùn. Ống đi xuống có chiều dài 1000 mm và có đường kính lần lượt là 90; 110; 130 và 150 mm, ống đi xuống có thể nâng lên hoặc hạ xuống so với ngăn máy. Ống phun bùn có chiều dài 800 mm và có đường kính lần lượt là 20; 30; 40 và 50 mm, ống phun bùn cũng có thể nâng lên hoặc hạ xuống so với ngăn máy. Đầu phun bùn có đường kính lần lượt là 19; 17; 15 và 13 mm, dạng lỗ hình tròn và hình vành khăn. Sơ đồ cấu tạo của máy như H.1.



H.1. Sơ đồ cấu tạo máy tuyển Jameson

## 2. Phương pháp thí nghiệm và đánh giá kết quả

Các thí nghiệm được thực hiện một lần trên máy tuyển Jameson với các điều kiện về công nghệ và cấu tạo như Bảng 2. 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. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm như H.2.



H.2. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm tuyển than bùn bằng máy Jameson

Bảng 2. Các thông số khảo sát

Thông số khảo sát	Khoảng biến thiên	Thông số khảo sát	Khoảng biến thiên
Chi phí thuốc tuyển, g/t	1200; 1400; 1600 và 1800	Chiều sâu ngập trong bùn của ống đi xuống, mm	450; 500; 550; 600
Nồng độ pha rắn, g/l	80; 100; 120; 140 và 160	Đường kính ống đi xuống, mm	90; 110; 130; 150
Lưu lượng cấp liệu, l/s	2,31; 2,52; 2,73; 2,94	Đường kính ống phun bùn, mm	50; 40; 30; 20
Đường kính đầu phun bùn, mm	19; 17; 15; 13	Khoảng cách từ mặt bùn đến đầu phun bùn, mm	120; 90; 60; 30

Trình tự thí nghiệm tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển Jameson như tài liệu [2], [3]. Các sản phẩm than sạch và đá thải của từng thí nghiệm được sấy khô, cân xác định trọng lượng, lấy mẫu phân tích độ tro và phân tích rây qua rây 0,074 mm.

### 3. Kết quả thí nghiệm và bàn luận

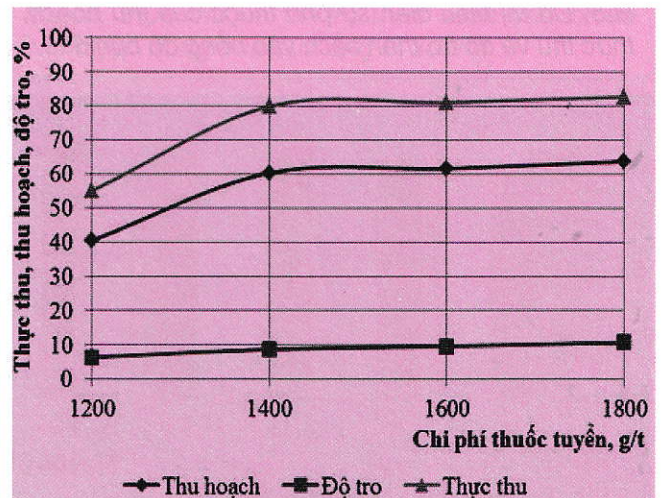
#### 3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ

Kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến kết quả tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển Jameson thể hiện tại các đồ thị H.3-H.8.

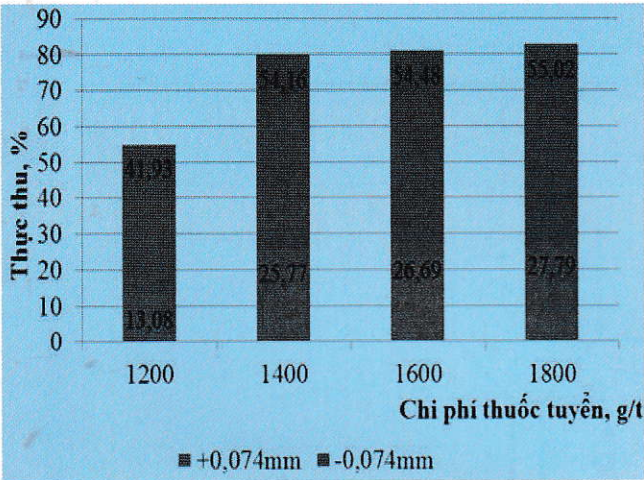
Từ các kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của các thông số công nghệ chúng ta có một số nhận xét sau:

➢ Chi phí hỗn hợp thuốc để tuyển than vùng Cẩm Phả vào khoảng 1400 g/t, cao hơn một chút so với khi tuyển than vùng Hòn Gai [2], [3]. Ở chi phí thuốc 1200 g/t thì khả năng thu hồi than cấp hạt  $\pm 0,074$  mm vào than sạch đều rất thấp, chứng tỏ thiếu thuốc tuyển. Chi phí thuốc từ 1400 g/t trở lên

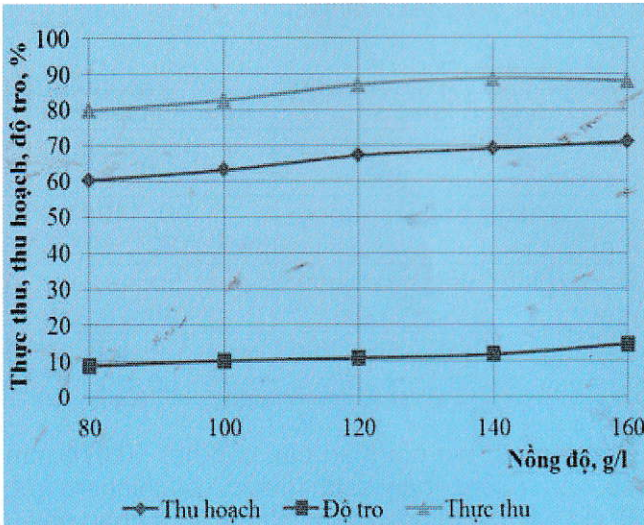
thì khả năng thu hồi than các cấp hạt  $\pm 0,074$  mm vào sản phẩm than sạch được cải thiện rõ rệt, nhưng các giá trị này không chênh lệch nhau nhiều.



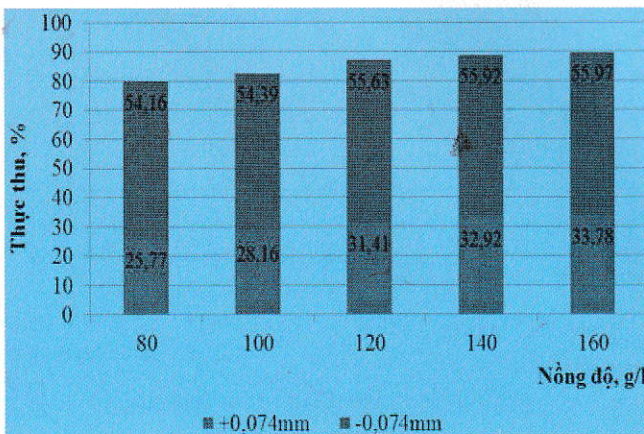
H.3. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào chi phí hỗn hợp thuốc



H.4. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt ±0,074mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi chi phí thuốc

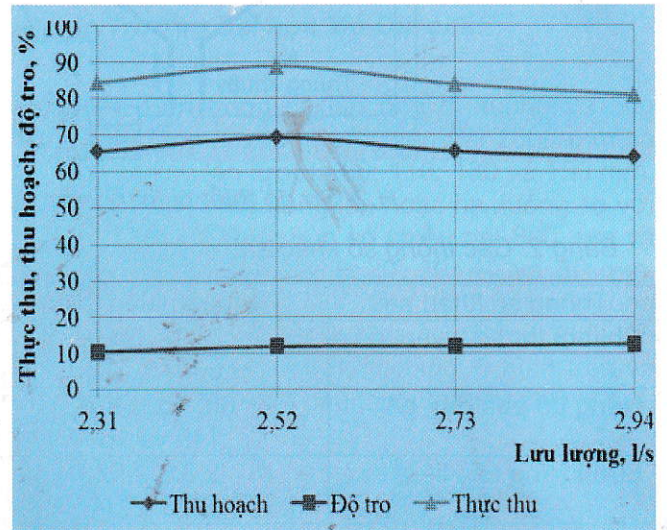


H.5. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào nồng độ bùn đầu

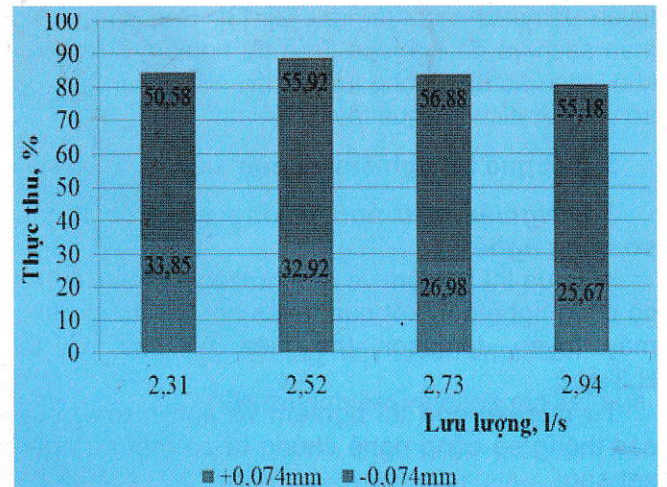


H.6. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt ±0,074 mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi nồng độ bùn đầu

➤ Nồng độ pha rắn khi tuyển nổi bùn than vùng Cẩm Phả nằm trong khoảng 100÷140 g/l. Khi thay đổi nồng độ pha rắn từ 80 g/l đến 160 g/l thì tỷ lệ thu hồi than cấp hạt -0,074 mm vào sản phẩm than sạch tăng không đáng kể. Tỷ lệ thu hồi than cấp hạt +0,074 mm vào sản phẩm than sạch tăng khá nhanh ở nồng độ từ 80÷120 g/l, tiếp tục tăng nồng độ bùn trên 120 g/l thì tỷ lệ thu hồi hạt thô vẫn tăng nhưng tốc độ giảm dần (xem H.6). Như vậy, ở các nồng độ đưa tuyển thấp thì khả năng thu hồi than cấp hạt thô vào sản phẩm than sạch kém hơn so với nồng độ cao;



H.7. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào lưu lượng bùn cấp liệu



H.8. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt ±0,074 mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi lưu lượng cấp liệu

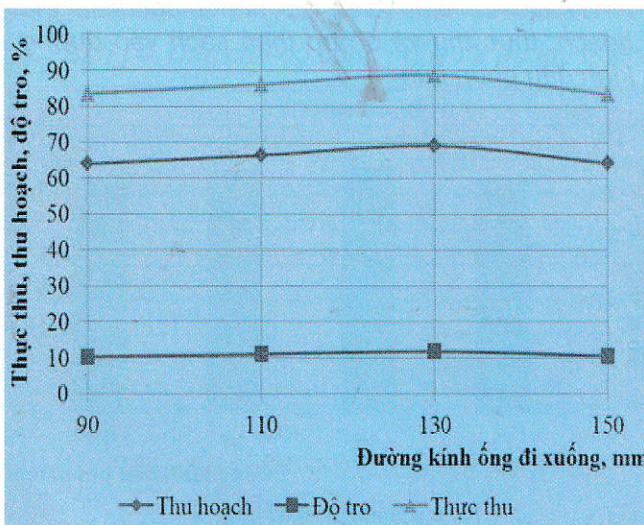
➤ Lưu lượng bùn cấp liệu tỷ lệ thuận với tốc độ phun bùn và số lượng bóng khí được tạo

thành trong ống đi xuống. Trong quá trình thí nghiệm đã xác định được lưu lượng bùn tối ưu là 2,52 l/s (H.7, H.8). Nếu lưu lượng bùn cấp liệu trên 2,52 l/s số lượng bóng khí siêu mịn trong ống đi xuống tăng cao làm tăng hiệu quả tuyển hạt mịn nhưng lại làm giảm hiệu quả tuyển hạt thô và ngược lại. Theo kết quả phân tích rây (H.8), ở lưu lượng bùn cấp liệu trên 2,52 l/s khả năng thu hồi than cấp hạt +0,074 mm vào sản phẩm than sạch giảm nhanh chóng. Còn ở lưu lượng bùn cấp liệu dưới 2,52 l/s thì khả năng thu hồi cấp hạt -0,074 mm vào sản phẩm than sạch giảm mạnh.

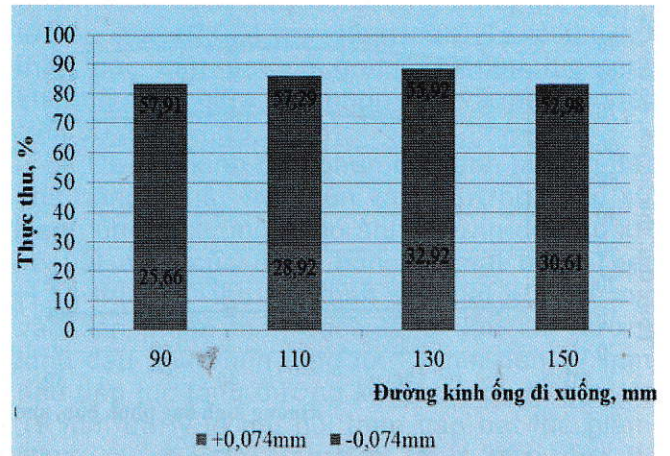
**3.2. Nghiên cứu xác định ảnh hưởng của các thông số cấu tạo máy**

Kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của các thông số cấu tạo máy đến kết quả tuyển nổi bùn than bằng máy tuyển Jameson cho ở các đồ thị H.9÷18. Từ kết quả thí nghiệm có một số nhận xét sau:

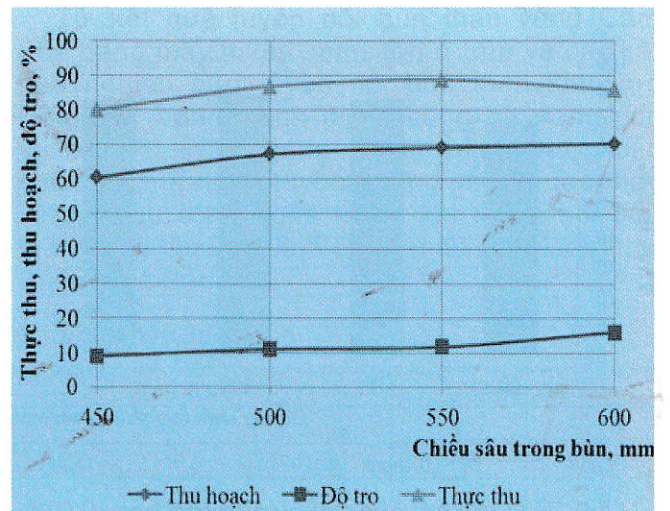
> Đường kính ống đi xuống tăng từ 90 mm đến 130 mm thì khả năng thu hồi cấp hạt +0,074 mm vào sản phẩm than sạch tăng dần còn cấp -0,074 mm lại giảm dần. Tiếp tục tăng đường kính ống đi xuống lên trên 130 mm thì tỷ lệ thu hồi than sạch các cấp hạt đều giảm; Khi đường kính ống đi xuống tăng thì mức độ khuấy trộn bùn than trong ống giảm dần và đạt đến giá trị phù hợp nên hạt khoáng bám chắc vào bóng khí hơn, tiếp tục tăng đường kính ống đi xuống quá giá trị tối ưu thì sự khuấy trộn bùn-quặng trong ống không đủ mạnh khi đó chỉ có những hạt có tính kỵ nước tốt mới bám được vào bóng khí. Từ kết quả thí nghiệm chọn đường kính ống đi xuống tối ưu là 130 mm (H.9, H.10);



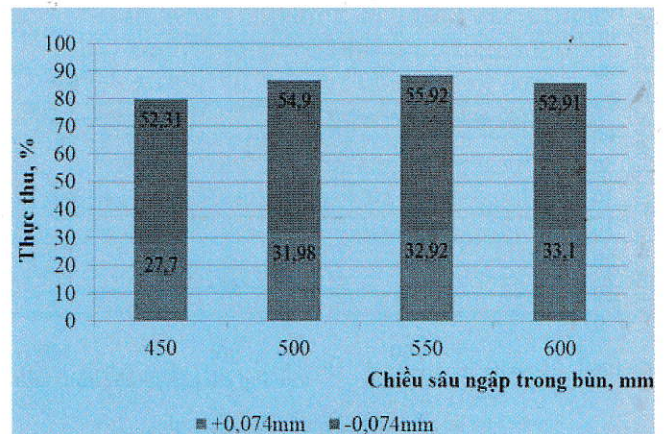
H.9. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào đường kính ống đi xuống



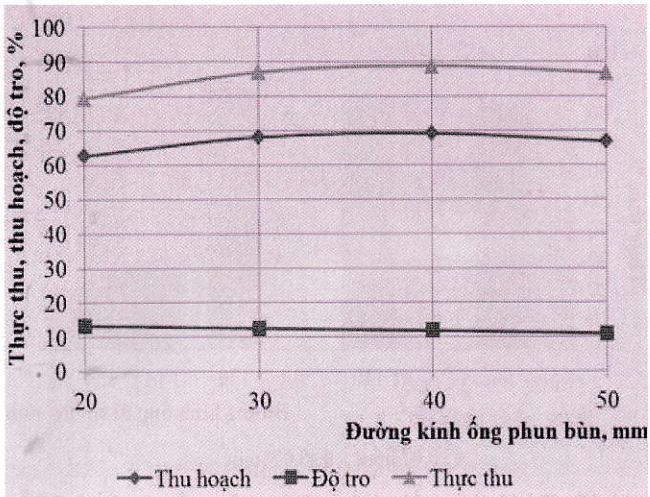
H.10. Tỷ lệ thu hồi phân cháy của cấp hạt ±0,074 mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi đường kính ống đi xuống



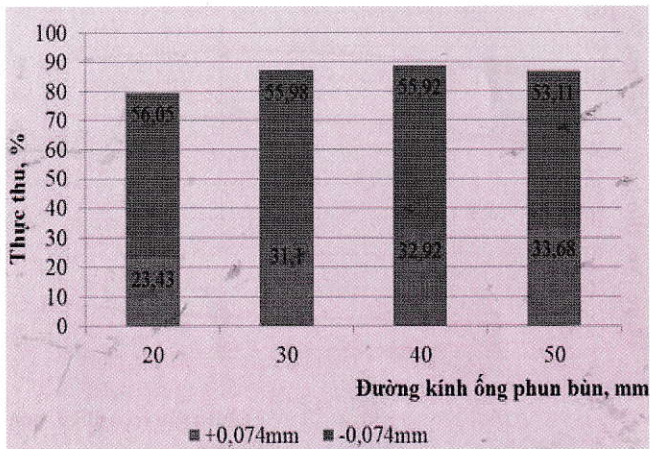
H.11. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào chiều sâu ngập trong bùn của ống đi xuống



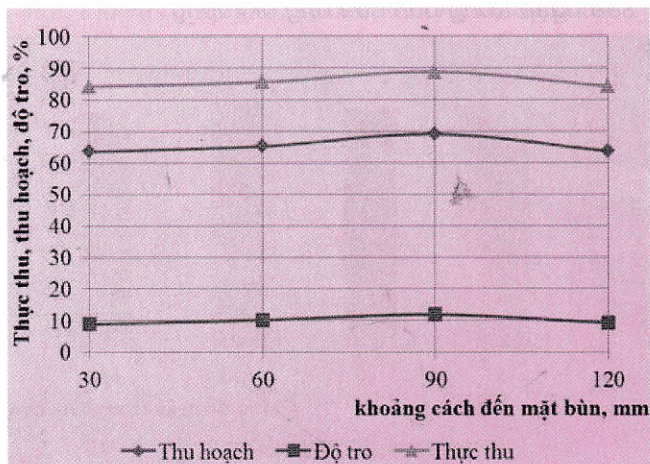
H.12. Tỷ lệ thu hồi phân cháy của cấp hạt ±0,074 mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi chiều sâu ngập trong bùn của ống đi xuống



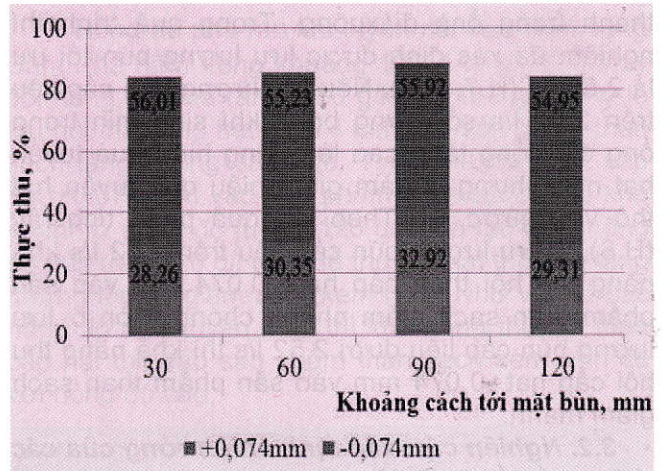
H.13. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào đường kính ống phun bùn



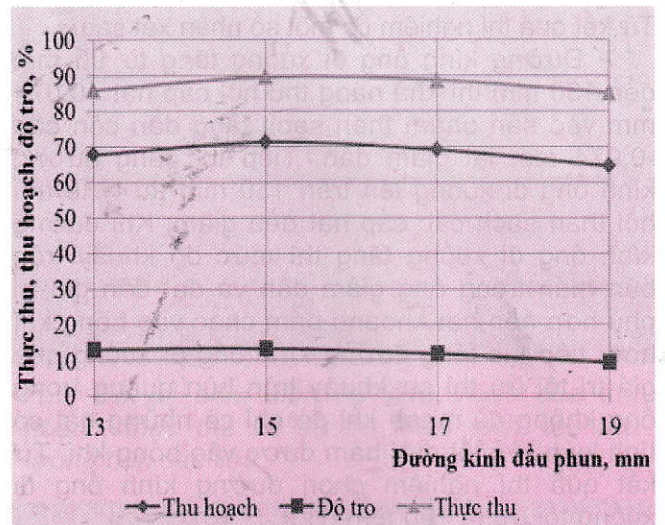
H.14. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt  $\pm 0,074$  mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi đường kính ống phun bùn



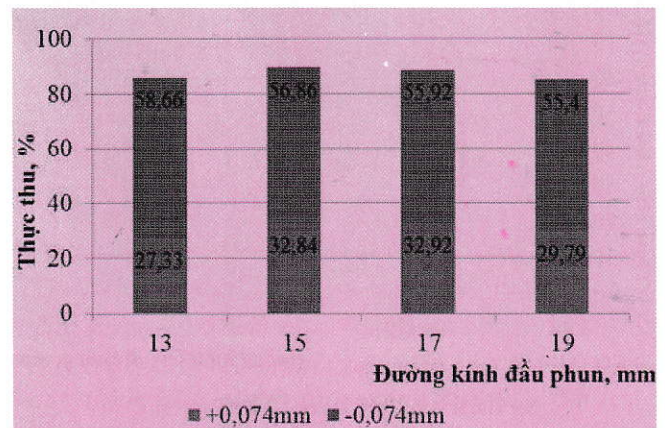
H.15. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào khoảng cách từ đầu phun bùn tới mặt bùn



H.16. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt  $\pm 0,074$  mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi khoảng cách từ đầu phun bùn đến mặt bùn



H.17. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thu hoạch, thực thu và độ tro than sạch vào đường kính đầu phun bùn



H.18. Tỷ lệ thu hồi phần cháy của cấp hạt  $\pm 0,074$  mm trong sản phẩm than sạch khi thay đổi đường kính đầu phun bùn

➢ Chiều sâu ngập trong bùn của ống đi xuống tăng từ 450÷550 mm thì khả năng thu hồi than các cấp hạt ±0,074 mm vào sản phẩm than sạch tăng dần. Nếu tiếp tục tăng chiều sâu ống đi xuống trên 550 mm thì khả năng thu hồi than cấp hạt mịn lại giảm đi. Khi tăng chiều sâu quá giá trị tối ưu thì thời gian khuấy trộn bùn trong ống đi xuống lâu hơn làm cho một số hạt bị rời khỏi bóng khí. Theo H.11, H.12 thì chiều sâu ngập trong bùn tối ưu của ống đi xuống là 550 mm;

➢ Tăng đường kính ống phun bùn từ 20 mm đến 40 mm thì khả năng thu hồi than cấp hạt -0,074 mm vào sản phẩm than sạch giảm không đáng kể, nhưng tỷ lệ thu hồi than cấp hạt +0,074 mm vào sản phẩm tăng khá nhanh. Tiếp tục tăng đường kính ống phun bùn đến 50 mm thì khả năng thu hồi hạt mịn giảm nhanh còn tỷ lệ thu hồi hạt thô vẫn tăng nhưng không đáng kể (H.13, H.14). Như vậy, đường kính ống phun bùn nhỏ phù hợp cho quá trình tuyển hạt mịn hơn so với hạt thô và ngược lại;

➢ Khoảng cách từ mặt bùn đến đầu phun bùn ảnh hưởng đến diện tích tiếp xúc và áp lực của dòng bùn phun lên mặt bùn trong ống đi xuống. Tăng khoảng cách này từ 30÷90 mm thì tỷ lệ thu hồi than cấp hạt -0,074 mm vào sản

phẩm than sạch thay đổi không đáng kể, còn tỷ lệ cấp hạt +0,074 mm tăng dần. Tỷ lệ thu hồi than các cấp hạt sẽ giảm khi tiếp tục tăng khoảng cách giữa đầu phun bùn và mặt bùn lên trên 90 mm (H.15, H.16);

➢ Đường kính đầu phun bùn ảnh hưởng đến khả năng khuấy trộn bùn và số lượng bóng khí trong ống đi xuống vì nó ảnh hưởng đến áp lực và tiết diện của dòng bùn lên mặt bùn. Theo H.18 thì tỷ lệ thu hồi than cấp hạt +0,074 mm vào sản phẩm than sạch tăng dần khi đường kính đầu phun bùn tăng từ 13 mm đến 17 mm, nếu tiếp tục tăng đường kính đầu phun bùn lên 19 mm thì tỷ lệ thu hồi than cấp hạt thô giảm. Như vậy, đường kính đầu phun bùn tăng thì khả năng thu hồi than cấp hạt -0,074 mm vào sản phẩm than sạch giảm dần còn cấp hạt +0,074 mm tăng dần;

Từ kết quả tuyển nổi bùn than vùng Cẩm Phả bằng máy tuyển Jameson ở trên và các kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than khu vực Hòn Gai, Vàng Danh được công bố trong các tài liệu [6], [7]. Chúng tôi xác định được các chế độ công nghệ tuyển, thông số cấu tạo máy và chỉ tiêu công nghệ tuyển khi tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy Jameson như Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Kết quả tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy Jameson

Khu vực	Than sạch			Đá thải			Than đầu	
	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %	ε, %	γ, %	A, %
Vàng Danh	78,17	14,87	96,78	21,83	89,86	3,22	100	31,24
Hòn Gai	66,67	14,05	91,91	33,33	84,86	8,09	100	37,65
Cẩm Phả	73,16	13,86	91,71	26,84	78,76	8,29	100	31,27

Bảng 4. Các chế độ công nghệ tối ưu khi tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng thiết bị Jameson

Thông số, đơn vị	Cẩm Phả	Hòn Gai	Vàng Danh
Chi phí thuốc, g/t	1400	1200	3000
Nồng độ pha rắn bùn đầu, g/l	140	80	80
Lưu lượng bùn cấp liệu, l/s	2,52	2,52	2,52
Chiều sâu trong bùn của ống đi xuống, mm	550	550	500
Đường kính ống đi xuống, mm	130	130	110
Đường kính ống phun bùn, mm	40	40	40
Đường kính đầu phun bùn, mm	15	17	15
Khoảng cách từ mặt bùn đến đầu phun, mm	90	90	90

Từ số liệu ở Bảng 3 và 4 có một số nhận xét như sau:

➢ Kết quả tuyển nổi bùn than của một số khu vực Quảng Ninh đều thu được các chỉ tiêu công nghệ tuyển khá tốt và tương đương nhau. Sản phẩm than sạch đều có độ tro nhỏ hơn 15 % với

mức thực thu đạt trên 90 %, sản phẩm đá thải có độ tro trên 75 % với mức thực thu dưới 10 %;

➢ Chi phí hỗn hợp thuốc tuyển cho than vùng Vàng Danh là cao nhất (3000 g/t) và sử dụng loại hỗn hợp thuốc tuyển có nhiều thành phần dầu nặng hơn. Điều này có thể là do than vùng Vàng

Danh có khối lượng riêng cao hơn;

➤ Tuy than vùng Hòn Gai, Cẩm Phả khá giống nhau nhưng khi tuyển than vùng Cẩm Phả đã phải sử dụng chi phí hỗn hợp thuốc tuyển cao hơn một chút và nồng độ bùn đưa tuyển đặc hơn gần gấp đôi. Điều này có thể do mẫu than đang nghiên cứu (vùng Cẩm Phả) có độ tro thấp hơn và chứa nhiều cấp hạt siêu mịn hơn.

#### 4. Kết luận

➤ Yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả tuyển hạt mịn hay thô là áp lực cấp liệu. Áp lực cấp liệu phụ thuộc chủ yếu vào: lưu lượng bùn cấp liệu, áp lực của máy bơm; đường kính ống phun bùn và đường kính đầu phun bùn. Ngoài ra hiệu quả tuyển hạt thô hay mịn còn phụ thuộc vào loại thuốc tuyển, nồng độ bùn đầu, khoảng cách từ đầu phun bùn đến mặt bùn, chiều sau ngập trong bùn của ống đi xuống;

➤ Khi tuyển bùn than chứa nhiều cấp hạt -0,074 mm cần phải tăng áp lực cấp liệu để tăng số lượng bóng khí siêu nhỏ và tăng mức độ khuấy trộn. Để tăng áp lực cấp liệu thì có thể tăng áp lực cấp liệu; tăng lưu lượng bùn cấp liệu; giảm đường kính ống phun bùn và đầu phun bùn. Còn nếu bùn than đưa tuyển chứa nhiều cấp hạt +0,074 mm thì phải giảm áp lực cấp liệu;

➤ Các kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy tuyển Jameson đều cho kết quả tuyển khả quan, đều thu được sản phẩm than sạch có độ tro dưới 15 % với thực thu đạt trên 90 %. Còn sản phẩm đá thải có độ tro trên 75 %, đảm bảo yêu cầu để thải bỏ;

➤ Các nghiên cứu cũng cho thấy máy tuyển Jameson phù hợp để tuyển nổi bùn than khu vực Hòn Gai-Cẩm Phả hơn so với khu vực Vàng Danh;

➤ Các sản phẩm của quá trình tuyển nổi bao giờ cũng dễ lọc hơn và khử nước hơn so với phương pháp xử lý bùn than truyền thống bằng các quá trình lắng đọng, ly tâm,... Nếu sử dụng phương pháp tuyển nổi trong sơ đồ xử lý bùn than thì quá trình khử nước được triệt để hơn, giảm tác động ô nhiễm môi trường và chống lãng phí tài nguyên. Vì vậy, cần có các nghiên cứu tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy tuyển Jameson ở quy mô lớn hơn, để sớm đưa thiết bị này vào thực tế tuyển than tại Việt Nam nhằm phát triển bền vững ngành công nghiệp than nước nhà. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Luận (2013). Jameson - Một thiết bị tối ưu để tuyển nổi bùn than. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. 2013.
2. Phạm Văn Luận (2015). Một vài kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy tuyển nổi Jameson, Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 2015.
3. Phạm Văn Luận (2015). Nghiên cứu tuyển than bùn vùng Hòn Gai bằng máy tuyển nổi Jameson. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6. 2015.
4. 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, page 731-736.
5. T.Taşdemi, B. Öteyaka và A.Taşdemi (2007), Air entrainment rate and holdup in the Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 20, page 761-765.
6. J. Cowburn, G. Harbort, E. Manlapig, Z. Pokrajcic (2006), Improving the recovery of coarse coal particles in a Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 19, page 609-618.

**Người biên tập:** Trần Văn Trạch

**Từ khóa:** tuyển nổi than, than cấp hạt mịn, máy tuyển nổi Jameson.

**Ngày nhận bài:** 05 tháng 12 năm 2015

**Ngày duyệt đăng bài:** 06 tháng 8 năm 2016

#### SUMMARY

Jameson flotation machines have more advantages than other flotation columns for coal slurry flotation, and today they are the first choice for the world's coal factories. The ability to float coarse or fine coal particles by Jameson machine is dependent on many structural and operating factors. Therefore, there should be different operating regimes for coarse and for fine coals. This report presents the results of the research on the recoverability of  $\pm 0,074$  mm coal particles by Jameson flotation machine. From the research results, optimum operating conditions and structural parameters are proposed for flotation of coal slurry containing coarse or fine particles.