

## **KHAI THÁC MỎ & XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGÂM (trang 54 - 71)**

### **ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TẠO TẦNG SÔI ĐỂ XÁC ĐỊNH TÍNH KHẢ TUYỂN CỦA THAN**

NHỮ THỊ KIM DUNG, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

**Tóm tắt:** *Việc phát triển những phương pháp mới để thu nhận số liệu về tính khả tuyển của than có rất nhiều lợi ích. Phương pháp “chìm nổi” truyền thống đã sử dụng từ lâu chi phí quá đắt và mất nhiều thời gian. Hơn nữa, các chất lỏng nặng dùng để phân tích có thể gây các vấn đề về sức khỏe và môi trường. Mục đích của bài báo này là mô tả một phương pháp mới để phân tích tính khả tuyển bằng cách tạo tầng sôi. Áp dụng phương pháp này cho than cỡ hạt nhỏ hơn 2 mm, tuy vậy cũng có thể áp dụng cho than có cỡ hạt hoặc tỷ trọng bất kỳ. Mặc dù quá trình tạo tầng sôi đã được khẳng định, việc ứng dụng phương pháp này để phân tích tính khả tuyển vẫn là một điều mới mẻ. Phân tích mẫu thành các cỡ hạt hẹp, cho vào cột đã tạo tầng sôi một cỡ hạt hẹp như vậy, các hạt phân tầng tạo ra một biểu đồ áp lực với những hạt nhẹ hơn ở trên cùng và nặng dần về phía dưới. Đo biểu đồ áp lực bằng bộ chuyển đổi vi sai. Lấy các mẫu huyền phù ra khỏi cột, đo sự thay đổi biểu đồ áp lực và xác định trọng lượng khô của mẫu tháo ra. Từ những số liệu này sẽ xác định tỷ trọng của hạt.*

#### **1. Mở đầu**

Trong ngành tuyển khoáng, các quá trình làm giàu khoáng sản có ích bằng phương pháp tuyển trọng lực được thực hiện dựa vào sự khác nhau về tỷ trọng của hạt. Do đó thành phần tỷ trọng và thành phần độ hạt là vấn đề quan trọng. Đây là cơ sở để đánh giá tính khả tuyển vật liệu, thiết kế và chọn kích thước của thiết bị, kiểm tra quá trình tuyển và đánh giá năng suất của xường. Tuy nhiên, quá trình phân tích chìm nổi truyền thống dùng chất lỏng nặng để xác định thành phần tỷ trọng quá đắt đỏ và thời gian thực hiện quá lâu khiến cho số liệu sẽ không còn ý nghĩa. Mặt khác, các chất lỏng nặng dùng để phân tích có tính độc hại, ảnh hưởng tới sức khỏe và môi trường.

Việc phát triển những phương pháp mới để thu nhận số liệu về tính khả tuyển, nhất là trong ngành tuyển than, có rất nhiều lợi ích. Trong ngành tuyển than, phương pháp “chìm nổi” truyền thống (AS 4156.1-1994) đã sử dụng trong nhiều thập kỷ. Trộn rượ trắng với pecloroetylen theo những tỷ lệ khác nhau để tạo ra các chất lỏng có tỷ trọng từ 1,25 đến 1,60 và chứa vào các bình. Để điều chế chất lỏng tỷ trọng cao hơn thì dùng hỗn hợp của tetrabromoetan và pecloroetylen. Dùng tỷ trọng kế đo tỷ trọng chất lỏng trong các bình. Phải cần đến hệ thống hút đất tiền để dẫn

các khí hữu cơ ra khỏi phòng thí nghiệm. Các dung dịch muối đã được sử dụng thay cho nước nặng hữu cơ. Cho mẫu than vào bình có tỷ trọng thấp nhất. Thu phân hạt than nổi, tách dung dịch ra, sấy khô phân hạt và cân. Tách hết dung dịch trong phân hạt than chìm và chuyển vào bình tiếp theo. Lặp lại công việc này đối với mỗi bình chứa. Phân tích độ tro đối với mỗi phần than nổi.

Việc phân tích càng tốn thời gian nếu hạt nhỏ hơn 5 mm, và càng khó khăn hơn nếu hạt dưới 1 mm vì khi đó hạt lắng chậm hơn.

Mục đích của bài báo này là mô tả một phương pháp mới để phân tích tính khả tuyển bằng cách tạo tầng sôi. Dùng phương pháp này cho than cỡ nhỏ hơn 2 mm, tuy vậy cũng có thể áp dụng cho than có cỡ hạt hoặc tỷ trọng bất kỳ. Mặc dù quá trình tạo tầng sôi đã được khẳng định, việc ứng dụng phương pháp này để phân tích tính khả tuyển vẫn là một điều mới mẻ.

#### **2. Lý thuyết**

Khi đẩy một chất lỏng đi lên qua một tầng các hạt đồng nhất sẽ xảy ra sự giãn lớp hạt khi vận tốc bề mặt của chất lỏng đạt đến giá trị tạo tầng sôi tối thiểu. Tại điểm đó trọng lượng của tầng hạt hoàn toàn được đỡ bằng lực đẩy do chất lỏng sinh ra. Tầng hạt tiếp tục giãn ra do

vận tốc của chất lỏng tiếp tục tăng lên. Áp lực giữa đỉnh và đáy của tầng hạt giãn ra là:

$$P = \phi_1 \rho_1 gH + (1 - \phi_1) \rho gH, \quad (1)$$

trong đó: H là chiều cao tầng hạt và g là gia tốc trọng trường. Số hạng thứ nhất thể hiện phần áp lực do các hạt tỷ trọng  $\rho_1$  có mặt trong phần thể tích  $\phi_1$ . Số hạng thứ hai là phần áp lực do chất lỏng tỷ trọng  $\rho$ . Phương trình (1) có thể viết lại như sau:

$$P = \phi_1 (\rho_1 - \rho) gH + \rho gH. \quad (2)$$

Các lỗ đo áp lực trên thành bình chứa chất lỏng để tạo tầng sôi trong tầng hạt sẽ ghi lại áp lực do chất rắn  $P_s$  là tổng số áp lực P trừ bớt áp lực  $\rho gH$  do chiều cao của chất lỏng H. Như vậy:

$$P_s = \phi_1 (\rho_1 - \rho) gH. \quad (3)$$

Hãy xem xét một tầng hạt đã tạo tầng sôi chịu tác động của vận tốc cố định của chất lỏng. Vận tốc của hạt đối với chất lỏng gọi là vận tốc trượt về cơ bản là không đổi. Hạt chuyển động không có gia tốc, do đó trọng lượng hạt, sức nổi và lực đẩy hạt cân bằng nhau. Trọng lượng thực của hạt trong chất lỏng cân bằng chính xác với lực đẩy do chất lỏng tạo ra. Do đó Phương trình (3) thể hiện trọng lượng của hạt trong chất lỏng trên một đơn vị diện tích tương đương với độ giảm áp lực do lực đẩy của chất lỏng. Còn độ giảm áp lực liên kết với năng lượng tiêu tán trong chất lỏng (Clift và nnk, 1987).

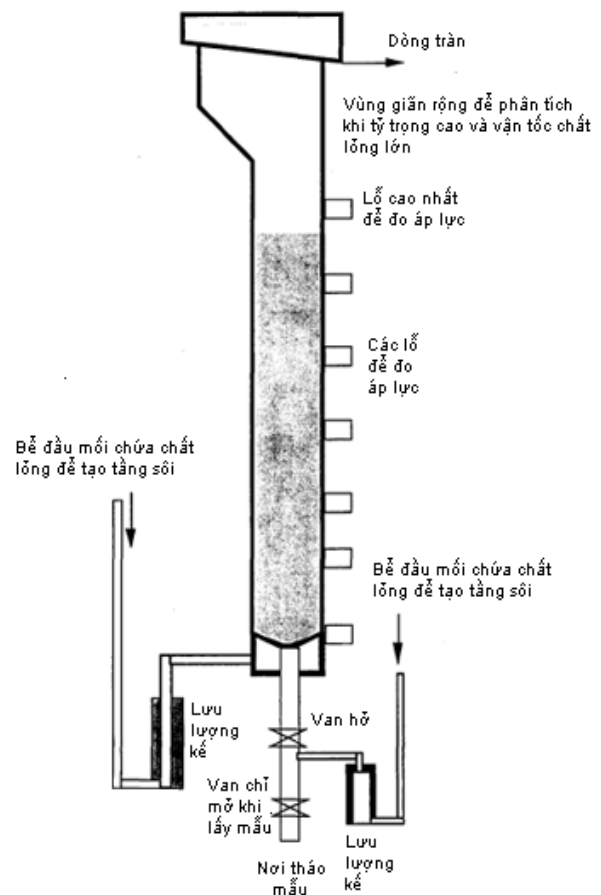
Khi vận tốc chất lỏng đi qua tầng hạt bằng không thì  $P_s$  cũng bằng không vì trọng lượng hạt được đáy bình đỡ hoàn toàn. Khi vận tốc chất lỏng tăng lên thì  $P_s$  cũng tăng lên vì phần tăng lên của trọng lượng hạt được nâng đỡ bởi lực đẩy của chất lỏng. Giá trị  $P_s$  không thể tăng lên nữa mặc dù vận tốc chất lỏng tiếp tục tăng thêm vì lực đẩy của chất lỏng không thể vượt quá trọng lượng cố định của hạt trong chất lỏng.

### 3. Phương pháp luận

Trên hình 1 giới thiệu cấu tạo một hệ thống cột thí nghiệm. Chất lỏng từ bể góp được bơm lên một bể đầu mối cố định nằm khá cao so với cột. Dòng chất lỏng từ bể đầu mối dưới tác dụng của trọng lực tự chảy vào lưu lượng kế kiểu phao nằm thấp hơn cột. Tiếp theo, chất

lỏng qua các lỗ dưới đáy đi lên qua cột chứa. Một buồng rộng đặt trên đỉnh cột để giảm tổn thất hạt khi chất lỏng có vận tốc lớn.

Bằng phương pháp phân tích rây thông thường đã thu được những phân cấp hạt hẹp của mẫu. Cho một cấp hạt hẹp đó vào cột đã tạo tầng sôi, các hạt phân tầng dễ dàng tạo ra huyền phù theo một biểu đồ áp lực với những hạt nhẹ hơn ở phía trên và những hạt nặng dần về phía dưới. Vì phạm vi rộng của vận tốc lắng nên sẽ chia mẫu thành một phần nặng hơn và một phần nhẹ hơn là phù hợp. Vận tốc tạo tầng sôi tăng lên cho đến khi tất cả các hạt đều nổi lơ lửng. Lúc đó một phần của những hạt nhẹ hơn bị đẩy



Hình 1. Cấu tạo một cột đơn giản

vào vùng hình nón.

Những hạt nặng trên đáy cột được tháo ra, ít nhất là cho đến khi thấy rõ ràng những hạt giàu khoáng vật được tháo ra khỏi cột. Tiếp theo, những hạt còn lại được tạo tầng sôi với vận tốc thấp hơn nhưng đủ để cho các hạt nổi lơ lửng gần sát đáy cột. Tại điểm đó tất cả các hạt được tạo

tầng sôi đến độ cao dưới lỗ đo áp lực trên cùng. Đo biểu đồ áp lực của huyền phù bằng các bộ đo chênh áp nằm giữa các vị trí kế cận. Các bộ đo áp lực có thể kết nối với một máy tính. Giá trị trung bình động của từng giá trị chênh áp sẽ được sử dụng để xác định khi nào hệ thống ổn định, tức là đã hoàn thành sự phân tầng. Thời gian khoảng từ 5 đến 10 phút là đủ.

Ghi hiệu số áp lực  $\Delta P_i$  giữa lỗ đo áp lực cao nhất và lỗ đo cuối gần sát đáy cột. Chú ý rằng chiều cao của tầng hạt phải thấp hơn chiều cao lỗ đo áp lực trên cùng, và tất cả các hạt phải được tạo tầng sôi. Lúc đó  $\Delta P_i$  biểu thị tổng trọng lượng mẫu trong chất lỏng. Một phần huyền phù được hút ra ở phía dưới theo kiểu dòng chảy hai pha có nút ổn định. Ghi hiệu số áp lực  $\Delta P_i$  cũng bằng hai lỗ đo này. Sự thay đổi hiệu số áp lực là do tháo vật liệu ra khỏi đáy cột tầng sôi và được thể hiện như sau:

$$\Delta P_s = \Delta P_i - \Delta P_j \quad (4)$$

Sự thay đổi áp lực chính xác bằng trọng lượng trên một đơn vị diện tích của hạt trong chất lỏng đã được tháo ra, đó là:

$$\Delta P_s = \phi_s (\rho_s - \rho) g H \quad (5)$$

trong đó: H bây giờ là chiều cao của huyền phù đã tháo ra,  $\rho_s$  là tỷ trọng trung bình của chất rắn trong huyền phù đã tháo ra, và  $\phi_s$  là phần thể tích của chất rắn trong huyền phù đã tháo ra. Khối lượng chính xác của hạt đã tháo ra là:

$$M = \rho_s \phi_s A H \quad (6)$$

trong đó: A là diện tích của cột. Kết hợp hai phương trình (5) và (6) để loại bỏ phần thể tích của hạt sẽ được:

$$\Delta P_s = \frac{M(\rho_s - \rho)g}{\rho_s A} \quad (7)$$

Tiếp theo, tính tỷ trọng tương đối của mẫu i  $\rho_s/\rho$  là:

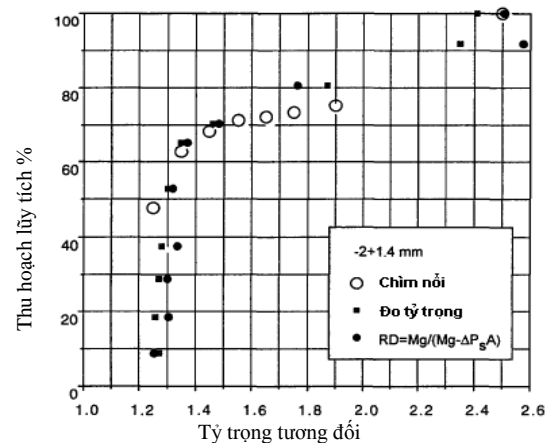
$$R.D. = \frac{Mg}{Mg - \Delta P_s A} \quad (8)$$

Sau mẫu thứ nhất có khối lượng khô là M đã tháo ra, ghi lại hiệu số áp lực giữa lỗ đo cao nhất và lỗ gần sát đáy cột, tính  $\Delta P_s$  bằng phương trình (4) và tỷ trọng tương đối bằng phương trình (8). Hút mẫu thứ hai ra khỏi đáy cột và lại ghi hiệu số áp lực giữa lỗ đo cao nhất và lỗ đo nằm sát đáy cột. Thế các giá trị về thay đổi hiệu

số áp lực  $\Delta P_s$  và khối lượng khô M đã tháo ra trong phương trình (8) để tính giá trị R.D. của mẫu thứ hai. Lập lại thủ thuật này cho đến khi toàn bộ huyền phù trong cột được hút ra hết. Cũng làm tương tự đối với phần nặng đã tách ra từ đầu quy trình này.

#### 4. Kết quả và bình luận

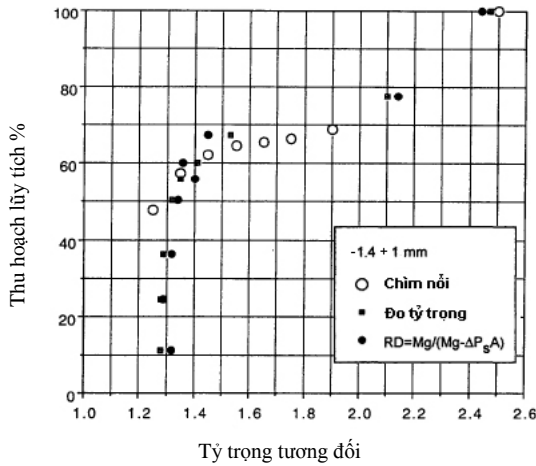
Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu ba mẫu than có cỡ hạt khác nhau. Trong mỗi trường hợp sự phân phối tỷ trọng được xác định bằng phương pháp chìm nổi thông thường đã mô tả trước đây. Sau đó áp dụng phương pháp tạo tầng sôi để nhận số liệu về tính khả tuyến của các mẫu đối với từng cỡ hạt. Phương trình (8) được dùng để tính tỷ trọng của mỗi mẫu tháo ra từ tầng than đã tạo tầng sôi. Tiếp theo, áp dụng phương pháp đo tỷ trọng đối với các mẫu đã tháo ra để xác định tỷ trọng thực tế của mẫu.



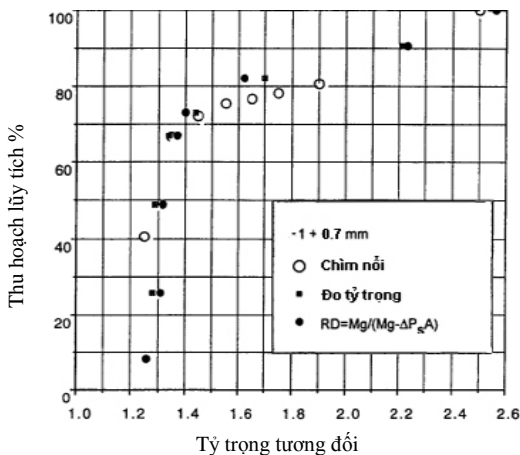
Hình 2. Khối lượng lũy tích của mẫu cỡ hạt -2+1,4 mm là hàm của tỷ trọng tương đối. Các số liệu này tính bằng phương trình (8) và dùng phương pháp đo tỷ trọng đối với các mẫu tháo ra khỏi cột. Những số liệu này cũng được so sánh với số liệu phân tích chìm nổi một mẫu tương tự

Trên hình 2 giới thiệu % khối lượng lũy tích là hàm của tỷ trọng tương đối của hạt của mẫu cỡ hạt -2+1,4 mm. Kết quả cho thấy các số liệu thu được bằng phương pháp phân tích chìm nổi và phương pháp tạo tầng sôi tương tự nhau. Các số liệu của phương pháp tạo tầng sôi tính bằng phương trình (8) và đo bằng tỷ trọng kế cũng rất khớp nhau. Rõ ràng là các mẫu tháo từ cột bao quát một phạm vi các tỷ trọng, do đó có thể tính sự phân phối tương ứng của độ tro theo yêu cầu.

Hình 3 và 4 giới thiệu kết quả phân tích các cấp hạt  $-1,4+1,0$  mm và  $-1,0+0,7$  mm. Sự trùng hợp giữa số liệu phân tích chìm nổi và tạo tầng sôi một lần nữa cho thấy rằng phương pháp tạo tầng sôi sử dụng thích hợp cho những cấp hạt khác nhau. Nếu tạo được tầng sôi đồng đều thì phương pháp này quả thực là đặc biệt hấp dẫn đối với hạt mịn và vận tốc phân tầng vẫn cao.

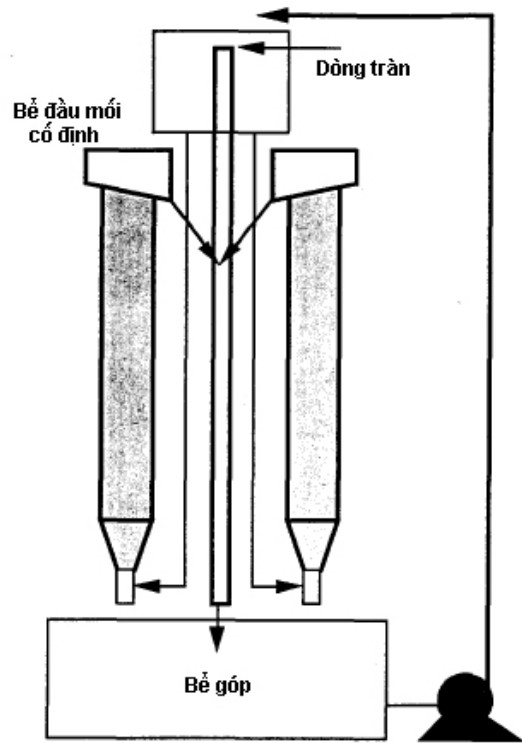


Hình 3. Khối lượng lũy tích của mẫu cỡ hạt  $-1,4+1,0$  mm là hàm của tỷ trọng tương đối. Các số liệu này tính bằng phương trình (8) và dùng phương pháp đo tỷ trọng đối với các mẫu tháo ra khỏi cột. Những số liệu này cũng được so sánh với số liệu phân tích chìm nổi một mẫu tương tự



Hình 4. Khối lượng lũy tích của mẫu cỡ hạt  $-1,0+0,7$  mm là hàm của tỷ trọng tương đối. Các số liệu này tính bằng phương trình (8) và dùng phương pháp đo tỷ trọng đối với các mẫu tháo ra khỏi cột. Những số liệu này cũng được so sánh với số liệu phân tích chìm nổi một mẫu tương tự

Một lợi thế quan trọng của phương pháp tạo tầng sôi là không cần chuyển các hạt từ bình chứa có tỷ trọng này sang bình có tỷ trọng khác và kiểm tra tỷ trọng của bình. Các hạt tự động sắp xếp trong bình chứa thành những phần có tỷ trọng khác nhau. Nói chung, không cần phải đo tỷ trọng những mẫu tháo ra nếu các giá trị RD tính theo phương trình (8) là chính xác, sai số khoảng 2%.



Hình 5. Cách bố trí một hệ thống các cột bên trên bể góp và bên dưới bể đầu mới. Có thể dễ dàng bố trí đến 6 cột theo cách này

## 5. Kết luận

Sẽ là lý tưởng nếu một hệ thống như trên Hình 5 có thể dùng để nghiên cứu đồng thời thành phần tỷ trọng của mỗi cấp hạt. Kết nối hệ thống này với máy tính sẽ cho phép làm thí nghiệm hoàn toàn tự động và loại bỏ được những biến động do thao tác của những người làm thí nghiệm khác nhau. Cần phải rây mẫu thành nhiều cấp hạt, có thể là 6. Sau đó mỗi cấp hạt cho vào một cột, như vậy sự phân tầng sẽ diễn ra đồng thời. Người làm thí nghiệm bắt đầu lấy mẫu từ mỗi cột bằng cách ấn nút trên máy tính khi bình chứa mẫu đã vào vị trí. Có

thể nhận được số liệu về phân phối tỷ trọng tức thì của mẫu chỉ đơn giản bằng cách hút chất lỏng trong mẫu tháo ra chứ không cần sấy để tính khối lượng M. Có thể dùng một hệ số hiệu chỉnh chuẩn dựa trên sự so sánh tổng khối lượng khô của mẫu đã biết và tổng các khối lượng mẫu ướt. Có thể phân tích độ tro theo cách thông thường bằng một hệ thống quét. Theo thời gian một hệ thống quét có thể lắp trên thành mỗi cột để thu nhận tại chỗ biểu đồ độ tro. Hiện nay sự hiểu biết về biểu đồ áp lực có thể là đủ để biểu thị phân phối tỷ trọng. Như vậy có thể hiểu rằng sẽ phát triển một hệ thống mà không cần lấy mẫu trong cột, lúc đó có thể phân tích trực tuyến tính khả tuyền.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. K.P. Galvin and S.J. Pratten, 1999. Application of fluidization to obtain washability data, Department of Chemical Engineering, University of Newcastle, NSW 2308, Australia.

[2]. A.M. Callen, S.J. Patel, B.D. Belcher, N. Lambert and K.P. Galvin, 2002. An Alternative methods for float-sink analysis of fine coal sample using water fluidization, School of Engineering, University of Newcastle, Callaghan, Australia, 2002.

[3]. A.M. Callen, B. Patel, J. Zhou, and K.P. Galvin, 2007. Development of water-based methods for determining coal washability data, School of Engineering, University of Newcastle, Callaghan, Australia.

[4]. AS 4156.1, Coal preparation, Part 1: Higher rank coal – float sink testing, Australian Standards, 1994.

[5]. Galvin, K.P. and Pratten, S.J., 1998. Density Analysis, Provisional PP5419, University of Newcastle, Australia.

[6]. Clift, R., Seville, J.P.K., Moore, S.C., and Chavarie, C., 1987. Comments on Buoyancy in fluidised beds, Chemical Engineering Science.

#### SUMMARY

##### **Application of fluidization to obtain washability data in coal preparation**

*Nhu Thi Kim Dung, Hanoi University of Mining and Geology*

There is considerable interest in developing new approaches to obtain washability data in coal preparation. The traditional “sink-float” method has been used for decades. Obtaining the data, however, is costly, and often the analysis time required is too long. Further, the dense liquids used to conduct the analysis can be problematic, on health and environmental grounds. The purpose of this paper is to describe a new method for conducting washability analysis, using fluidization. Although this method is used on coal particles smaller than 2 mm, the method may be applied to particles of any size or density. Although the process of fluidization is well established, its application to obtaining washability data appears to be novel. Narrow size fractions of the sample are obtained using conventional sieving. One of the narrow size fractions is placed into the fluidized column, where it segregates readily producing a pressure profile, with the less dense particles at the top and the progressively denser particles below. The pressure profile of the suspension are removed from the vessel, the change in the suspension pressure profile measured, and the dry weight of the discharged sample determined. These data are then used to obtain the particle density.