



LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM
HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



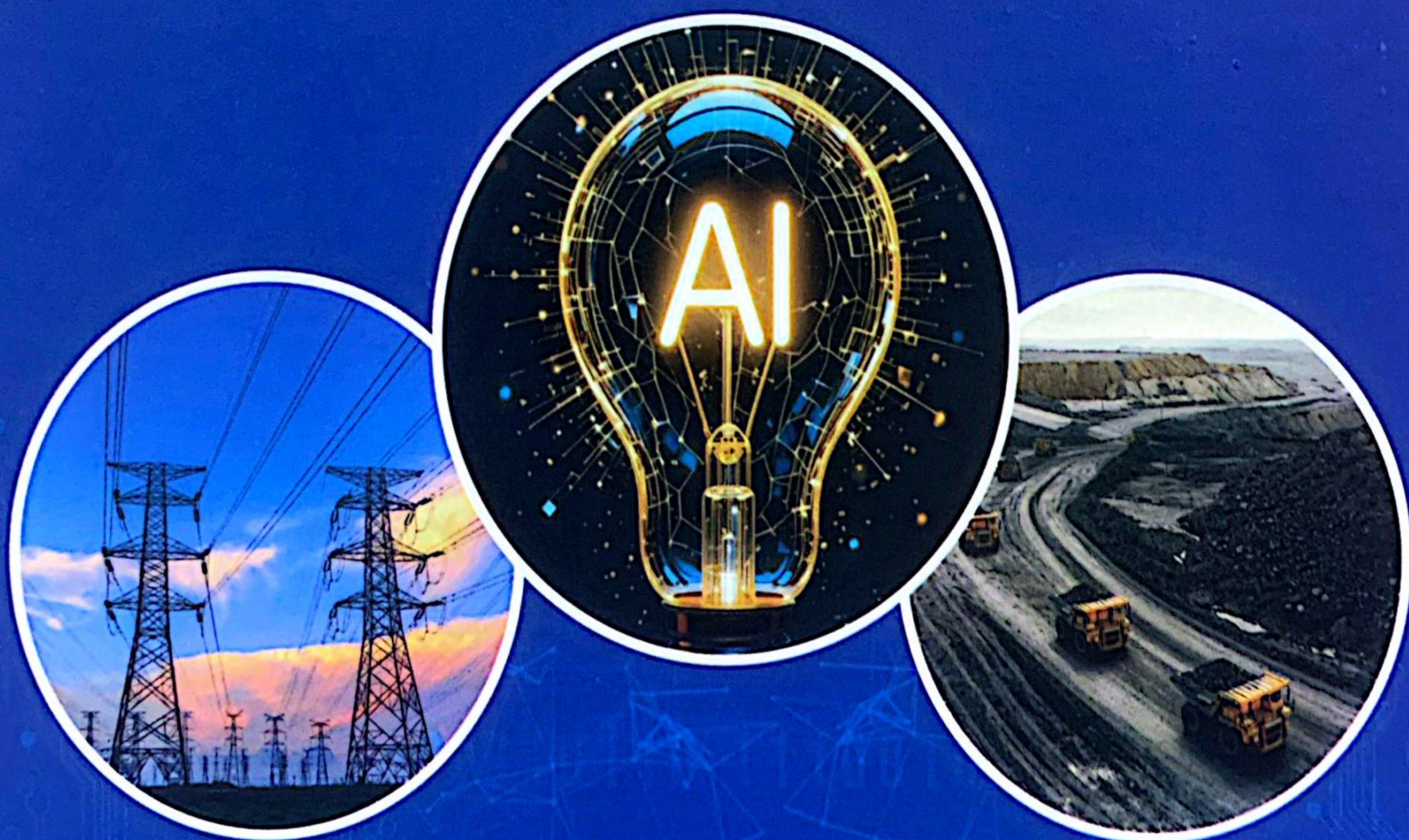
TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC KỸ THUẬT MỎ TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXIX

ĐỘT PHÁ PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG

KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ, ĐỔI MỚI SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ

TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP MỎ VÀ NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



35. Một số kết quả nghiên cứu ứng dụng khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số tại Chi nhánh mỏ tuyển đồng Sin Quyền, Lào Cai – Vimico 437
Nguyễn Hoàng Hưng, Trần Thuận Đức
36. Nghiên cứu sử dụng bể lắng dạng tấm nghiêng công suất 15 – 20 m³/h để lắng đọng bùn thải xưởng tuyển rửa của Công ty Nhôm Đắk Nông – TKV 444
Lê Việt Hà, Phạm Văn Luận, Phạm Thanh Hải, Nguyễn Bá Phong, Hoàng Tuấn Anh
37. Công nghệ tuyển thu hồi quặng tinh bạc từ nguồn bã thải của quá trình điện phân kẽm của Công ty Cổ phần Kim loại màu Thái Nguyên 455
Nguyễn Thị Hồng Gấm, Đỗ Thị Như Quỳnh, Dương Văn Sự, Trần Văn Long, Vũ Thị Ngân
38. Sử dụng hệ thống xử lý nước thải tuần hoàn cho quá trình tuyển tách khoáng vật nặng trong sa khoáng ven biển 465
Nguyễn Đức Minh, Nguyễn Huy Thục, Hoàng Trọng Nguyên, Lê Thị Ngọc Hoa, Nguyễn Diễm Huyền
39. Phương pháp nung hoàn nguyên – tuyển từ và triển vọng tận thu Ni, Co trong đuôi thải của quá trình tuyển cromit khu vực Thanh Hóa 473
Phùng Tiến Thuật, Trần Trung Tới, Phạm Văn Luận, Nhữ Thị Kim Dung, Phạm Thanh Hải
40. Ứng dụng lọc hơi nước tăng áp trong thải khô các sản phẩm của ngành công nghiệp chế biến khoáng sản 486
Phạm Thanh Hải, Đỗ Thị Oanh
41. Áp dụng công nghệ bán thủy luyện nhằm nâng cao thực thu kẽm tại Nhà máy Kẽm điện phân Thái Nguyên 498
Trần Văn Long, Bùi Huy Tuấn, Nguyễn Văn Hậu, Đỗ Quốc Hương, Vũ Thị Ngân

PHẦN III. GIỚI THIỆU MỘT SỐ THÔNG TIN CÔNG NGHỆ

42. Triển khai ứng dụng hệ thống đa chức năng quản lý an toàn trong các doanh nghiệp khai thác mỏ của Liên bang Nga 507
Zaiatdinov Damir Fanisovich, Pozolotin Alexander Sergeevich, Aikin Andrey Vladimirovich
43. Kinh nghiệm sử dụng phương pháp địa chấn âm thanh để kiểm soát trạng thái ứng suất – biến dạng khối đá trong điều kiện các mỏ than "Mezhegeyugol" và "Inaglinskaya" – Liên bang Nga 513
Zaiatdinov D.F., Pozolotin A.S., Munasynov I.I.
44. Mỏ thông minh – Giải pháp và khả năng áp dụng tại Việt Nam 521
Trữ Dung, Bùi Văn Toàn, Nguyễn Quang Vinh, Đàm Thanh Sơn, Nguyễn Hoàng Thảo



ỨNG DỤNG LỌC HƠI NƯỚC TĂNG ÁP TRONG THẢI KHÔ CÁC SẢN PHẨM CỦA NGÀNH CÔNG NGHIỆP CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

Phạm Thanh Hải¹, Đỗ Thị Oanh²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Cao Đẳng Công thương Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam
phamthanhhai@hmg.edu.vn

Tóm tắt:

Lọc là quá trình tách nước, tách tạp chất ở dạng ion hòa tan ra khỏi các phần rắn. Tùy mục đích sử dụng, lọc được sử dụng để khử nước các sản phẩm dạng rắn hay làm sạch phân lỏng bằng cách loại các phần rắn và các chất có hại khác. Trong chế biến khoáng sản, lọc được sử dụng với mục đích khử nước các sản phẩm, thu hồi các dung môi, hóa chất hay thải khô quặng đuôi. Các sản phẩm thải của quá trình chế biến khoáng sản đang được thải ướt ra hồ chứa đòi hỏi một diện tích lưu trữ lớn và tiềm ẩn các vấn đề liên quan đến an toàn và môi trường. Thêm vào đó, cỡ hạt vật liệu ngày càng mịn và siêu mịn dẫn đến khó khăn trong khử nước bằng các công nghệ và thiết bị truyền thống. Một công nghệ tiên tiến đang được nghiên cứu và phát triển hiện nay là lọc hơi nước tăng áp. Công nghệ này là sự kết hợp quá trình cơ học và nhiệt trong cùng một thiết bị. Bài báo trình bày về nguyên lý và các nghiên cứu phát triển thiết bị cũng như các ứng dụng trong lĩnh vực chế biến khoáng sản. Công nghệ và thiết bị này là bước đột phá lớn trong kỹ thuật phân tách rắn lỏng, mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp ở Việt Nam nói chung và trong lĩnh vực thải khô sản phẩm của các quá trình chế biến khoáng sản nói riêng

Từ khóa: Lọc hơi nước tăng áp, thải khô bùn, độ ẩm vật liệu, chế biến khoáng sản, khử nước

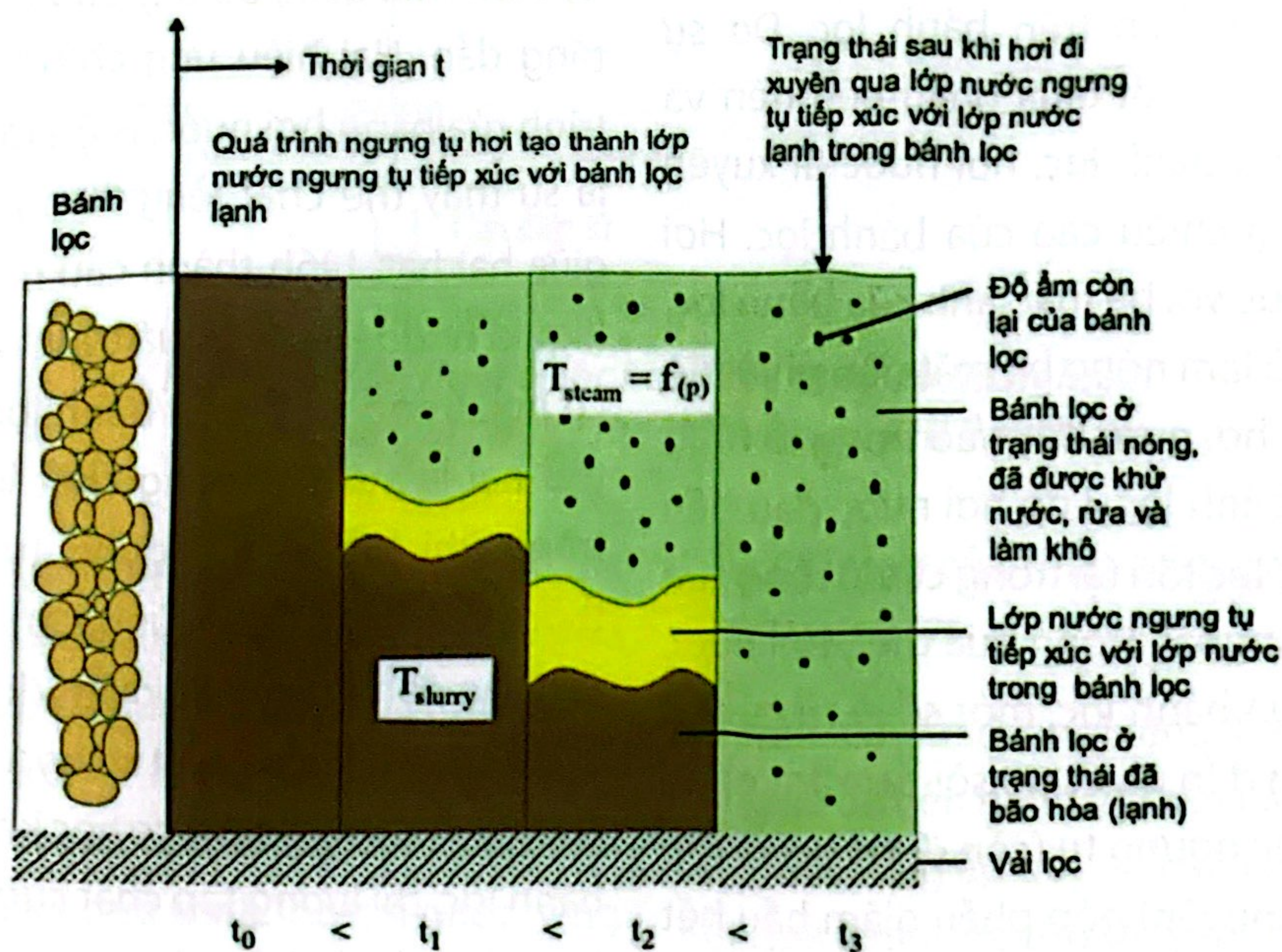
1. Giới thiệu

Khoáng sản là nguồn nhiên liệu chính của rất nhiều ngành công nghiệp quan trọng, ảnh hưởng lớn đến kinh tế của mỗi quốc gia. Việc khai thác và chế biến tài nguyên khoáng sản cũng nhằm đáp ứng nhu cầu nguyên, nhiên liệu, phục vụ cho các hoạt động kinh tế và xã hội. Đây chính là nhu cầu tất yếu của xã hội loài người để có thể đạt đến trình độ khoa học và công nghệ như hiện nay, đặc biệt là đối với các nước đang phát triển. Một xã hội có sự phát triển toàn diện như ngày nay

tài nguyên khoáng sản đóng góp vai trò rất quan trọng và là yếu tố gần như không thể thay thế được. Quá trình chế biến khoáng sản sinh ra một lượng lớn các sản phẩm thải, thường đi kèm với một lượng lớn nước hoặc hóa chất. Giải pháp xử lý loại sản phẩm này là lưu trữ trong hồ chứa. Việc xây dựng các hồ chứa vẫn đang tranh cãi và nó thực sự tiềm ẩn rất nhiều nguy cơ đến môi trường và hệ sinh thái. Xu hướng hiện nay để xử lý loại đuôi thải ướt này là thải khô với sự tham gia của các thiết bị lọc tiên tiến.

Về cơ bản, lọc là một quá trình lâu đời với chung một nguyên lý và đóng một vai trò không thể thiếu trong các lĩnh vực của cuộc sống và công nghiệp, đặc biệt là trong lĩnh vực chế biến khoáng sản. Một quá trình lọc tốt dẫn đến các lợi thế: (1) Dễ dàng trong vận chuyển, lưu kho các sản phẩm; (2) Tiêu hao nguyên vật liệu giảm xuống do phần lớn chất lỏng, hoá chất được thu hồi và tái sử dụng (3) Môi trường được cải thiện; (4) Giá trị của sản phẩm sau chế biến được tăng lên, thoả mãn nhu cầu về độ ẩm (đối với các sản phẩm có yêu cầu về độ ẩm) và các yêu cầu kỹ thuật khác; (5) Tiết kiệm diện tích hồ thải, giảm chi phí xây dựng hồ thải, (6) Vận hành hồ đập an toàn hơn, giảm các nguy cơ tiềm ẩn do các vấn đề địa chất, thiên tai; (7) Ổn định sản xuất; (8) Lưu trữ

sản phẩm thải có giá trị như một nguồn tài nguyên thứ cấp. Tuy nhiên quá trình lọc đang gặp rất nhiều khó khăn do một trong các yếu tố là độ hạt sản phẩm. Vật liệu vào lọc có độ hạt ngày càng mịn, thậm chí giảm xuống đến vài micromet, thành phần độ hạt rộng. Công nghệ lọc có những bước cải tiến không đáng kể, chủ yếu dựa vào sự gia tăng áp suất lọc, thay đổi đặc tính của các loại vải lọc. Kết quả sau cùng là độ ẩm sản phẩm vẫn cao, đòi hỏi phải có các công nghệ đắt tiền hơn (công đoạn sấy) và thời gian dài để xử lý. Để giải quyết vấn đề này, lọc hơi nước tăng áp được giới thiệu như một thiết bị tiên tiến, có tính đột phá trong xử lý độ ẩm của vật liệu mịn, siêu mịn và các hóa chất đi kèm.



Hình 1. Mô tả cơ chế khử nước của quá trình lọc hơi nước tăng áp

2. Nguyên lý lọc hơi nước tăng áp [1]

Lọc hơi nước tăng áp là sự kết hợp của nguyên lý cơ học của lọc tăng áp truyền thống và quá trình nhiệt độ cao của hơi nước bão hòa hoặc hơi nước quá nhiệt trong cùng một

thiết bị. Điều này mang lại cho bánh lọc không chỉ được khử nước triệt để mà một phần nhiệt của hơi nước được truyền vào bánh lọc, làm bánh lọc tiếp tục khô hơn sau khi đã kết thúc quá trình lọc.

Trong các lý thuyết về lọc hơi nước tăng áp, quá trình lọc được diễn ra ở ba pha cơ bản như minh họa ở Hình 1. Các pha đó là (1) Hình thành bánh lọc; (2) Dịch chuyển cơ học; (3) Rửa và làm khô bánh lọc.

Ở pha thứ nhất, các hạt chất rắn trong bùn quặng dưới tác dụng của hơi nước hoặc khí nén, hình thành nên bánh lọc (bã lọc) trong khi nước lọc được chảy qua vải lọc. Pha này kết thúc khi độ bão hòa của bánh lọc bằng 1 (không còn lớp nước bề mặt mà chỉ còn nước tồn tại trong bánh lọc).

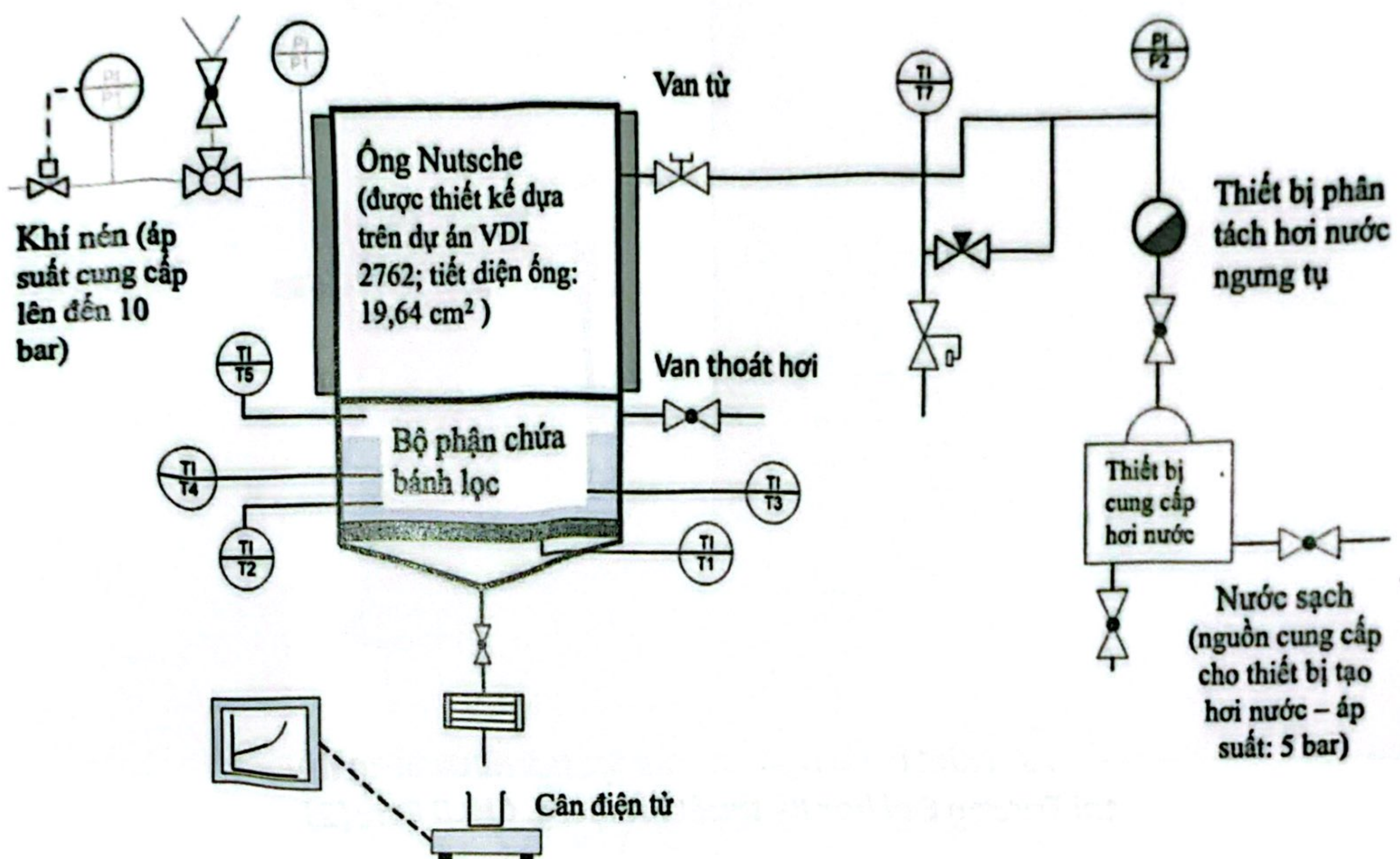
Ở pha thứ hai, hơi nước áp suất cao được cấp vào bên trên bánh lọc. Do sự chênh lệch áp suất giữa phần bên trên và bên dưới của bánh lọc, hơi nước đi xuyên qua toàn bộ chiều cao của bánh lọc. Hơi nước tiếp xúc với bề mặt lạnh của bánh lọc, ngưng tụ và làm nóng bề mặt đến nhiệt độ sôi. Sau đó, hơi nước đẩy vào trong lỗ rỗng mịn trong bánh lọc. Lớp hơi nước đầu tiên sẽ đẩy nước lọc tồn tại trong các lỗ rỗng của bánh lọc ra ngoài. Trong quá trình hơi nước đi xuyên qua bánh lọc, một số vị trí cụ thể bị làm nóng đến nhiệt độ sôi. Sự xâm nhập của lớp nước ngưng tụ (còn được gọi là lớp nước dịch chuyển) góp phần giảm hầu hết nước ở trong các lỗ rỗng của bánh lọc một cách đồng thời, không phân biệt kích thước lỗ rỗng lớn hay nhỏ. Điều này khác biệt so với lọc truyền thống, khi mà nước thường bị giữ lại trong các lỗ rỗng nhỏ của bánh lọc, làm tăng độ ẩm của vật liệu.

Ở pha rửa và làm khô bánh lọc, chất lỏng rửa được vận chuyển vào bánh lọc do chênh lệch áp suất và dần dần thay thế chất lỏng trong bánh lọc. Pha rửa trong quá trình lọc hơi nước tăng áp là một hiệu ứng bổ sung. Quá trình này thường bị giới hạn do lượng hơi nước ngưng tụ có giới hạn lên bề mặt bánh lọc. Hơi nước ngưng tụ làm nóng hệ thống bánh lọc ướt. Khi bánh lọc đạt đến nhiệt độ hơi nước cục bộ, hơi nước sẽ đi qua bánh lọc mà không ngưng tụ. Do đó, quá trình rửa diễn ra trong giai đoạn đầu của quá trình dịch chuyển cơ học-nhiệt. Lớp nước ngưng tụ nên được tạo ra liên tục trong hệ thống bánh lọc. Chiều dày lớp nước ngưng tụ tỷ lệ thuận với quãng đường dịch chuyển dọc trục của lớp nước ngưng tụ trong bánh lọc. Điều này có nghĩa là, theo thời gian, độ dày của lớp ngưng tụ tăng dần. Hai hiệu ứng chính mô tả quá trình rửa bằng hơi nước. Hiệu ứng thứ nhất là sự thay thế chất lỏng trong bánh lọc ở giữa hai hạt, hình thành cầu nối chất lỏng (liquid bridge) trong quá trình dịch chuyển cơ học trong hệ thống bánh lọc. Hiệu ứng thứ hai là sự pha loãng chất lỏng còn lại trong khi lớp nước ngưng tụ đi qua hệ thống bánh lọc. Cuối cùng, cần phải đề cập đến tác động của việc giảm độ ẩm còn lại do sự dịch chuyển nhiệt cơ học. Càng nhiều chất lỏng được loại bỏ cơ học khỏi hệ thống bánh lọc, thì lượng tạp chất cuối cùng càng ít. Quá trình rửa bằng hơi nước có thể được cải thiện hơn nữa, ví dụ, bằng cách bổ sung thêm chất lỏng rửa lên bánh lọc trước khi dịch chuyển hơi nước (tương tự như hình thức bổ sung nước rửa ở các quá trình lọc truyền thống).

Tiếp theo đó là quá trình làm khô bánh lọc. Hơi nước bão hoà, hơi nước quá nhiệt hay bất kỳ loại khí nào cũng có thể được sử dụng. Nếu hơi nước bão hoà hay hơi nước quá nhiệt được sử dụng, bánh lọc là một thành phần thống nhất. Năng lượng cho quá trình sấy được cung cấp bởi dòng

chảy của hơi nước. Tính thấm của bánh lọc và mức độ quá nhiệt của hơi nước sẽ quyết định đến mức độ khô nếu không khí hay khí Nitơ được sử dụng. Lượng nhiệt trong bánh lọc là nguyên nhân cho sự bốc hơi của lượng nước còn lại.

3. Các loại thiết bị lọc hơi nước tăng áp hiện nay



Hình 2. Sơ đồ thiết bị lọc hơi nước tăng áp thí nghiệm tại Trường Đại học Kỹ thuật Freiberg, CHLB Đức [2]

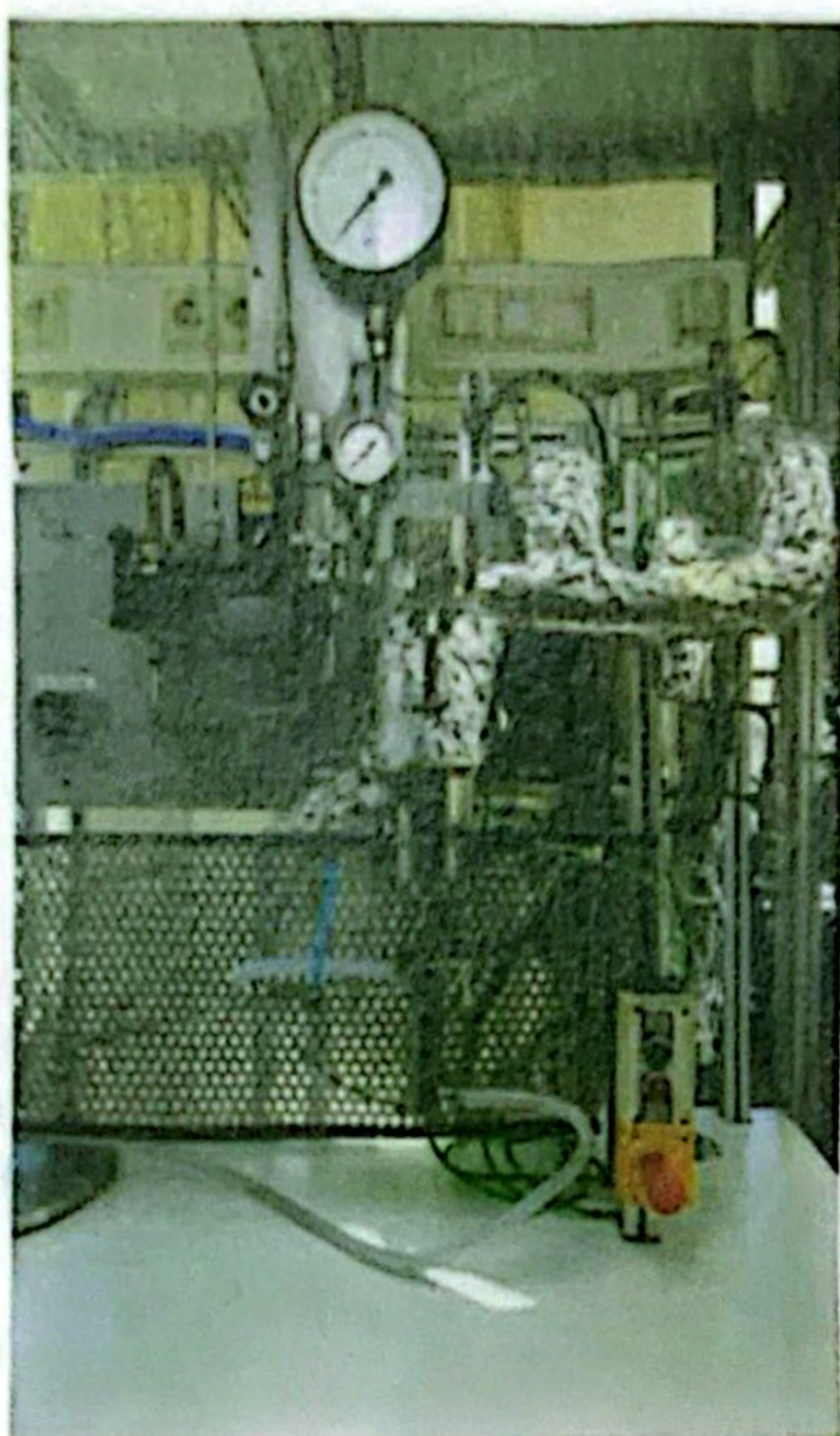
Dựa trên các nguyên lý trên, một số các thiết bị lọc hơi nước dạng thí nghiệm và công nghiệp đã được chế tạo và từng bước ứng dụng trong thực tế sản xuất. Peuker là một trong các nhà khoa học hàng đầu nghiên cứu về quá trình lọc hơi nước. Ông và các đồng nghiệp tại Trường Đại học Kỹ thuật Mỏ Freiberg đã chế tạo thiết bị lọc hơi nước tăng áp dạng thí nghiệm phục vụ cho nghiên cứu cơ bản bản chất của quá trình lọc hơi nước và ứng dụng ở quy mô phòng thí nghiệm cho các đối tượng vật

liệu. Cấu tạo của thiết bị được cho ở Hình 2 và Hình 3 [2].

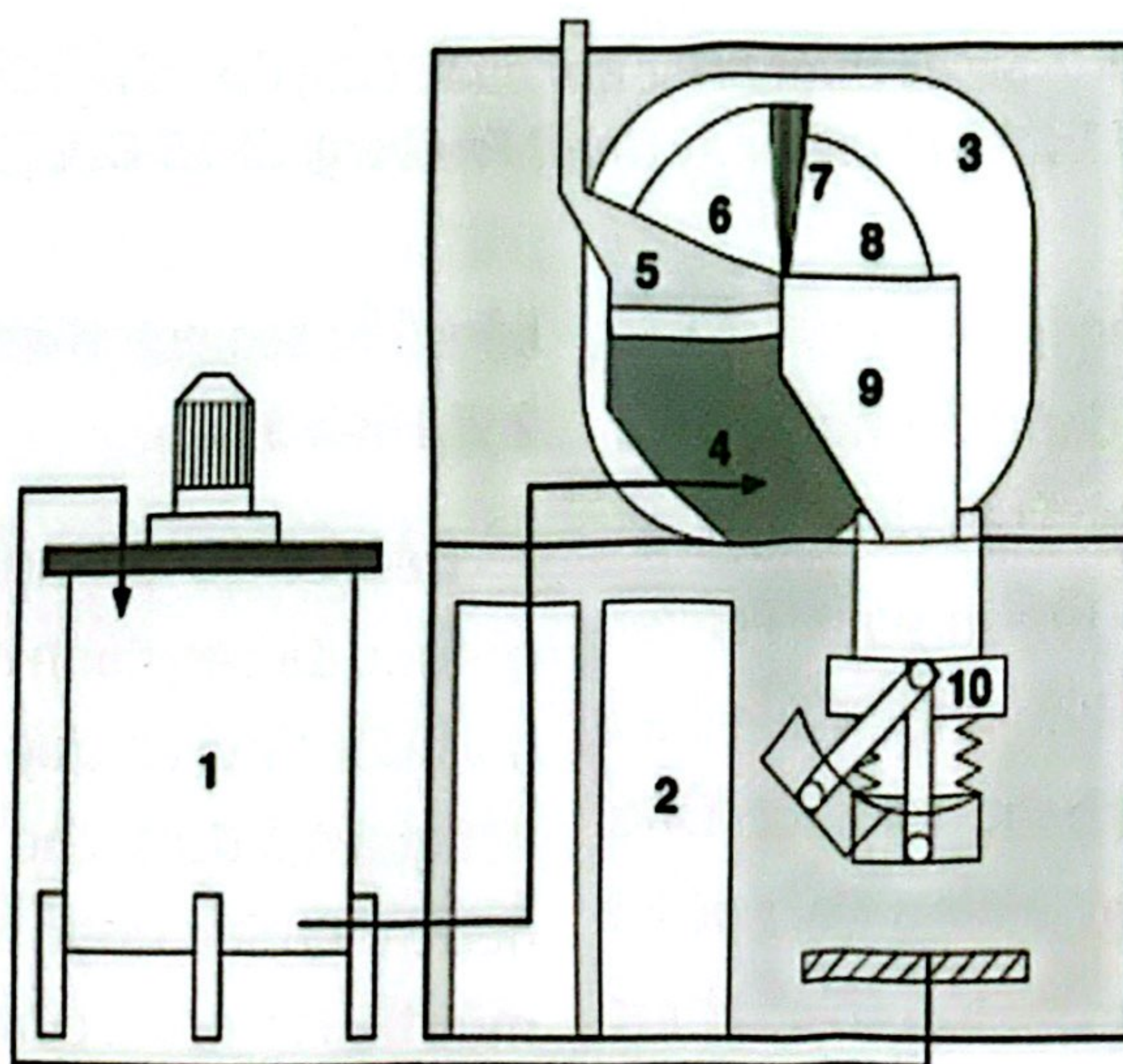
Trên cơ sở thí nghiệm, Peuker và các cộng sự đã tiến hành nghiên cứu thiết bị lọc hơi nước tăng áp quy mô bán công nghiệp. Kết quả đạt được cho thấy mức tiêu thụ hơi nước tối thiểu được tính toán phù hợp với mức tiêu thụ cuối cùng của nó trong các thí nghiệm quy mô bán công nghiệp. Mô hình các thiết bị công nghiệp được cho ở Hình 4. Các thông số quy trình tối ưu tương ứng với các thông số dẫn đến chi phí vận hành

thấp nhất. Đối với quặng feldspat, đã được chứng minh một cách thuyết phục rằng chi phí khử nước có thể giảm hơn 1/3. Thiết kế của bộ lọc hơi nước và chụp hơi nước, đặc biệt là hệ thống gioăng và hệ thống phun hơi nước, đã chứng minh rằng chúng hoạt

động tốt. Giờ đây, quy trình lọc áp suất hơi nước đã sẵn sàng để áp dụng ở quy mô sản xuất. Hơn nữa, ứng dụng lọc áp suất hơi nước cũng có thể được mở rộng sang các sản phẩm hữu cơ, và các ứng dụng được phẩm, sinh học khác [3].



Hình 3. Thiết bị thí nghiệm của lọc hơi nước tăng áp tại Trường Đại học Kỹ thuật Freiberg, CHLB Đức [2]



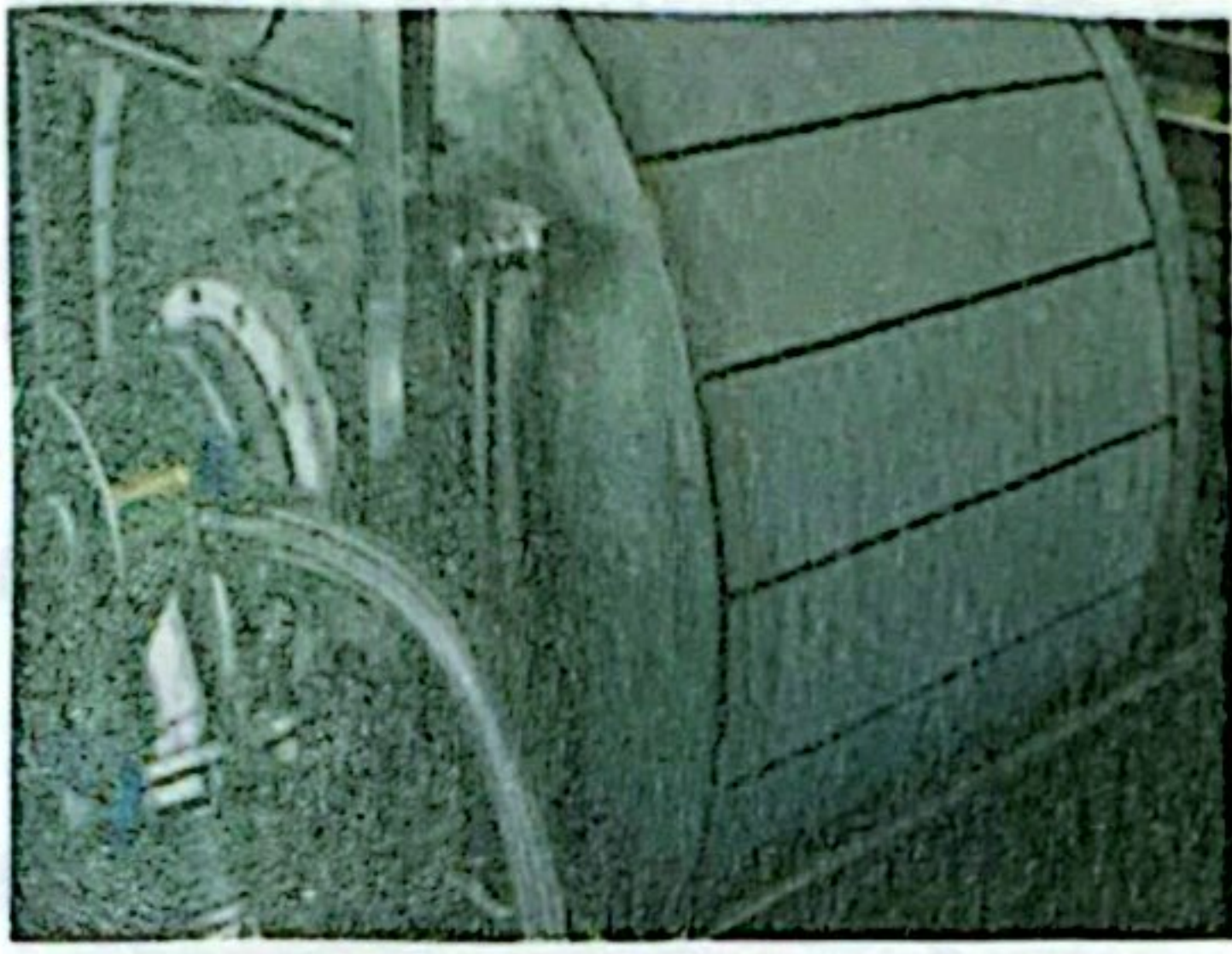
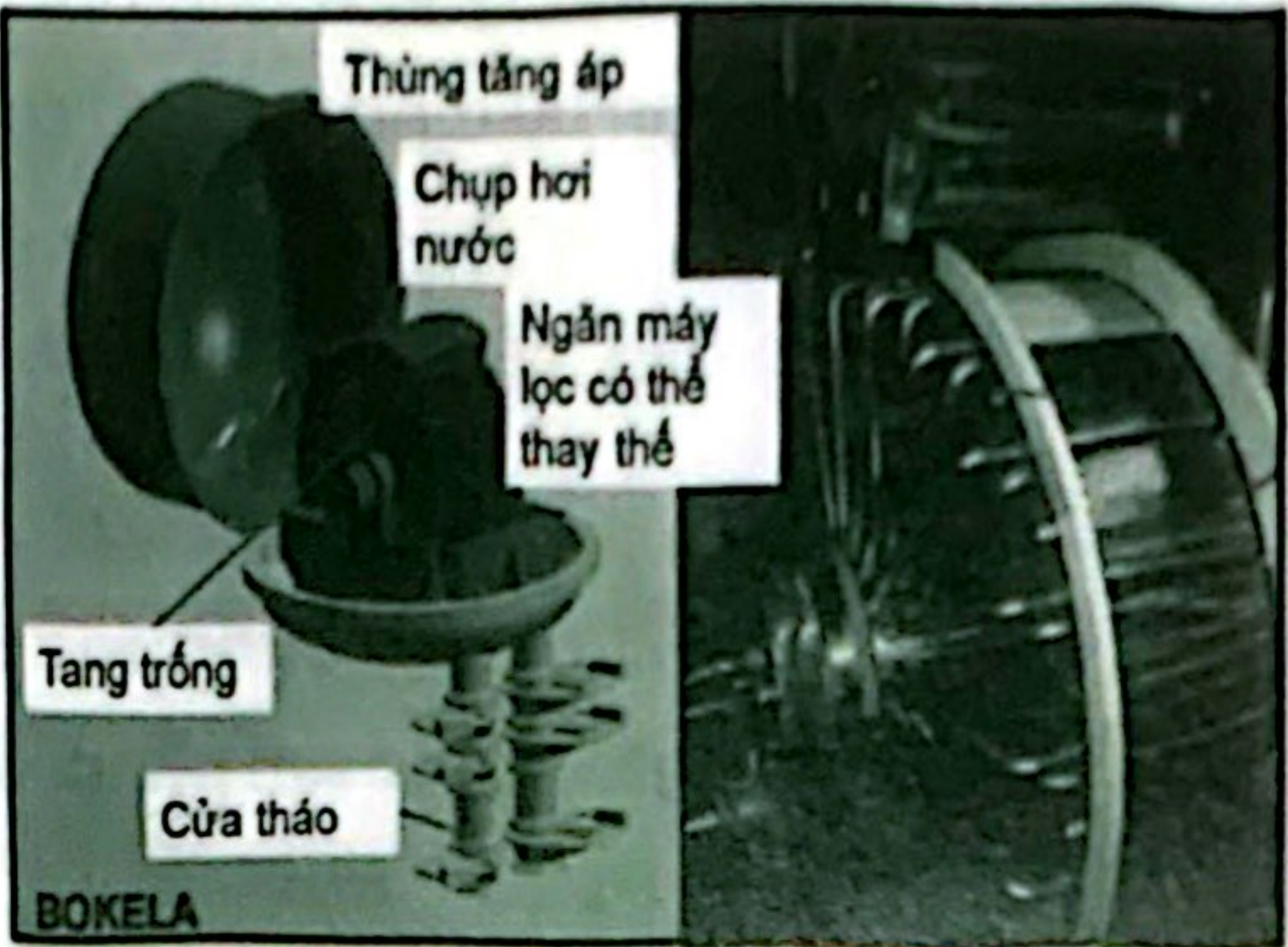
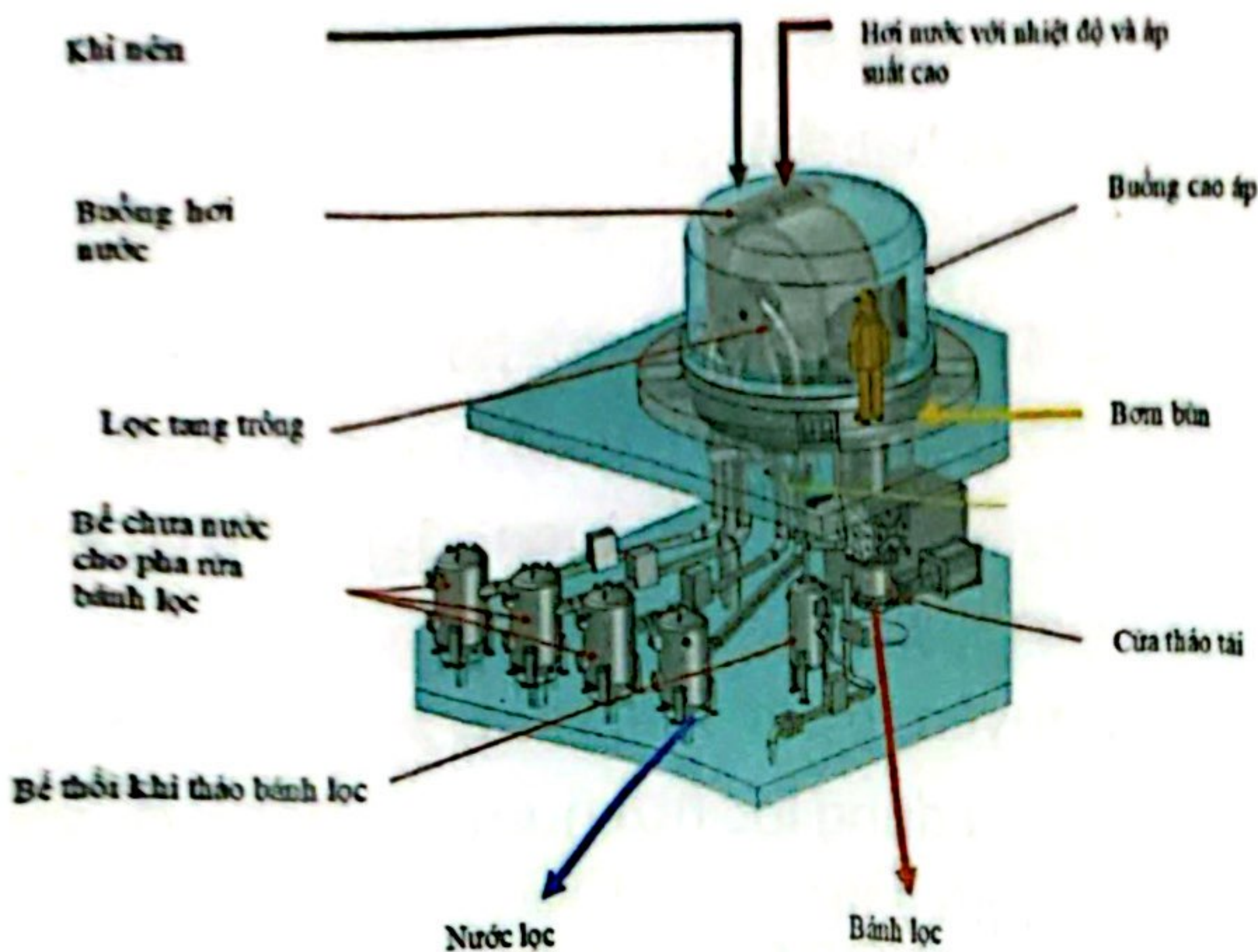
Hình 4. Sơ đồ thiết bị lọc hơi nước bán công nghiệp [3]

- 1) thùng chứa bùn; 2) hệ thống phối trộn trợ lọc; 3) thùng tăng áp máy lọc; 4) ngăn máy lọc; 5) hệ thống phun hơi nước; 6) hệ thống chụp hơi nước; 7) lớp gioăng; 8) vùng làm khô; 9) kênh tháo sản phẩm; 10) cửa tháo

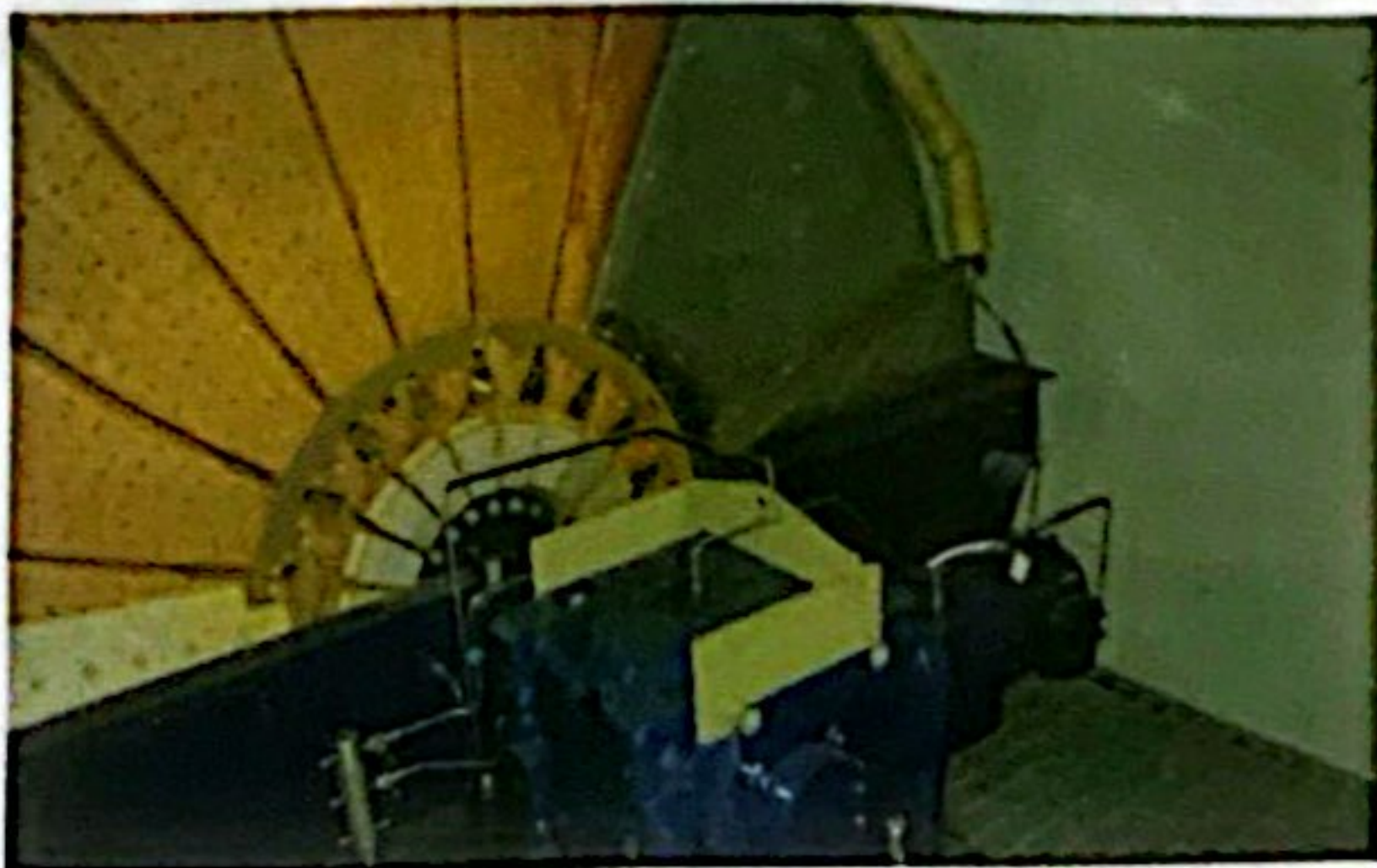
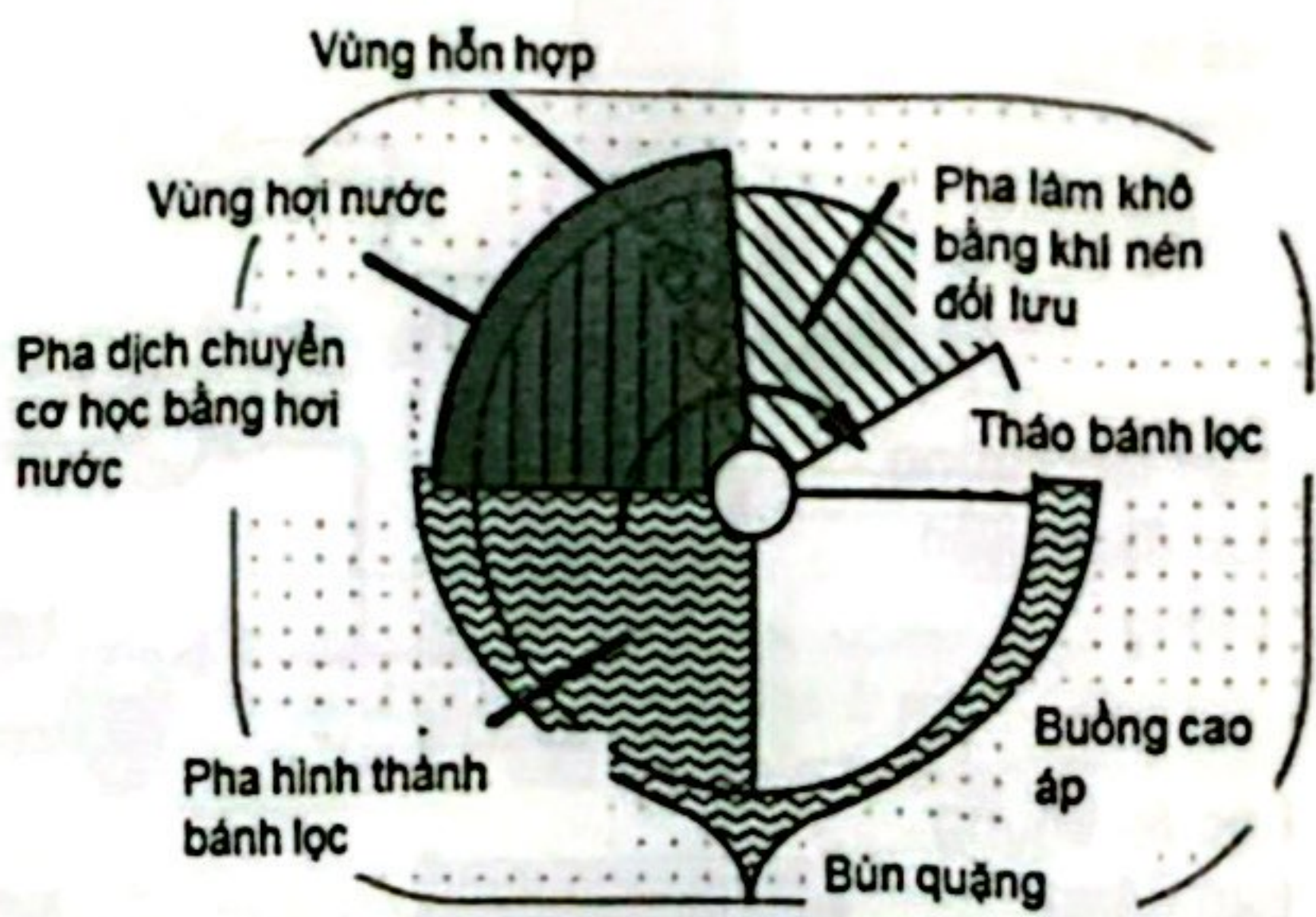
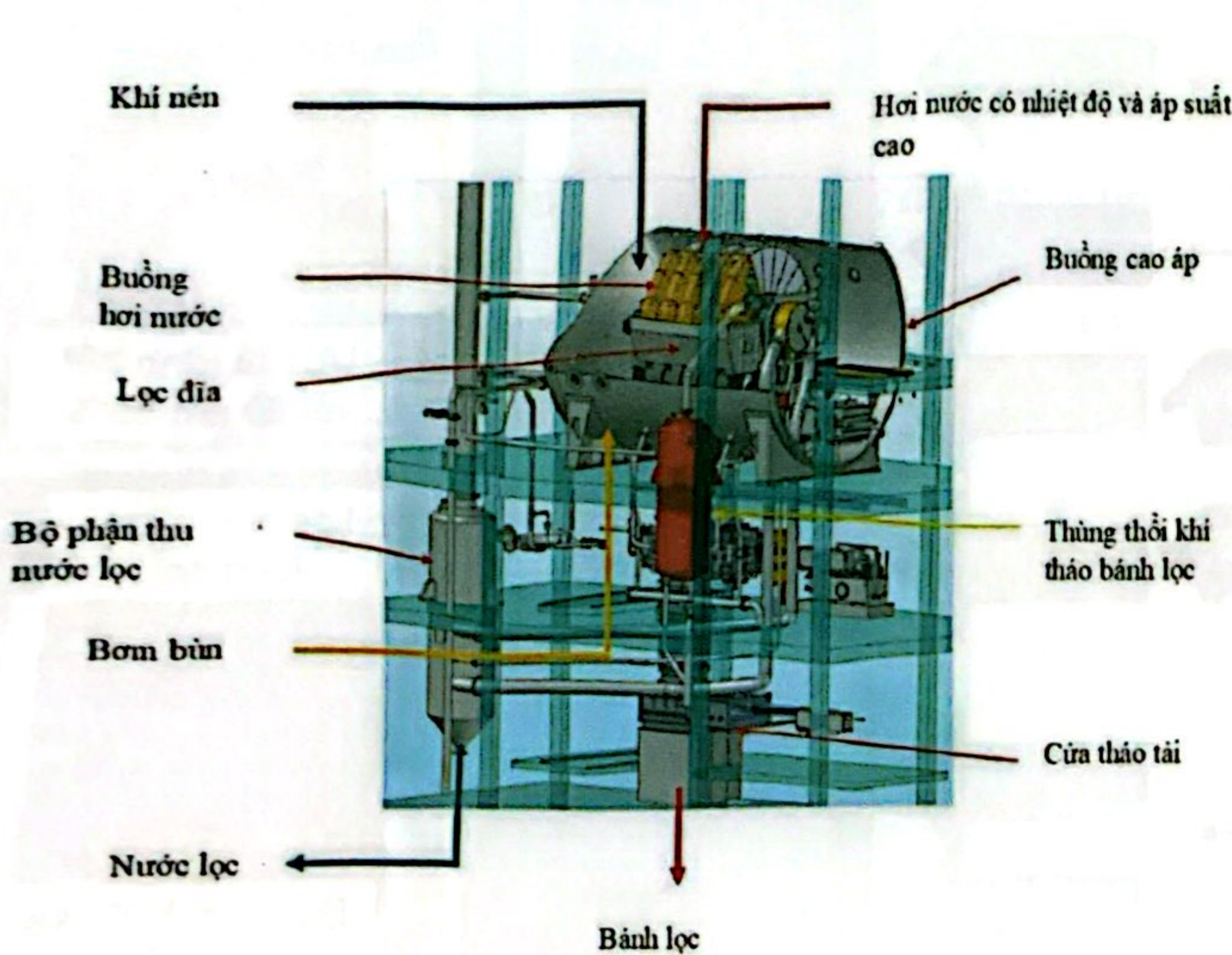


Các thiết bị quy mô công nghiệp đã được sản xuất tại công ty Bokela của CHLB Đức. Về cơ bản, các thiết bị là biến thể của các loại máy lọc truyền thống như máy lọc tang trống, lọc đĩa với các cải tiến lớn về

bộ lọc hơi nước và chụp hơi nước, đặc biệt là hệ thống gioăng và hệ thống phun hơi nước như đã đề cập ở trên. Hình ảnh các thiết bị cho ở Hình 5 và Hình 6 [4] [5].



Hình 5. Lọc tang trống hơi nước tăng áp [4]



Hình 6. Lọc đĩa hơi nước tăng áp [5]

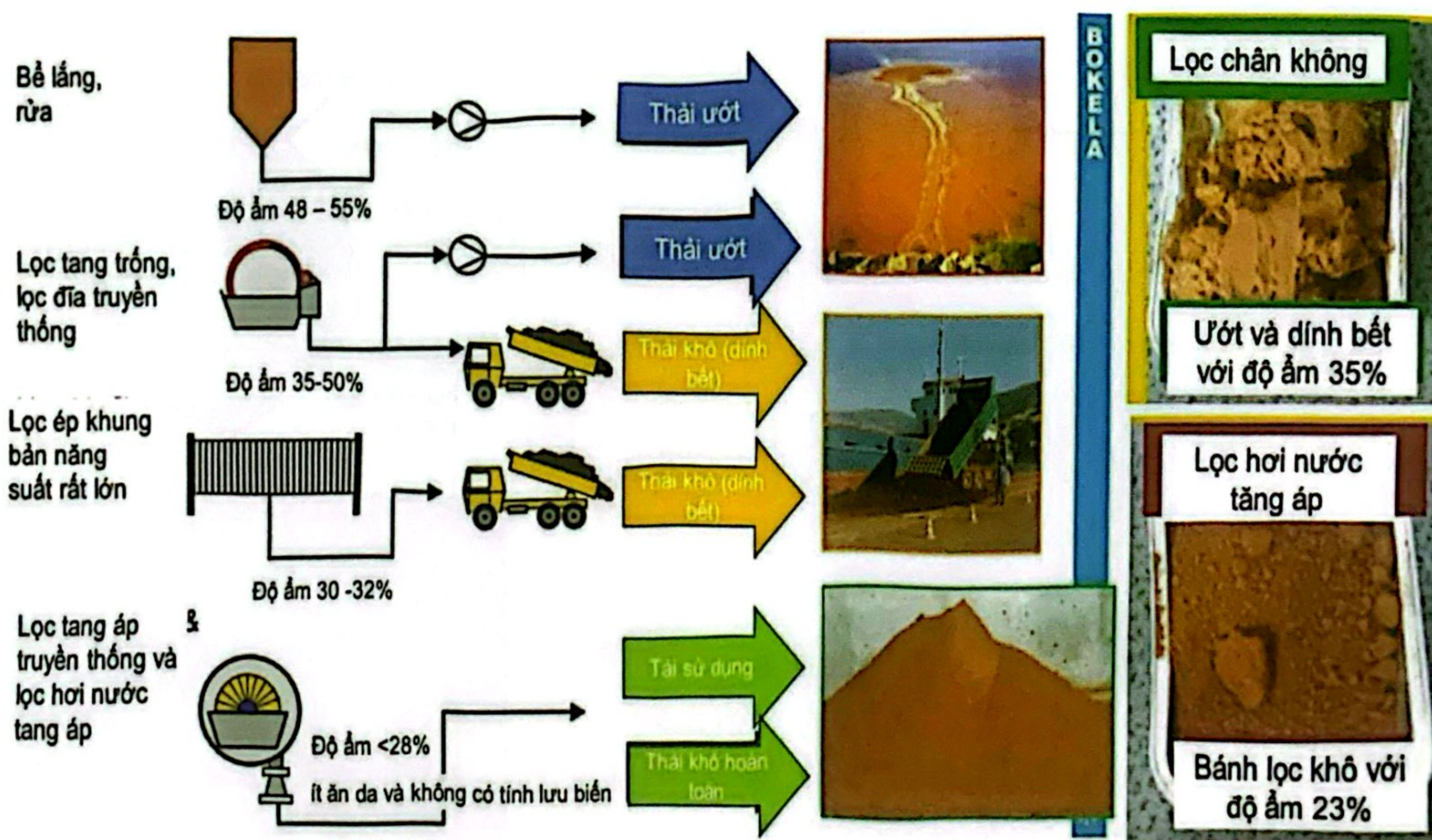
Hiện nay, các biến thể của lọc hơi nước tăng áp mới chỉ dừng lại ở hai loại máy lọc trên. Điều này giới hạn khả năng áp dụng lọc hơi nước trong đa dạng các lĩnh vực đặc biệt trong tuyển khoáng và luyện kim, nơi mà các máy lọc như, lọc đĩa, lọc bàn, lọc ép khung bản chiếm một tỷ lệ tương đối lớn. Ngoài ra các bộ phận ổn định hơi như chụp, gioăng, phun vẫn cần được nghiên cứu hoàn thiện, đảm bảo hiệu suất sử dụng hơi ở mức cao nhất.

4. Các nghiên cứu ứng dụng lọc hơi nước tăng áp trong xử lý các sản phẩm thải

Bùn đỏ là sản phẩm phụ của quá trình chế biến alumina từ quặng bauxit. Bùn đỏ chứa hàm lượng lớn kiềm, khoáng chất và ion kim loại, thường được bơm dưới dạng bùn đặc đến khu vực xử lý cặn. Thải khô là kỹ thuật được ưa chuộng nhất để xử lý bùn đỏ, giúp giảm thiểu tác động đến môi trường. Thải khô cũng cải thiện khả năng thu hồi xút và alumina. Để xử lý bánh bùn

khô một cách kinh tế, việc lọc, tách nước và rửa bánh bùn cuối cùng là bắt buộc. Việc sấy khô thêm, mặc dù làm tăng chi phí, có thể là tiêu chuẩn trong tương lai để huy động nguồn lực hợp lý và gia tăng giá trị. Nghiên cứu sử dụng lọc hơi nước tăng áp là công nghệ tiên tiến nhất, có thể tạo ra các hạt chất rắn cực kỳ khô, lên đến 78–80% khối lượng với hàm lượng soda rất thấp. Bánh bùn đỏ với hàm lượng chất rắn cao mang lại nhiều lợi ích như lưu trữ lâu dài, sử dụng trong tương lai để thu hồi các kim loại quý như nhôm, sắt, titan và các nguyên tố đất sau. Hình ảnh của mẫu sau khi sử dụng lọc hơi nước tăng áp được cho ở Hình 7 [4], [5].

Bokela cũng đã giới thiệu loại thiết bị lọc hơi nước tăng áp với ba trường hợp nghiên cứu cụ thể đó là: (1) Quá trình rửa muối hoà tan trong huyền phù bánh lọc là các tinh thể chất hữu cơ. Theo đó kích thước hạt trung bình là 7 micromet, áp suất 3 bar. Đối với máy lọc áp suất thông thường, độ ẩm của



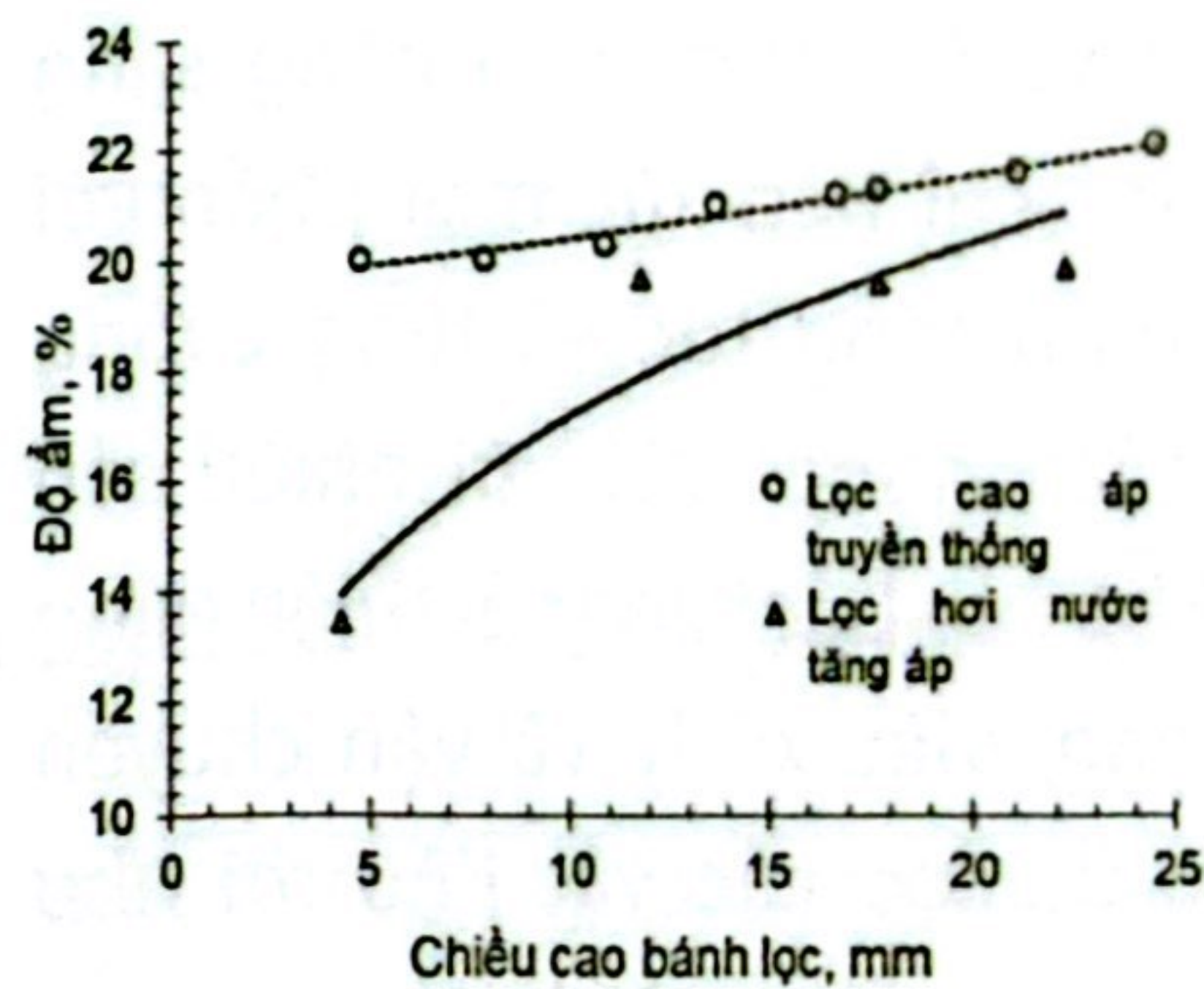
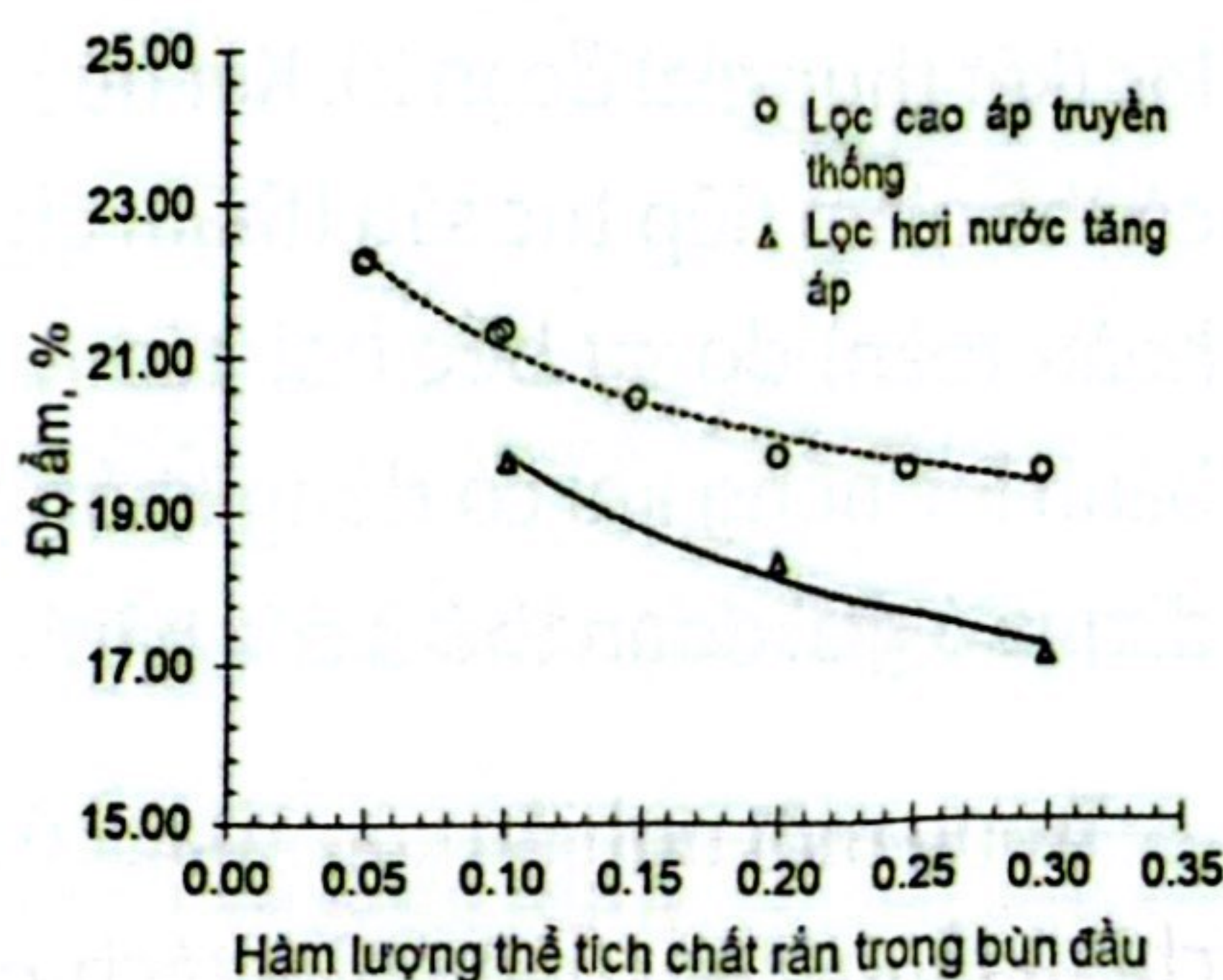
Hình 7. Các phương pháp thải bùn đỏ

bánh lọc là 50% với hiệu quả năng lượng đạt 50%. Các máy lọc hơi nước đưa vật liệu về nhỏ hơn 26% với hiệu quả năng lượng đạt 90%. (2) Ứng dụng thứ hai là để rửa và khử nước vật liệu pigment với độ hạt trung bình là 5 micromet. Đối với máy lọc thông thường, độ ẩm vật liệu đạt được là 30-35%. Độ ẩm vật liệu sử dụng lọc hơi nước là nhỏ hơn 20%. (3) Ứng dụng thứ ba là để rửa và sấy vật liệu hữu cơ dạng tinh thể. Kích thước trung bình của vật liệu là $130\mu\text{m}$. Lượng vật liệu nhiễm bẩn trong bánh lọc giảm xuống thấp (80 phần triệu) với độ ẩm vật liệu nhỏ hơn 2% [4], [5].

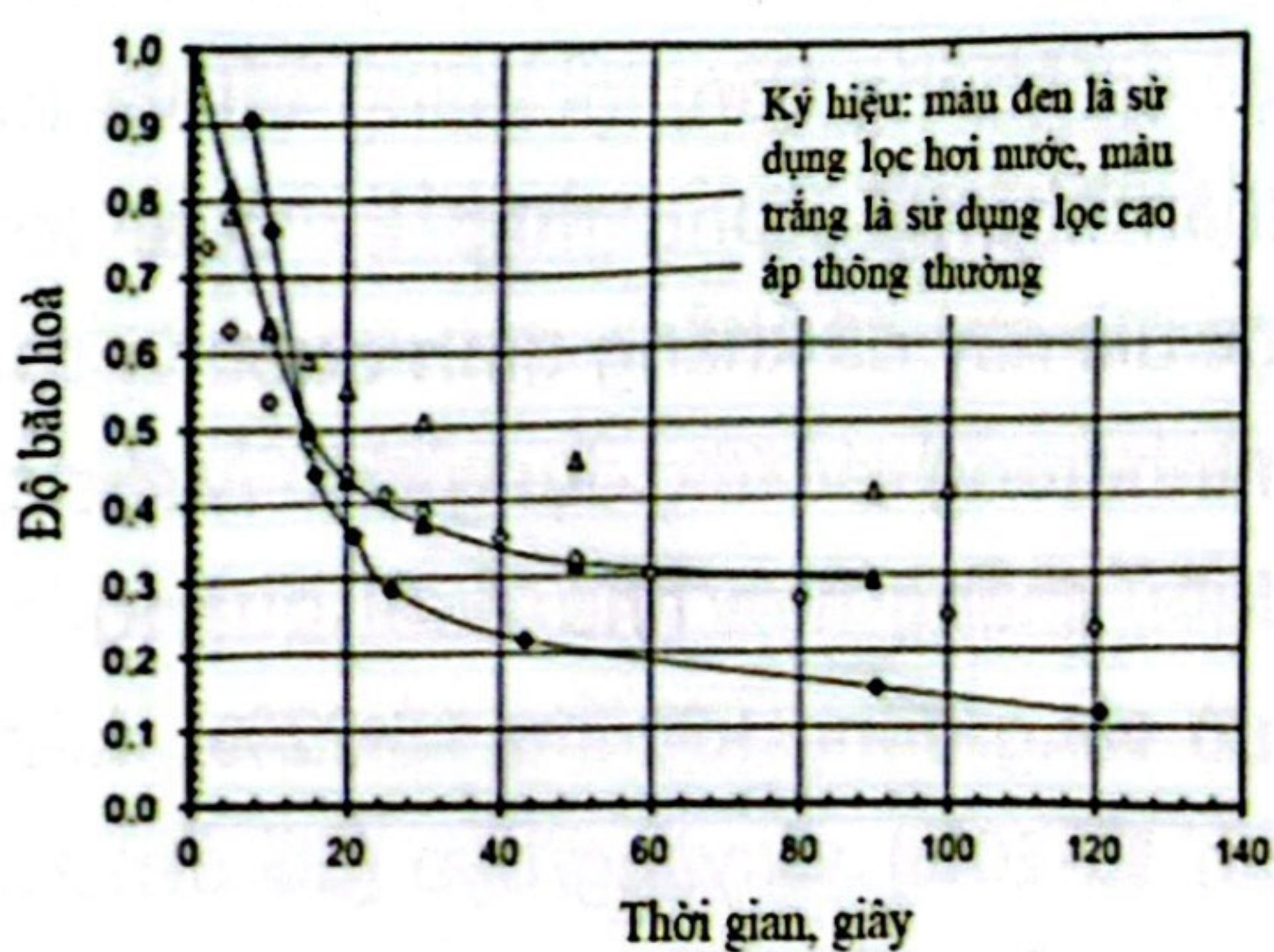
Một nghiên cứu của Phạm Thanh Hải và cộng sự đã chỉ ra hiệu quả vượt trội của lọc hơi nước so với lọc tăng áp truyền thống. Đối tượng nghiên cứu là bột đá vôi

với độ hạt nhỏ hơn $12\mu\text{m}$. Nghiên cứu xác định độ ẩm của vật liệu với sự thay đổi của nồng độ bùn đầu và chiều cao bánh lọc (Hình 8). Kết quả cho thấy độ ẩm vật liệu siêu mịn này dao động trong khoảng 12-19%, thấp hơn 4-7% so với lọc tăng áp thông thường [2].

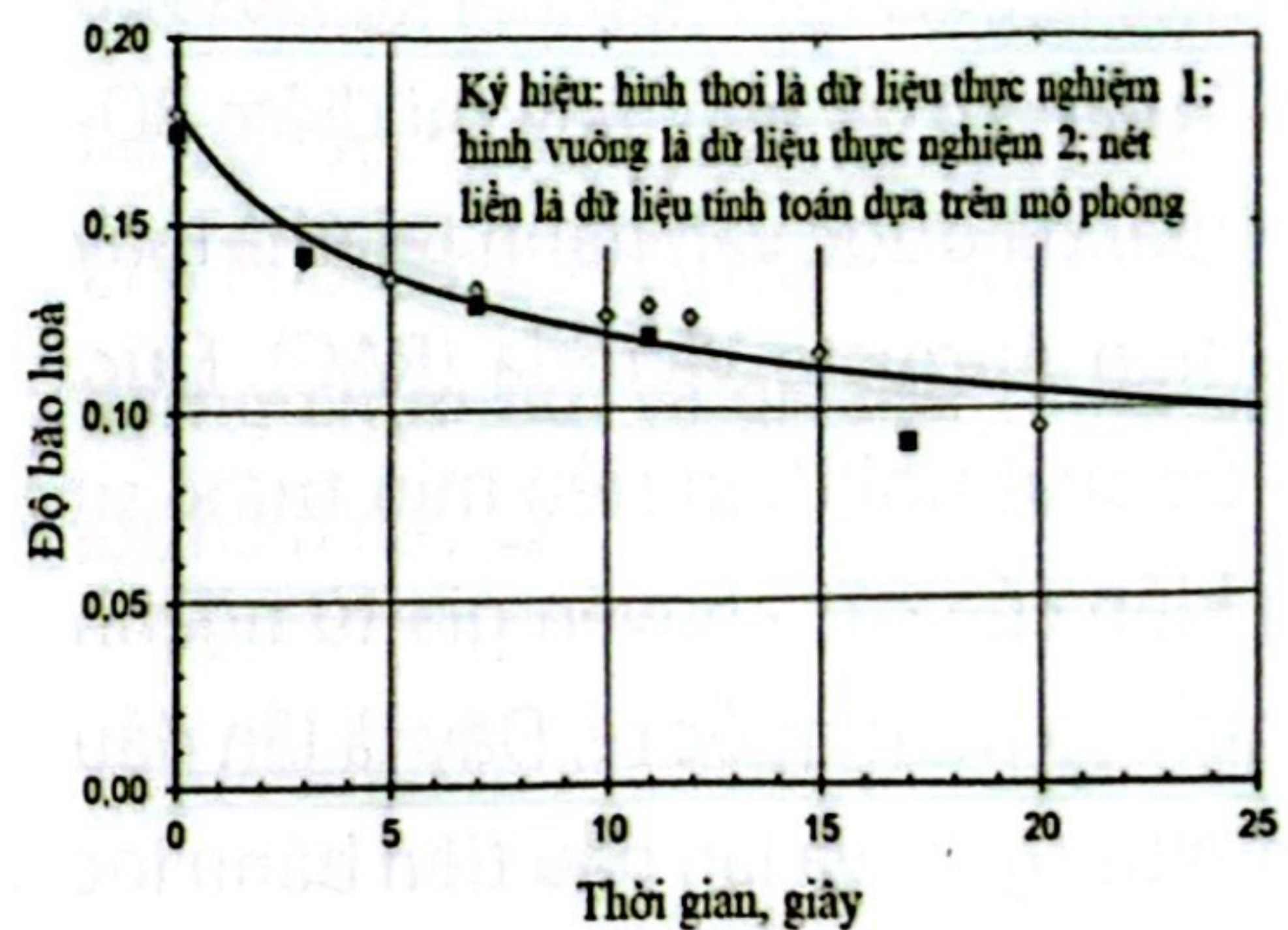
Ngoài ra, theo Peuker, thiết bị lọc hơi nước tăng áp cho kết quả tuyệt vời trong xử lý các loại quặng đuôi có độ hạt thậm chí nhỏ hơn $50\mu\text{m}$, trở lực lọc trung bình hoặc cao, các sản phẩm có chứa axit, kiềm và các muối hoà tan. Một số kết quả trong khử nước của loại thiết bị này minh họa ở các Hình 9. Hiệu quả rửa tạp chất cũng được loại bỏ đáng kể với lượng Cl^- thấp nhất trong pha rắn là 200 ppm (Hình 10) [6].



Hình 8. Độ ẩm vật liệu khi lọc đá vôi có độ hạt trung bình nhỏ hơn $12\mu\text{m}$

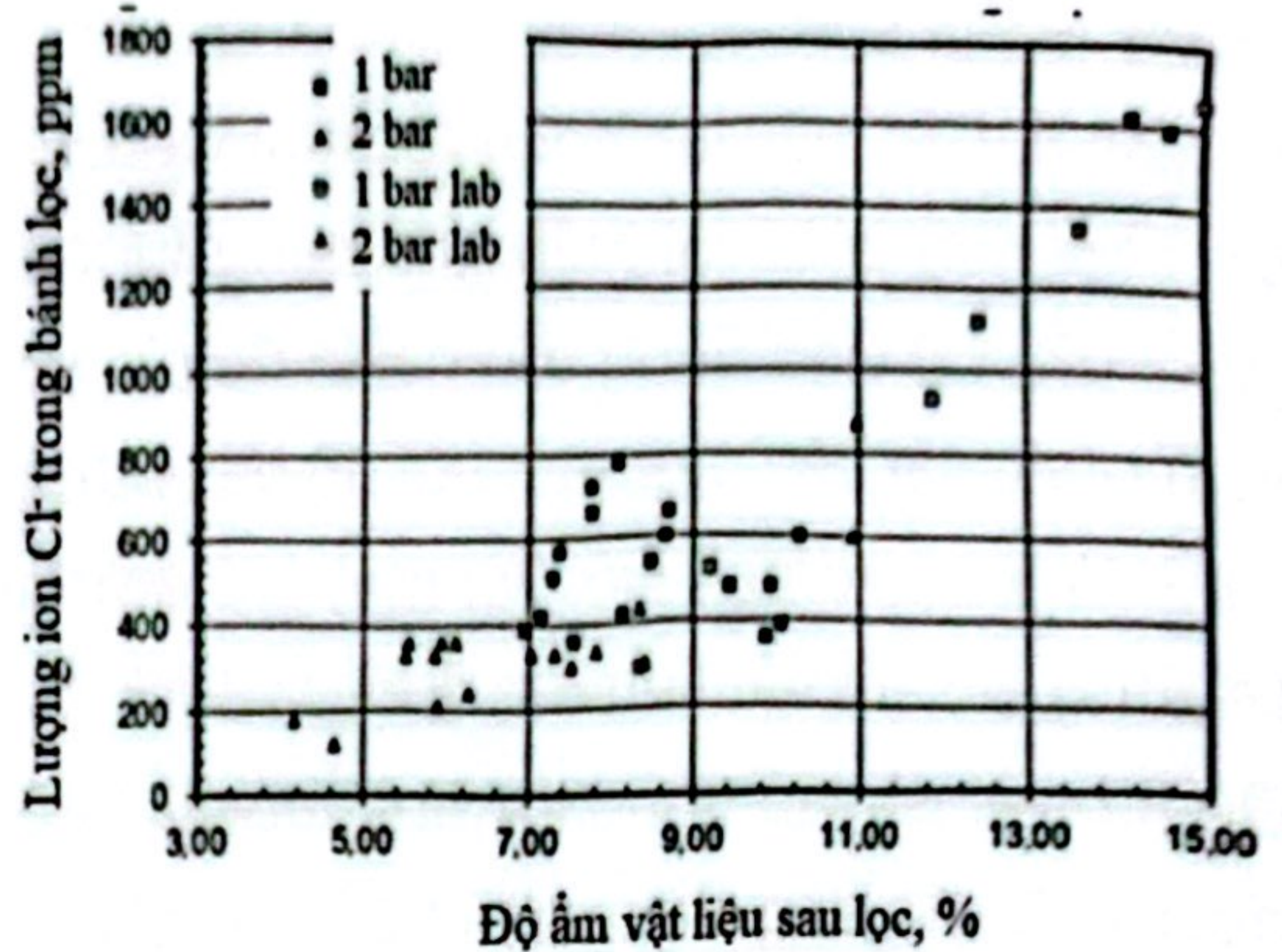
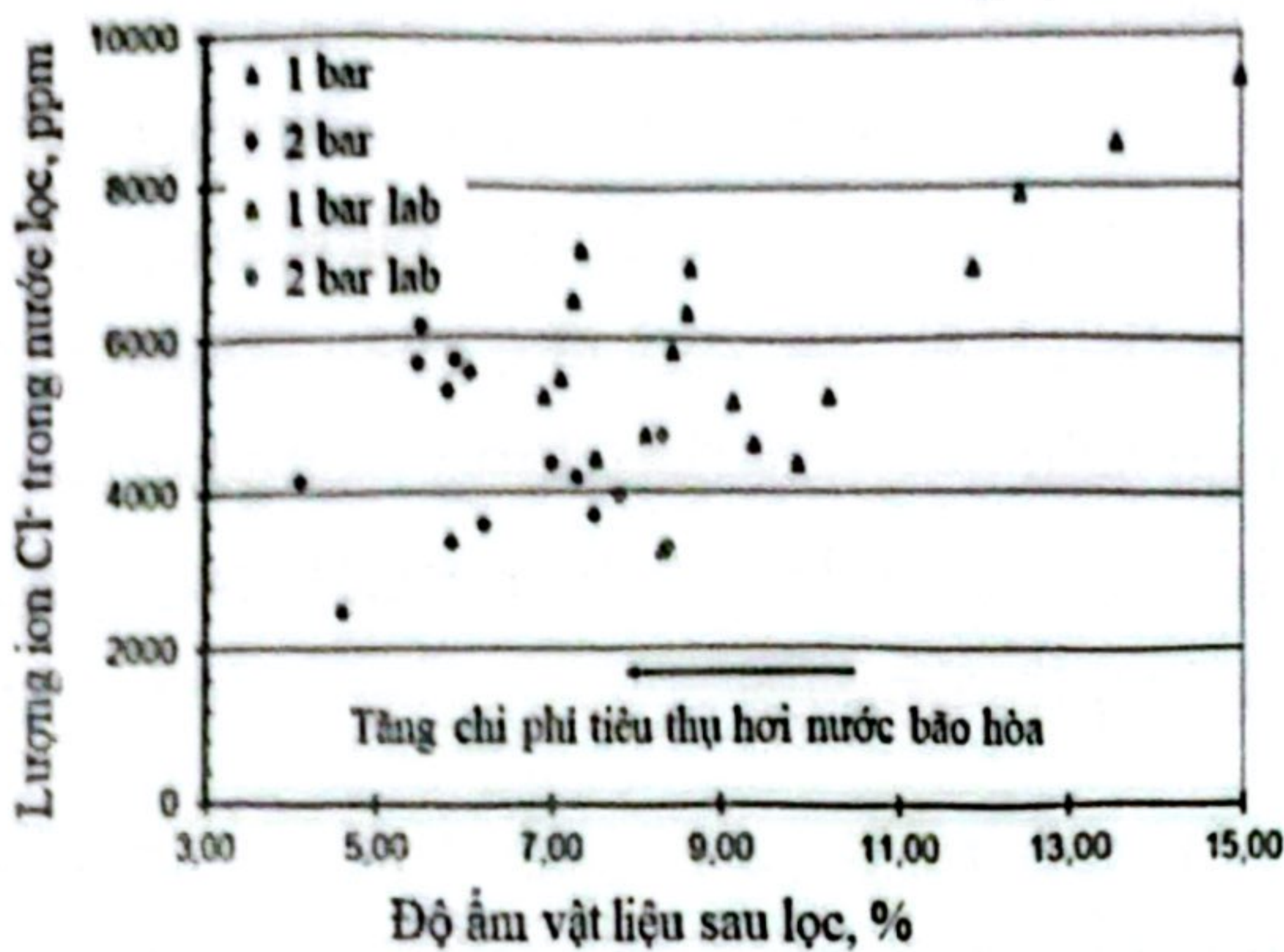


Lọc quặng sắt (ký hiệu tam giác) và hạt thủy tinh (ký hiệu thoi) sử dụng lọc hơi nước cao áp và lọc tăng áp thông thường



Khử nước bánh lọc halit ở pha làm khô ở quy mô thí nghiệm với $h_c=26-28\text{ mm}$; $\Delta P=3\text{ bar}$ (số liệu tính toán và thực nghiệm)

Hình 9. Độ ẩm của một số nguyên liệu khoáng sản sau khi lọc hơi nước tăng áp



Lọc sản phẩm thạch cao nhân tạo sử dụng lọc hơi nước cao áp, có sử dụng pha rửa với chiều cao bánh lọc $h_c = 12-18$ mm ở quy mô thí nghiệm và bán công nghiệp

Hình 10. Kết quả rửa quặng khi sử dụng lọc hơi nước tăng áp

Hahn và cộng sự cho rằng độ ẩm bánh lọc thấp nhất đạt được bằng lọc áp suất hơi nước. Với quy trình tách nước cơ - nhiệt này, bánh lọc được xử lý bằng hơi nước ngay sau khi hình thành trong máy lọc. Trong buồng hơi nước được thiết kế đặc biệt và đã được cấp bằng sáng chế, bánh lọc chỉ tiếp xúc một phần với hơi nước, giúp tăng tốc và tăng cường quá trình tách nước. Đối với nhiều sản phẩm, độ khô của bánh lọc cải thiện đáng kể chất lượng, việc xử lý và vận chuyển sản phẩm. Khi lọc các vật liệu rời như than siêu mịn, lọc áp suất hơi nước tăng áp có khả năng tạo ra than siêu mịn cực kỳ khô dưới 10% w/w độ ẩm tự do. Vào tháng 7 năm 2014, nhà máy thí điểm BO-KELA HiBar đã được vận hành tại nhà máy tuyển than Auguste Victoria (RAG), Đức, để lọc áp suất hơi than siêu mịn trước sự chứng kiến của các chuyên gia từ ngành công nghiệp than quốc tế. Đây là lần đầu tiên trên thế giới, và lần đầu tiên bánh lọc than siêu mịn khô có độ ẩm tự do dưới 9% w/w được sản xuất ở quy mô bán công nghiệp [7]. Loại thiết bị này cũng

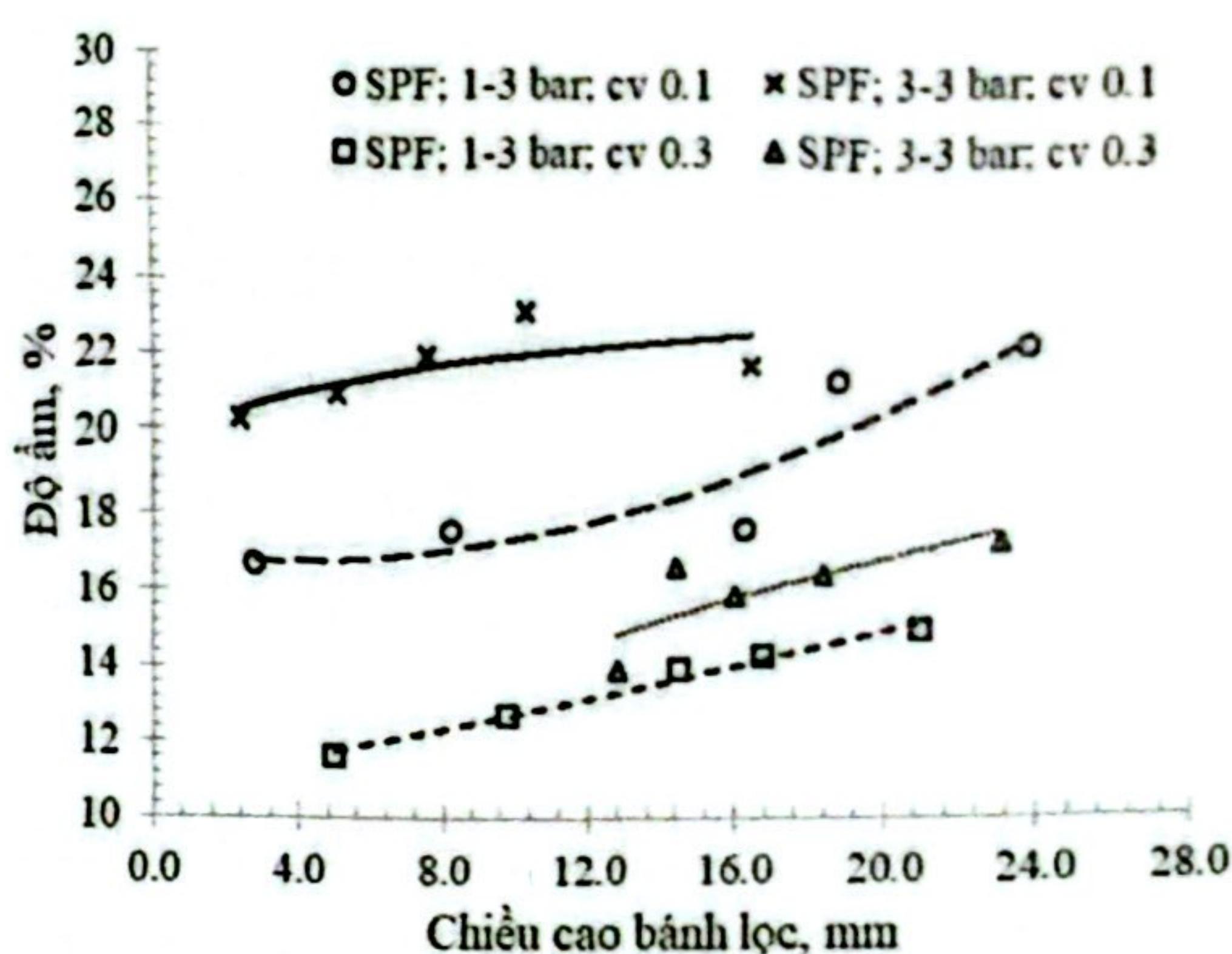
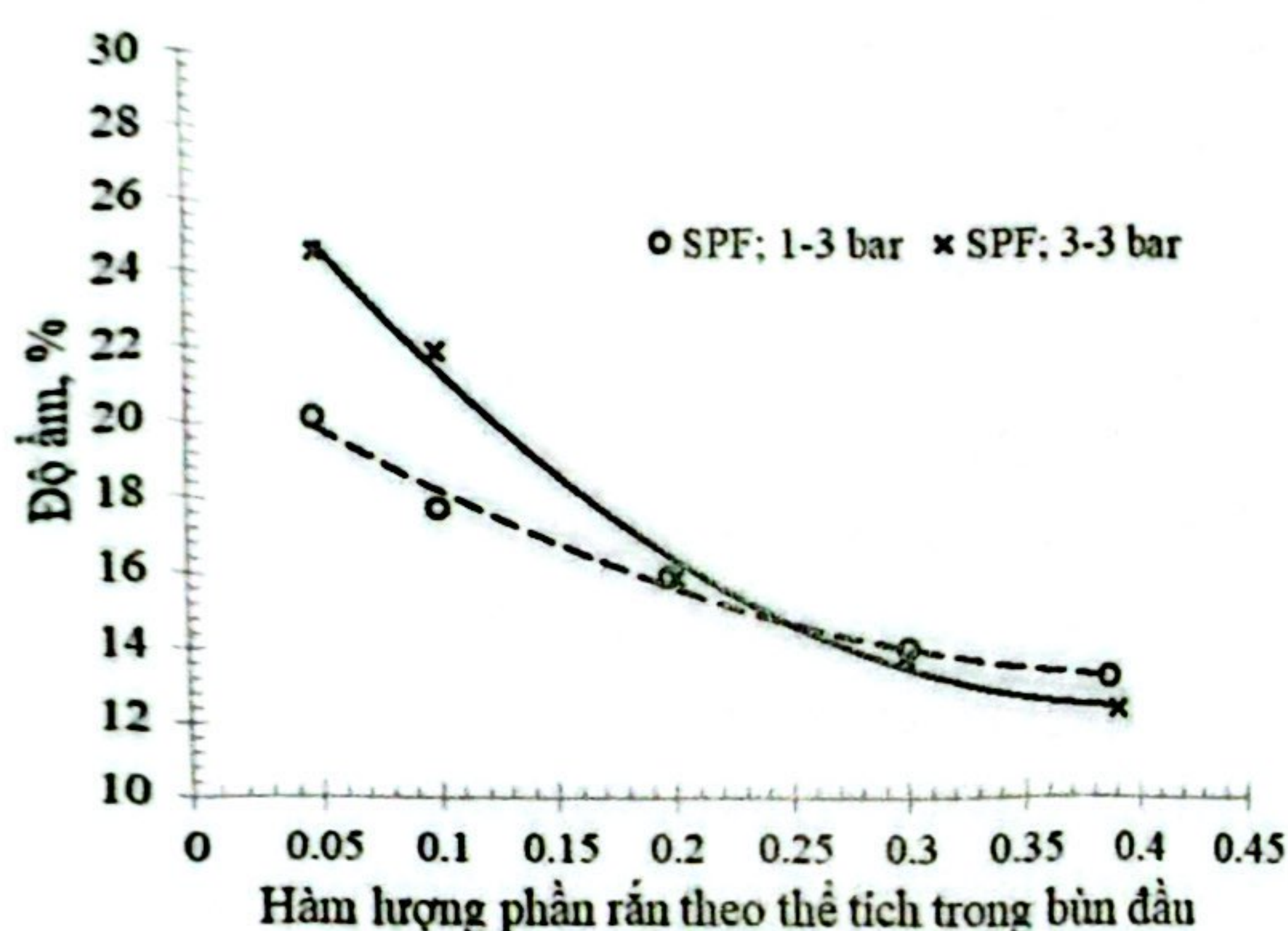
được ứng dụng khi khử nước than cấp hạt mịn sau bể cô đặc của tuyển than Cửa Ông với độ ẩm thấp nhất đạt 11% [8]. Kết quả cho ở Hình 11. Cần lưu ý rằng các kết quả thí nghiệm chỉ dừng lại ở thời điểm khi hơi nước đi xuyên qua các lỗ rỗng trong bánh lọc (kết thúc giai đoạn 2). Kết quả khử nước có thể giảm tiếp tục sâu (thậm chí đến khô hoàn toàn) do sự bốc hơi của nước trong bánh lọc nóng khi có dòng không khí lạnh đi qua ở giai đoạn thứ 3 của bánh lọc.

Trong một nghiên cứu khác của Hahn đã chỉ ra rằng, các công nghệ tách nước được sử dụng phổ biến nhất để lọc quặng đuôi từ quá trình chế biến quặng là lọc tăng áp, lọc ép khung bản, lọc băng tải và lọc đĩa chân không. Trong thập kỷ qua, loại bộ lọc đĩa này đã khẳng định được vị thế của mình trong các ứng dụng tách nước quặng đuôi, chẳng hạn như đuôi quặng từ các mỏ vàng/đồng (độ ẩm 18-22%), kẽm (độ ẩm 17-20%) và vàng/bạc (độ ẩm <20%). Lý do cho hoạt động thành công của nó trong việc tách nước quặng đuôi là: (a) lưu lượng và hiệu suất tách nước cao, (b) độ



tin cậy vận hành ngay cả trong trường hợp điều kiện cấp liệu thay đổi, (c) thiết kế đơn giản và chắc chắn, (d) dễ bảo trì, (e) diện tích nhỏ. Để đạt được năng suất phần rắn cao hơn hoặc để đạt được độ ẩm bánh lọc thấp nhất có thể, lọc cao áp và lọc áp suất hơi nước tăng áp cung cấp các giải pháp mới trong việc tách nước trong quặng đuôi. Lọc cao áp và lọc hơi nước tăng áp là các quy trình lọc áp suất liên tục tiên tiến được thực hiện trên các bộ lọc đĩa quay được lắp đặt trong bình chịu áp suất. Việc áp dụng áp suất tăng áp

lên đến 6 bar (thay vì chân không) đảm bảo tốc độ lọc và khả năng tách nước cao ngay cả với các bánh lọc hạt mịn, nơi phải khắc phục lực cản bánh lọc cao và lực mao dẫn trong bánh lọc. Với lọc áp suất hơi nước tăng áp, việc sử dụng hơi nước trong các điều kiện đặc biệt giúp cải thiện quá trình khử nước đến mức xa nhất, dẫn đến giá trị độ ẩm thấp nhất. Bánh lọc khô hơn giúp cải thiện việc xử lý và thải bỏ bánh lọc với độ dốc đổ lớn hơn, dẫn đến giảm diện tích thải bỏ và tăng cường an toàn cho địa điểm thải bỏ [9].



Hình 11. Độ ẩm của than bùn Cửa Ông sau pha thứ 2 của lọc hơi nước tăng áp

5. Kết luận và kiến nghị

Lọc hơi nước là thiết bị lọc tiên tiến nhất hiện nay và là thiết bị thể hiện sự đột phá về công nghệ trong lĩnh vực phân tách rắn lỏng. Loại thiết bị này được dùng để khử nước và thu hồi tạp chất hòa tan đi kèm trong các sản phẩm của dược phẩm, y sinh, tuyển khoáng, luyện kim và hóa chất. Trong bối cảnh, các sản phẩm của lĩnh vực chế biến ngày càng mịn hơn, nhu cầu thải khô vật liệu ngày càng lên cao, lọc hơi nước là thiết bị lựa chọn đáng tin cậy. Tuy nhiên, loại thiết bị này đang là bản quyền của

một số công ty lớn trên thế giới. Điều này gây khó khăn cho việc ứng dụng phổ biến tại các lĩnh vực ở Việt Nam. Do đó, cần có các nghiên cứu sâu hơn về loại công nghệ này, phát triển các sở hữu trí tuệ trong việc tích hợp các cơ cấu cung cấp hơi nước, hệ thống chụp hơi và gioăng trong các máy lọc hiện nay □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Peuker, U., & Stahl, W. (2001). Steam pressure filtration: Mechanical-thermal dewatering process. *Drying Technology*, 807-848.

[2]. Phạm Thanh Hải, & Urs Peuker. (2021). Khử nước bùn mịn bằng thiết bị lọc hơi nước cao áp. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, 9-21.

[3]. Peuker, U., & Stahl, W. (2001). Scale-up and operation of a steam pressure filter in pilot scale (in German). *Chemie Ingenieur Technik*.

[4]. Bokela, 1. (2023, 04 26). BoHiBar drum filter- steam pressure filtration of an organic crystallization. Được truy lục từ Bokela.com: https://www.bokela.com/en/06_bohibar-Drum-Filter-Crystallization-Product-6533

[5]. Bokela, 2. (2023, 04 26). BoHiBar drum filters - steam pressure filtration of high quality Pearlescent Pigments. Được truy lục từ Bokela.com:

[6]. Peuker, U. (2018). Steam pressure filtration - Technology for dry tailings stockage. *International Mineral Processing Congress* (trang 899-906). International Agency of Congress Management.

[7]. Hahn, J., Bott, R., Langeloh, T. (2016). HiBar Steam Pressure Filtration of Coal Ultrafines - New Developments and Results. In: Litvinenko, V. (eds) *XVIII International Coal Preparation Congress*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40943-6_21

[8]. Phạm Thanh Hải. (2021, 01). Experimental investigation on crack formation in filter cake with wide PSD. *Luận án Tiến sỹ kỹ thuật*. Freiberg, Germany: TU Bergakademie Freiberg.

[9]. Hahn, J 2019, 'Tailings dewatering with increased filtration rates and lowest filter cake moisture for filtered tailings stacking', in AJC Paterson, AB Fourie & D Reid (eds), *Paste 2019: Proceedings of the 22nd International Conference on Paste, Thickened and Filtered Tailings*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 245-257, https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1910_16_Hahn



APPLICATION OF STEAM PRESSURE FILTRATION IN DRY TREATMENT OF TAILING PRODUCTS OF THE MINERAL PROCESSING INDUSTRY

Thanh-Hai Pham ^{1*}, Oanh Thi Do ²

¹Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

²Vietnam College of Industry and Commerce, Hanoi, Vietnam

phamthanhhai@humg.edu.vn

Abstract:

Filtration is the process of separating liquid and impurities in the form of dissolved ions from solid parts. Depending on the purpose of utilisation, filtration is used to dewater solid products or clean liquid parts by removing solid parts and other harmful substances. In mineral processing, filtration is used for dewatering, recovering solvents, chemicals, or dry tailings treatment. Tailing products from mineral processing are being discharged wet into the tailing pond, requiring a large storage area and raising the risk of safety and environmental issues. In addition, the increasingly fine and ultra-fine particle size of materials leads to difficulties in dewatering with conventional technologies and equipment. An advanced technology that is being researched and developed today is steam pressure filtration. This technology combines mechanical and thermal processes in the same device. The article presents the principles, research, and development of equipment as well as applications in the field of mineral processing. This technology and equipment are a breakthrough in solid-liquid separation techniques, opening up prospects for wide application in industrial sectors in Vietnam in general and in the field of dry waste products of mineral processing processes in particular.

Keywords: *Steam pressure filtration, dry sludge discharge, residual moisture content, mineral processing, dewatering*