

ĐẶC ĐIỂM CÁT THẠCH ANH VÙNG PHONG ĐIỀN, THỪA THIÊN HUẾ VÀ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ NHẪM NÂNG CAO GIÁ TRỊ SỬ DỤNG CỦA CHÚNG

NGUYỄN TIỀN PHƯƠNG¹, NGUYỄN TIỀN DŨNG²

¹Tổng cục Địa chất và Khoáng sản, 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội.

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội

Tóm tắt: Thừa Thiên Huế là một trong số các tỉnh ven biển của Việt Nam có tiềm năng lớn về cát thạch anh nằm trong các trầm tích nguồn gốc biển và phân bố khá tập trung tại vùng Phong Điền. Mặc dù đã được nhiều nhà đầu tư quan tâm, nhưng việc nghiên cứu đánh giá chất lượng, khả năng khai thác và đặc biệt là công nghệ tuyển nhằm nâng cao giá trị sử dụng của cát thạch anh trong các lĩnh vực công nghiệp còn nhiều hạn chế. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và tổng hợp tài liệu, bài báo giới thiệu đặc điểm địa chất, chất lượng cát thạch anh vùng Phong Điền; đồng thời đề xuất quy trình công nghệ cho phép tuyển nâng cao chất lượng cát thạch anh, đáp ứng nguồn nguyên liệu chất lượng cao ổn định cho các ngành công nghiệp. Kết quả nghiên cứu là cơ sở định hướng cho công tác thăm dò, khai thác và chế biến cát thạch anh nhằm nâng cao giá trị sản phẩm, đáp ứng nhu cầu nguyên liệu cát thạch anh chất lượng cao cho các ngành sản xuất công nghiệp trong nước và xuất khẩu.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dioxit silic là một hợp chất hóa học còn có tên gọi khác là silica là một oxit của silicium có công thức hóa học là SiO_2 và có độ cứng cao. Dioxit silic (SiO_2) thường được tìm thấy trong tự nhiên dưới dạng cát hoặc thạch anh. Chúng được sử dụng rộng rãi như một nguyên liệu thô của nhiều ngành công nghiệp (xây dựng, vật liệu chịu lửa, xi măng, gốm sứ, kính, sợi thủy tinh, cáp quang sử dụng trong lĩnh vực viễn thông, v.v...) sau khi đã được làm sạch.

Dioxit silic là hợp chất oxit quan trọng nhất và chiếm khối lượng lớn nhất trong số tất cả các nguyên liệu tạo ra thủy tinh. Trong tự nhiên, dioxit silic rất phong phú, nhưng những vật liệu có chất lượng đảm bảo cho sản xuất thủy tinh lại không nhiều, đặc biệt đối với thủy tinh quang học và các loại thủy tinh chuyên dụng đòi hỏi các vật liệu có hàm lượng dioxit silic có độ tinh khiết cao thì lại rất khan hiếm. Hiện nay, cát thạch anh là nguồn cung cấp nguyên liệu chủ yếu cho sản xuất thủy tinh. Cát thạch anh chất lượng cao nghiền nhỏ được sử dụng như chất đệm trong các ngành công nghiệp hóa học và điện tử có giá thành cao và khan hiếm trên thị trường. Giá thành thường cao gấp 10 đến 150 lần so với cát thạch anh thông thường.

Silicon kim loại (MG-Si, dùng trong luyện kim) là vật liệu rất quan trọng đối với công nghiệp hợp kim nhôm, hóa học và là vật liệu thô cho sản xuất các chất bán dẫn, tế bào quang điện trong công nghiệp điện tử. MG-Si được sản xuất từ dioxit silic bởi phản ứng nhiệt carbon. Để sản xuất được silicon kim loại chất lượng cao dành cho vật liệu bán dẫn (SeG-Si, 9N) và dành cho tế bào quang điện (SoG-Si, 6-7N), rất cần silicon kim loại có độ tinh khiết cao (UMG-Si). Đặc biệt, boron

(B) và sắt (Fe) là thành phần rất quan trọng đối với chất lượng của sản phẩm [2, 4]. Trong quá trình tuyển cát thạch anh rất khó để loại bỏ các thành phần B, Fe và chi phí gia công thường rất cao. Hình 1 thể hiện giản đồ gia công tạo ra silicon cấp độ cao từ cát thạch anh.



Hình 1. Giản đồ quá trình sản xuất SoG Si

Tỉnh Thừa Thiên Huế là một trong số những tỉnh nằm ở ven biển miền Trung Việt Nam có tiềm năng lớn về cát thạch anh (cát trắng). Kết quả khảo sát đo vẽ địa chất và tìm kiếm, thăm dò khoáng sản trong nhiều năm qua đã giúp khoanh định được diện phân bố của các thành tạo chứa cát thạch anh vùng Phong Điền. Các kết quả nghiên cứu đã khẳng định cát thạch anh vùng này có tiềm năng lớn, chất lượng khá tốt, có thể đáp ứng cho các yêu cầu làm nguyên liệu cho công nghiệp sản xuất thủy tinh, gốm sứ, khuôn đúc.

Nhằm đánh giá một cách đầy đủ về khả năng sử dụng của cát trắng ở vùng Phong Điền, với sự hỗ trợ về kinh phí của Công ty TNHH Khoáng sản Phú Thịnh nhóm tác giả đã phối hợp với Viện nghiên cứu Sành sứ Thủy tinh Công nghiệp, Bộ Công Thương và Viện Khoa học Địa chất và Tài nguyên khoáng Hàn Quốc (Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources - KIGAM) [4] tiến hành đánh giá chất lượng cát thạch anh vùng Phong Điền và nghiên cứu khả năng sử dụng trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp, đồng thời nghiên cứu khả năng tuyển nâng cao chất lượng và giá trị sử dụng cát thạch anh, đặc biệt là các ngành công nghiệp đòi hỏi cát thạch anh chất lượng cao như trong lĩnh vực IT, ET, thủy tinh quang học, silic kim loại, silic đa tinh thể, chất bán dẫn và pin năng lượng mặt trời. Kết quả nghiên cứu cho thấy cát thạch anh vùng Phong Điền sau quá trình tuyển có thể đạt hàm lượng SiO₂ đến 99,85%, hàm lượng tạp chất dưới 0,1% hoàn toàn đáp ứng yêu cầu về tiêu chuẩn chất lượng cát cho các ngành công nghiệp đòi hỏi cát thạch anh chất lượng cao.

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN VÙNG PHONG ĐIỀN

1. Vị trí địa lý tự nhiên

Vùng Phong Điền thuộc huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế nằm cách trung tâm thành phố Huế khoảng 30 km về phía bắc. Địa hình khá bằng phẳng, độ chênh cao địa hình giữa nơi thấp nhất (mặt nước tràm Bàu Thôn Niêm và tràm Mỹ Xuyên) với nơi cao nhất (cồn cát thuộc địa phận xã Phong Hòa) là 14,0 m. Các dải cát trắng trong vùng Phong Điền có đặc trưng là phát triển kéo dài theo phương TB-ĐN trùng với phương kéo dài của tràm Thôn Niêm, tràm Mỹ Xuyên và tràm Thiềm.

2. Đặc điểm địa chất

Vùng Phong Điền có địa hình tương đối bằng phẳng, độ cao tuyệt đối từ 2,0 đến 14,0 m, bề mặt bị chia cắt bởi hệ thống các tràm (đầm lầy) kéo dài theo hướng TB-ĐN, song song với đường bờ biển. Kết quả đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Huế [6] cho thấy ở vùng Phong Điền có mặt các tràm tích Đệ tứ được các nhà địa chất xếp vào hai phân vị địa tầng là hệ tầng Phú Bài ($Q_2^{1-2} pb$) và hệ tầng Phú Vang ($Q_2^{2-3} pv$) theo thứ tự từ dưới lên trên như sau:

a. Hệ tầng Phú Bài ($Q_2^{1-2} pb$): phân bố rộng rãi ở vùng Phong Điền. Dựa vào đặc điểm tràm tích và vị trí phân bố, hệ tầng được chia thành hai tập:

- *Tập dưới ($Q_2^{1-2} pb_1$):* ít xuất lộ trên mặt. Nguồn gốc tràm tích chủ yếu là tràm tích biển ($mQ_2^{1-2} pb_1$), từ dưới lên gồm cát hạt nhỏ đến vừa, màu xám, xám xanh, chuyển dần lên trên là cát lẫn ít bột sét màu xám, xám xanh, độ chọn lọc và mài tròn kém. Chiều dày tập khá ổn định, lớn hơn 14 m.

- *Tập trên ($Q_2^{1-2} pb_2$):* chủ yếu có nguồn gốc biển-gió, tạo thành các dải và cồn cát phân bố trên địa hình nổi cao với bề mặt không bằng phẳng. Thành phần đặc trưng là cát thạch anh màu trắng, độ mài tròn và chọn lọc tốt, phân dưới là các lớp cát hạt nhỏ màu vàng nâu đen, độ chọn lọc mài mòn kém.

Căn cứ vào đặc điểm màu sắc và thành phần của cát, có thể phân tập trên thành 2 lớp với những đặc trưng như sau:

+ *Lớp 1:* nằm chuyển tiếp trên các tràm tích có nguồn gốc biển, gồm chủ yếu cát thạch anh hạt nhỏ, màu vàng nâu đen, đôi nơi lẫn bột sét. Chiều dày từ 4,5 đến 8 m.

+ *Lớp 2:* tạo thành các dải và cồn cát phân bố trên địa hình nổi cao với bề mặt không bằng phẳng phủ kín diện tích thăm dò. Thành phần chủ yếu là cát thạch anh màu trắng, hạt nhỏ, độ mài tròn và chọn lọc tốt. Bề dày lớp 2 khá ổn định và giảm dần theo chiều từ tây bắc xuống đông nam, lớn nhất là 6,5 m (xã Phong Hòa), nhỏ nhất 1,2 m (xã Phong Chương), trung bình khoảng 5,0 m.

Phần trên mặt cát có lẫn ít tạp chất hữu cơ màu xám, bề dày lớp 0,2-0,3 m. Tuy nhiên lớp cát này khi qua tuyển rửa các tạp chất hữu cơ được loại bỏ, cát trở lại hoàn toàn màu trắng, chất lượng được nâng cao.

b. Hệ tầng Phú Vang ($Q_2^{2-3} pv$): ở Phong Điền các tràm tích hỗn hợp sông-biển-đầm lầy xếp vào hệ tầng Phú Vang phân bố chủ yếu trong các tràm, bàu nằm xen kẽ giữa các dải cồn cát. Mặt cát từ dưới lên như sau: dưới cùng chủ yếu là than bùn màu đen, nâu đen gồm thân, rễ, lá thực vật đã và đang bị phân huỷ, dày 2-4 m; tiếp lên trên là lớp cát lẫn than bùn và rễ cây còn tươi màu xám xanh, xám đen, dày 0,3-0,5 m. Chiều dày của hệ tầng này từ 2 đến 10 m.

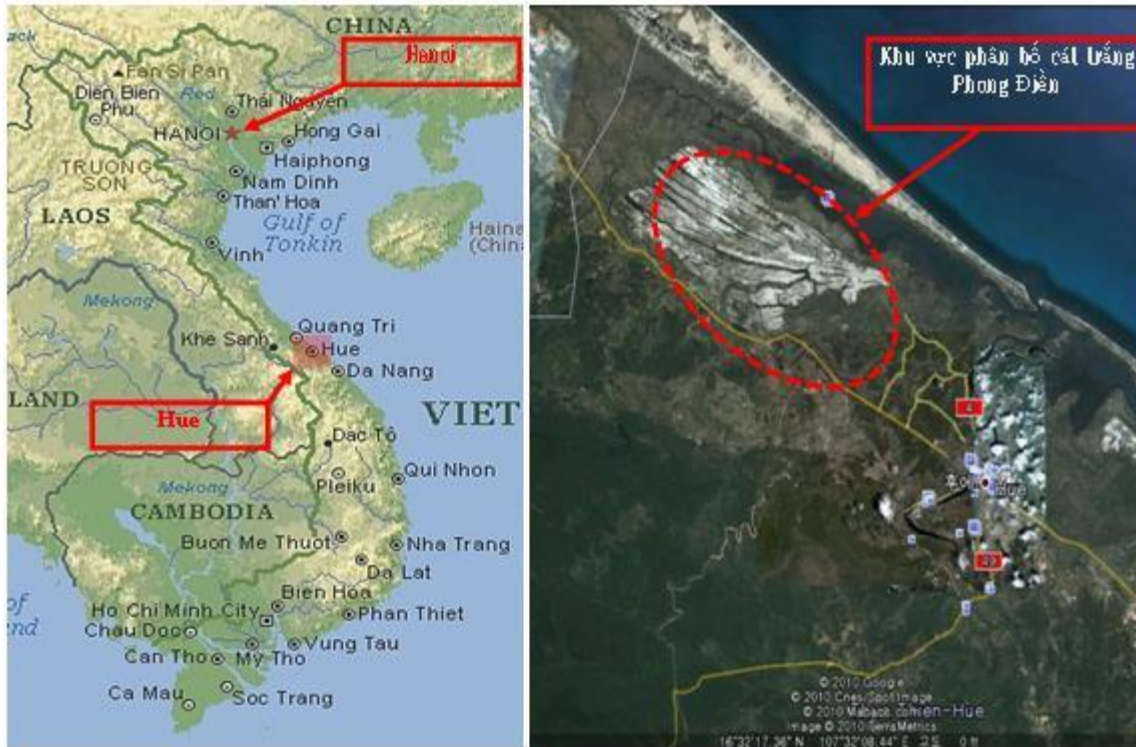
3. Đặc điểm cát trắng vùng Phong Điền

a. Đặc điểm hình thái tầng cát trắng: Các kết quả khảo sát, đặc biệt là kết quả thăm dò cát trắng ở Phong Điền từ trước tới nay cho thấy tầng cát trắng được cấu thành từ các tràm tích bờ rời tồn tại dưới dạng doi cát kích thước lớn với xu hướng phát triển kéo dài theo phương TB-ĐN.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, cát trắng thuộc tập trên hệ tầng Phú Bài có tuổi Holocen muộn. Tập cát trắng có quy mô rất lớn, dạng lớp nằm ngang, lộ ngay trên mặt địa hình (chiếm diện tích khoảng 35 km² - H. 2) kéo dài theo phương TB-ĐN từ 5 đến 7 km, chiều rộng từ 500 m đến vài km. Trụ của tầng cát có bề mặt khá phẳng nghiêng dần về phía tây bắc, nằm chuyển tiếp trên lớp cát màu vàng nâu, xám vàng; vách của tầng cát khá đơn giản, phù hợp với bề mặt địa hình. Chiều dày tầng cát thay đổi từ 1,2 đến 6,5 m. Thành phần cát chủ yếu là thạch anh màu trắng, hạt nhỏ đến vừa, độ chọn lọc và mài tròn tốt.

b. Đặc điểm thành phần cát trắng:

- Thành phần khoáng vật: Kết quả phân tích mẫu trọng sa toàn phần cho thấy: cát trắng Phong Điền chủ yếu là thạch anh, chiếm 93,35-98,82%, trung bình 96,49%.



Hình 2. Vị trí vùng cát trắng Phong Điền, Thừa Thiên Huế.



Hình 3. Địa hình vùng phân bố cát trắng Phong Điền

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả phân tích mẫu hóa cát trắng vùng Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế

	Đặc trưng thống kê
--	--------------------

Hàm lượng các oxit	Lớn nhất (%)	Nhỏ nhất (%)	Trung bình (%)	Hệ số biến thiên (%)
SiO ₂	99,35	98,21	99,03	0,20
Fe ₂ O ₃	0,095	0,030	0,051	20,96
Al ₂ O ₃	0,130	0,020	0,070	25,65
TiO ₂	0,090	0,020	0,052	30,92
Cr ₂ O ₃	0,008	0,001	0,004	40,94
MKN	0,230	0,130	0,169	13,08
CaO	0,110	0,034	0,052	-
MgO	0,018	0,008	0,012	-
P ₂ O ₅	0,003	0,001	0,002	-
MnO	0,011	0,001	0,005	-
K ₂ O	0,018	0,006	0,013	-
Na ₂ O	0,015	0,007	0,010	-

Ngoài ra, trong cát còn có các khoáng vật khác như: ilmenit, zircon, rutil, leucocxen, brucit, anatas, v.v... và bột sét. Tuy nhiên, hàm lượng các khoáng vật này đều rất nhỏ, tổng hàm lượng các khoáng vật phụ chỉ từ 0,006 đến 0,063%, trung bình là 0,023%.

- *Thành phần hoá học*: Kết quả phân tích mẫu hoá cát trắng Phong Điền cho thành phần các oxit như sau (Bảng 1):

Từ bảng trên ta thấy, cát trắng Phong Điền có hàm lượng các oxit theo mẫu hoá biến đổi như sau: SiO₂: 98,21-99,35%, trung bình: 99,03%; Fe₂O₃: 0,030-0,095%, trung bình: 0,051%; Al₂O₃: 0,02-0,130%, trung bình: 0,07%; Cr₂O₃: 0,001-0,008%, trung bình: 0,004%; TiO₂: 0,02-0,09%, trung bình: 0,052%; MKN: 0,20-0,23%, trung bình: 0,169%; CaO: 0,034-0,11%, trung bình: 0,052%; MgO: 0,008-0,018%, trung bình: 0,012%; P₂O₅: 0,001-0,003%, trung bình: 0,002%; MnO: 0,001-0,011%, trung bình: 0,005%; K₂O: 0,006-0,018%, trung bình: 0,013%; Na₂O: 0,007-0,015%, trung bình: 0,010%. Hệ số biến thiên hàm lượng Fe₂O₃ và oxit silic thay đổi từ 0,20% đến 40,94%, thuộc loại rất đồng đều đến đồng đều.

- *Đặc điểm các nguyên tố vi lượng*: Kết quả phân tích mẫu quang phổ định lượng ICP cho hàm lượng các nguyên tố trong cát trắng Phong Điền như sau (ppm): Cu <5; Pb <5; As <20; Ag <2; B <10; Cd <2; Mo < 5; Ni <5; Nb <10; Sn <10; Ta <10; Sr <5; Sc <5; W từ 54,3 đến 81,5; Zn từ 11,5 đến 35,2; Ge <20; La <5; Li <5; Ce <5-7,1; Co: 54,3-81,5,... vắng mặt Au và các nguyên tố phóng xạ.

- *Đặc điểm thành phần cỡ hạt*: Kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt cho thấy cát có cỡ hạt trung bình, độ chọn lọc và mài tròn tốt, độ tập trung khá cao vào cỡ hạt 0,50-0,10 mm (>84%). Kết quả phân tích mẫu cỡ hạt được thống kê trong Bảng 2.

Kết quả phân tích mẫu độ hạt cát trắng Phong Điền cho thấy: cỡ hạt <0,01 mm chiếm 0,29%; cỡ hạt 0,01-0,05 mm chiếm 0,92%; cỡ hạt 0,05-0,1 mm chiếm 1,49%; cỡ hạt 0,1-0,25 mm chiếm 19,19%, cỡ hạt 0,25-0,5 mm chiếm 65,83%, cỡ hạt 0,5-0,8 mm chiếm 9,16%, cỡ hạt 0,8-1,0 mm chiếm 1,99%, cỡ hạt > 1,0 mm chiếm 1,12%; như vậy cỡ hạt 0,1-0,8 mm trung bình chiếm 94,18%. Đây là cỡ hạt quy định để sử dụng cát nấu chảy tốt nhất trong hầu hết các lĩnh vực sử dụng khác nhau.

III. YÊU CẦU CHẤT LƯỢNG CÁT CHO CÁC LĨNH VỰC SỬ DỤNG

1. Lĩnh vực sản xuất thủy tinh:

Cát thạch anh là một trong những thành phần cơ bản của phối liệu thủy tinh. Thành phần hoá học, khoáng vật và độ hạt quyết định mức độ có ích của cát. Cát để nấu thủy tinh phải thật giàu silic và thật nghèo oxyt sắt, oxyt titan, oxyt chrom Các chất này nhuộm màu thủy tinh, chính vì vậy chất lượng thủy tinh phụ thuộc vào sự có mặt của chúng trong cát. Dưới đây là tiêu chuẩn cát thủy tinh của Liên Xô cũ và Ba Lan (Bảng 3 và 4).

Trong sản xuất thủy tinh, tạp chất sắt rất quan trọng, do đó người ta đã dựa vào sự có mặt của nó trong cát để định hướng khả năng sản xuất các loại thủy tinh khác nhau, phục vụ cho nhiều nhiều lĩnh vực công nghiệp từ kính cho đến thủy tinh quang học.

Đối sánh với các tiêu chuẩn nêu trên thì cát trắng vùng Phong Điền chỉ đạt yêu cầu chất lượng cho sản xuất các loại thủy tinh, kính thông thường cho đến thủy tinh bóng đèn, tức là chỉ đạt tiêu chuẩn cát loại III và loại IV theo phân loại cát thủy tinh của Liên Xô cũ và Ba Lan.

2. Lĩnh vực làm khuôn đúc: Trong nghề đúc, cát là thành phần của hỗn hợp làm khuôn và cốt lõi khuôn không những ở Việt Nam mà còn cả các nước phát triển trên thế giới. Khuôn cát được sử dụng nhiều vì có các đặc tính ưu việt sau: khả năng chịu nhiệt cao, dễ tạo khuôn, giá thành và vốn đầu tư thấp và đặc biệt là khuôn cát rất vạn năng, có thể đúc được các vật nhỏ vài trăm gam cho đến những sản phẩm có kích thước lớn và đúc bất cứ hợp kim nào.

Bảng 2. Bảng thống kê đặc trưng cỡ hạt cát trắng vùng Phong Điền

Cấp hạt (mm)	Độ hạt			
	Lớn nhất (%)	Nhỏ nhất (%)	Trung bình (%)	Hệ số biến thiên (%)
>1,0	3,65	0,18	1,12	46,55
0,8-1,0	4,08	0,70	1,99	33,34
0,5-0,8	14,74	5,42	9,16	20,97
0,25-0,5	75,20	60,73	65,83	3,64
0,10-0,25	26,57	10,51	19,19	13,40
0,05-0,10	2,70	0,29	1,49	26,02
0,01-0,05	2,11	0,13	0,92	37,43
< 0,01	0,81	0,03	0,29	40,82

Bảng 3. Bảng phân loại cát thủy tinh của Liên Xô (cũ)

Loại	SiO ₂ , %	T.Fe, %	Cr ₂ O ₃ , %	TiO ₂ , %
I	99,8	0,012	0,001	0,05
II	99,3	0,025	0,001	0,10
III	99,3	0,05	0,002	-
IV	98,5	0,10	-	-
V	98,5	0,20	-	-
VI	98,5	0,30	-	-

Bảng 4. Bảng phân loại cát thủy tinh theo tiêu chuẩn của Ba Lan

Các chỉ tiêu	Loại đặc biệt	Loại I	Loại II	Loại III	Loại IV	Loại V	Loại VI	Loại VII	Loại VIII
0,71-1,25 mm	0	0	0	0,5	0,8	0,8	1,5	2	3

0,5-0,71 mm	0	0	2	4	6	6	-	-	-
0,315-0,5 mm	2	4	18	-	>70	>70	>65	>60	>50
0,1-0,315 mm	95	92	80	75	-	-	-	-	-
0,05-0,1 mm	3	5	5	6	2	2	2	2	2
< 0,05 mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	1	1	1	1
SiO ₂ , (%)	99,6	99,3	99,1	98,8	97,5	96,5	96	95	90
T.Fe, (%)	0,006	0,01	0,015	0,03	0,06	0,10	0,20	0,50	1,0
TiO ₂ , (%)	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10	0,20	0,25	0,30	0,50
Al ₂ O ₃ , (%)	0,15	0,40	0,4	0,5	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
CaO+MgO+K ₂ O+Na ₂ O	0,30	0,40	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	-

Bảng 5. Bảng phân loại cát thủy tinh dựa vào hàm lượng tổng sắt

T.Fe, %	Khả năng sử dụng để sản xuất các loại thủy tinh
0,010	Thủy tinh quang học
0,015	Thủy tinh pha lê chất lượng cao
0,020	Thủy tinh pha lê
0,030	Thủy tinh pha lê, gương
0,050	Thủy tinh bóng đèn
0,100	Kính gương, kính cửa sổ
0,200	Kính cửa sổ thường
0,300	Kính tắm thường, nửa trắng
0,500	Kính tắm mỏng bình thường, nửa trắng
>0,50	Bao bì thủy tinh, thủy tinh màu

Bảng 6. Bảng phân loại cát khuôn đúc theo tiêu chuẩn của Liên Xô (cũ)

Tên cát	sét (%)	SiO ₂ (%)	S (%)	Oxyt kiềm - đất và kiềm (%)	oxyt sắt (%)
Thạch anh I	< 2	> 97	0	< 1,5	≤ 0,75
Thạch anh II	< 2	> 96	≤ 0,025	< 1,5	≤ 0,75
Thạch anh III	< 2	> 94	≤ 0,025	< 2	≤ 1,5
Thạch anh IV	< 2	> 90	-	-	-
Thạch anh - felspat	< 2	> 90	-	-	-
Cát gầy	2 - 10	-	-	-	-
Cát nửa béo	10 - 20	-	-	-	-
Cát béo	20 - 30	-	-	-	-
Cát rất béo	30 - 50	-	-	-	-

Bảng 7. Bảng các chỉ tiêu công nghiệp cát làm gốm mỏng của Liên Xô cũ

Các chỉ tiêu	Loại I (%)	Loại II (%)
SiO ₂ không dưới	95	93
Fe ₂ O ₃ và TiO ₂ không quá	0,2	0,3
CaO không quá	1	2
MKN không quá	1	2

Kaolin không quá	1	2
Lượng sét lại trên rây N4 không quá	2	5
Độ ẩm	5	5
Tạp chất (ngoài feldspath)	Không cho phép	Không cho phép

Cát làm khuôn đúc phải là cát thạch anh, các hạt cát phải tập trung vào mấy cỡ hạt liên tiếp nhau, thường là 3 cỡ hạt liên tiếp từ 0,1 đến 0,6 mm. Cát làm khuôn đúc không được lẫn chất hữu cơ, than, mùn và đá vôi, hàm lượng sét không vượt quá 2% và phải có độ thoát khí và độ bền cơ học cao. Hàm lượng oxit silic càng cao thì độ chịu lửa của cát càng tăng. Để làm khuôn đúc thép chảy lỏng ở nhiệt độ 1500°C thì hàm lượng SiO₂ không dưới 96%. Để làm khuôn đúc gang chảy lỏng ở nhiệt độ 1400°C hàm lượng SiO₂ có thể thấp hơn chút ít, nhưng không dưới 90%.

Yêu cầu kỹ thuật công nghiệp cát làm khuôn đúc của Liên Xô cũ được thể hiện trong Bảng 6.

Như vậy, so với các tiêu chuẩn kỹ thuật trong Bảng 6 thì cát trắng ở Phong Điền đáp ứng được các tiêu chuẩn cát làm khuôn đúc chất lượng cao.

3. Lĩnh vực sản xuất vật liệu chịu lửa dinat: Cát thạch anh được trộn vào phối liệu để tăng độ chịu lửa của dinat, nhất là khi nguyên liệu chưa đủ giàu silic. Có thể đưa vào phối liệu dinat 20% cát thạch anh hạt nhỏ, hoặc lớn. Cát hạt càng lớn, càng góc cạnh càng tốt.

Theo yêu cầu công nghiệp cát thạch anh để sản xuất dinat cho luyện kim là hàm lượng SiO₂ không dưới 85%, Fe₂O₃ không quá 1,5%, Al₂O₃ không quá 4,5%. Như vậy, cát trắng tại Phong Điền hoàn toàn thỏa mãn các chỉ tiêu cho sản xuất gạch dinat.

4. Lĩnh vực sản xuất đồ gốm: Trong sản xuất đồ gốm, người ta sử dụng cát thạch anh để hạn chế độ co ngót của các sản phẩm nên yêu cầu cát phải tinh khiết. Tùy theo công nghệ và thiết bị sản xuất mà có các yêu cầu về chỉ tiêu công nghiệp khác nhau, dưới đây là yêu cầu kỹ thuật đối với cát thạch anh dùng làm đồ gốm mỏng của Liên Xô cũ (Bảng 7).

Như vậy, đối sánh với các chỉ tiêu công nghiệp trong Bảng 7 ta thấy cát trắng ở Phong Điền đạt loại I trong sản xuất đồ gốm.

Từ các kết quả nghiên cứu đánh giá chất lượng cát thạch anh tại Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế, đối chiếu với các yêu cầu chỉ tiêu công nghiệp của các lĩnh vực sử dụng có thể thấy cát có chất lượng khá tốt, đáp ứng được yêu cầu công nghiệp cho một số lĩnh vực thông thường như: cát khuôn đúc, nguyên liệu sản xuất gạch chịu lửa, sản xuất đồ gốm, các loại thủy tinh dân dụng, kính xây dựng,... tương đương với loại III, loại IV theo bảng phân loại cát thủy tinh của Ba Lan và của Liên Xô cũ (Bảng 3, 4, 5). Như vậy, để có được cát chất lượng cao thỏa mãn được yêu cầu sử dụng cho các lĩnh vực đòi hỏi chất lượng cao như IT, ET, chất bán dẫn, silic kim loại, silic đa tinh thể và năng lượng mặt trời, thì cần phải được đầu tư nghiên cứu công nghệ tuyển để nâng cao chất lượng của chúng.

Trong thực tế ở nước ta, nguồn cát thạch anh rất phong phú, tuy nhiên loại cát đạt chất lượng cao thì lại rất khan hiếm, giá trị sử dụng và giá trị thương mại của cát trắng thạch anh phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng. Trên thị trường hiện nay loại cát thạch anh chất lượng cao có hàm lượng SiO₂ sau tuyển đạt trên 99,85%, hàm lượng tạp chất thấp dưới 0,1% được nghiền mịn <10 μm có giá bán tới hơn 610 USD/tấn. Mặt khác nhu cầu sản xuất silic chất lượng cao (silic tinh khiết đạt chất lượng cao từ 4 đến 6 số 9) cũng đòi hỏi phải có nguồn nguyên liệu chất lượng cao. Vì vậy, nghiên cứu công nghệ tuyển nhằm nâng cao chất lượng cát trắng thạch anh là một vấn đề đang được các nhà đầu tư quan tâm.

IV. CÔNG NGHỆ TUYỂN CÁT THẠCH ANH

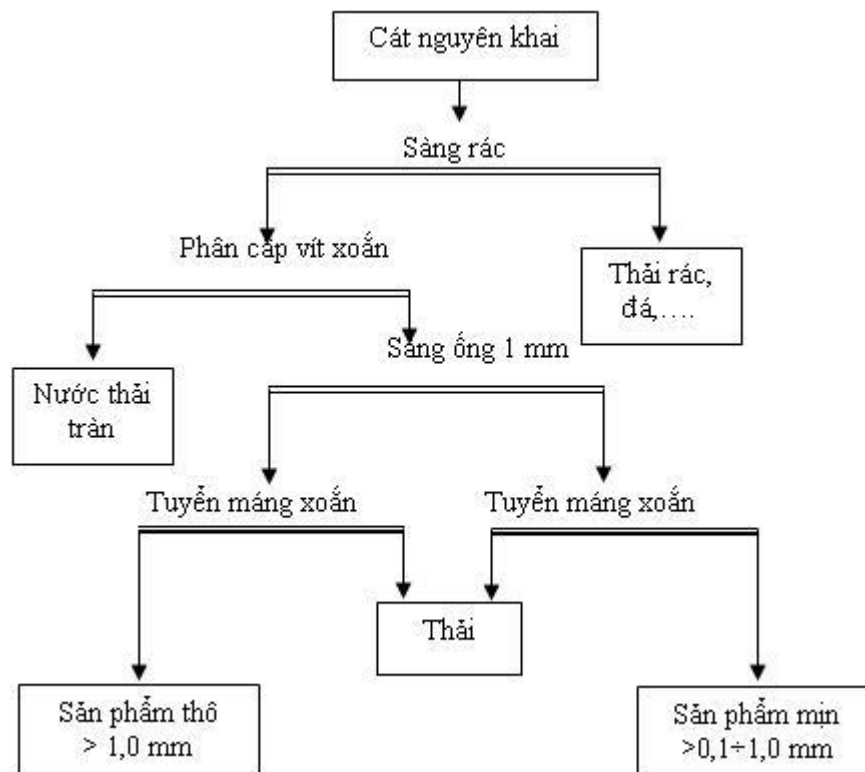
Nhằm đánh giá một cách đầy đủ về khả năng sử dụng của cát trắng ở Phong Điền, nhóm tác giả đã phối hợp với Viện Nghiên cứu Sành sứ, Thủy tinh công nghiệp, Bộ Công thương và Viện Khoa học Địa chất và Tài nguyên khoáng Hàn Quốc tiến hành nghiên cứu công nghệ tuyển nhằm nâng cao chất lượng và giá trị sử dụng cát thạch anh.

1. Công nghệ tuyển rửa hiện đang được sử dụng tại hầu hết các mỏ khai thác cát

Nguyên lý chung là dùng nước để rửa sạch cát, loại bỏ các tạp chất bẩn, thực vật, chất sét bám xung quanh bề mặt hạt cát, loại bỏ được các tạp chất có hại và hạt quá cỡ trong cát.

a. Quy trình công nghệ tuyển cát: Cát khai thác (cát nguyên khai) được máy xúc xúc đưa lên phễu và đi vào sàng quay để tách các loại dị vật. Tại đây, cát được tiếp xúc với nước để tách các loại mùn hữu cơ bám trên bề mặt hạt cát, sau khi qua máy tuyển vít xoắn, nước bẩn được hoàn lưu về hồ. Cát được tiếp tục đưa qua hệ thống xoắn ốc một lần nữa tiếp xúc với nước để phân ly thành các cỡ hạt theo yêu cầu, rồi qua máy tuyển vít xoắn một lần nữa để tách nước và ra thành phẩm.

Sơ đồ công nghệ tuyển cát như sau:



b. Độ thu hồi và chất lượng mẫu công nghệ sau khi tuyển: Từ mẫu nguyên khai ban đầu sau quá trình tuyển sẽ được sản phẩm cát có chất lượng và độ thu hồi như sau:

- Sau khi rửa loại bỏ sét, tạp chất hữu cơ và loại bỏ hạt quá cỡ ($d > 1,0$ mm), độ thu hồi cát sản phẩm đạt 97,18%.

- Cát sau tuyển có chất lượng tốt đáp ứng các chỉ tiêu của hầu hết các lĩnh vực sử dụng thông thường. Thành phần SiO_2 tăng từ 99,10 lên 99,52%, thành phần Fe_2O_3 giảm từ 0,052 xuống 0,03%. Nhìn chung, cát sau tuyển hàm lượng các thành phần có hại giảm, loại bỏ được các tạp chất và các

cỡ hạt <0,1 và >1,0 mm. Thành phần độ hạt của cát từ >0,1 đến 1,0 mm chiếm 97,18%, thành phần độ hạt này rất thuận lợi để đưa vào nghiền mịn nấu chảy tốt và lĩnh vực làm khuôn đúc, vì nó dễ thoát khí trong quá trình đúc sản phẩm.

2. Công nghệ tuyển cát chất lượng cao

Để nâng cao chất lượng cát trắng, mẫu thí nghiệm công nghệ tuyển cát chất lượng cao đã được nghiên cứu tại Viện Khoa học Địa chất và Tài nguyên khoáng Hàn Quốc. Các kết quả nghiên cứu cho phép lựa chọn quy trình tuyển cát trắng hoàn toàn bằng các phương pháp vật lý, đó là sử dụng các tính chất từ, tính chất khoáng vật, hàm lượng và trọng lượng của các tạp chất sau khi nghiền kết hợp với việc làm sạch bằng sóng siêu âm theo những kích thước hạt nhất định. Đây được xem như là giải pháp tối ưu cho phép có thể nâng cao chất lượng cát nguyên liệu ban đầu mà không cần phải sử dụng các hóa chất như cách làm thông thường, cho phép giải quyết tốt vấn đề về môi trường và giảm đáng kể chi phí tuyển.

Các kết quả phân tích thành phần hóa học của cát trắng tự nhiên cho thấy trong cát trắng ngoài thành phần SiO₂ còn có các tạp chất sắt (Fe), titan (Ti), nhôm (Al), và calci (Ca) như sau:

SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)
99,10	0,052	0,069	0,070	0,062

Bảng 8. Hàm lượng tạp chất trong các cỡ hạt cát ở Phong Điền

Cỡ hạt	%Trọng lượng	SiO ₂ [%]	Fe [ppm]	Al [ppm]	Ti [ppm]	Ca [ppm]
+1 mm	0,5~1,2	96,24~99,27	45~4670	184~1940	73~3356	53~525
+0,447mm	1,86~7,64	99,65~99,81	40~116	170~246	77~93	33~39
+0,14 mm	82,9~84,1	99,36~99,72	131~243	295~537	132~509	44~71
+0,074 mm	1,7~15,5	97,02~99,54	1547~8028	1039~2652	2317~5823	98~707
-0,074mm	0,7~1,4	94,40~98,15	706~9316	1698~3651	2071~11680	

Thành phần tạp chất trong cát theo các cỡ hạt khác nhau cũng có sự khác nhau rất đáng kể (Bảng 8). Kết quả phân tích này cho thấy khoảng trên 85% trọng lượng cát trắng nằm trong khoảng cỡ hạt 0,14~1,0 mm, đây cũng là cỡ hạt có hàm lượng thành phần SiO₂ cao, các tạp chất trong cát thấp. Điều này có nghĩa là việc nghiền và phân loại theo cỡ hạt cũng có một ý nghĩa rất quan trọng trong công nghệ tuyển cát trắng. Từ dữ liệu này ta thấy chất lượng cát trắng có thể tăng lên nếu những chất chứa thành phần như sắt (Fe), nhôm (Al), titan (Ti), và calci (Ca) được tách ra; tuy nhiên, những chất này không tồn tại dưới dạng nguyên tố độc lập trong cát.

Các tạp chất sắt (Fe), nhôm (Al), titan (Ti) và calci (Ca) tồn tại dưới dạng hợp chất với các nguyên tố cấu thành khác. Tạp chất tồn tại nhiều nhất trong cát trắng là dưới dạng hợp chất của sắt trong các khoáng vật: turmalin, ilmenit, epidot, hornblend, feldspat và granat; sắt tồn tại như tạp chất trong cát có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng tính chất từ tính (thuận từ và nghịch từ) và tỷ trọng của những khoáng vật này. Như vậy, có thể thấy việc tách hiệu quả các khoáng vật này ra khỏi cát được xem như là cốt lõi của công nghệ tuyển.

Quy trình công nghệ tuyển cát trắng tự nhiên (Hình 4) được tiến hành gồm các bước sau:

- *Bước làm sạch (S12)*: Cát trắng tự nhiên được trộn với nước để tạo nên chất pha trộn nhão. Quá trình tẩy rửa được thực hiện bằng cách khuấy mạnh trong máy quay từ 2 đến 5 phút, tốc độ 300-500 vòng/phút, các tạp chất có trong cát trắng tự nhiên ở dạng chất pha trộn nhão được làm sạch bằng máy quay và máy rung siêu âm của máy làm sạch siêu âm.

- *Bước loại bỏ các tạp chất (S13)*: là bước khử tạp chất của hạt thô nằm trong chất pha trộn nhão bằng cách sử dụng thiết bị lọc kiểu sàng quay hoặc thiết bị lọc kiểu rung;

- *Bước phân loại độ mịn (S14)*: là bước loại bỏ các tạp chất nằm trong chất pha trộn nhão bằng máy xoáy thủy lực khi các tạp chất của hạt thô trong bùn quánh đã được loại bỏ;

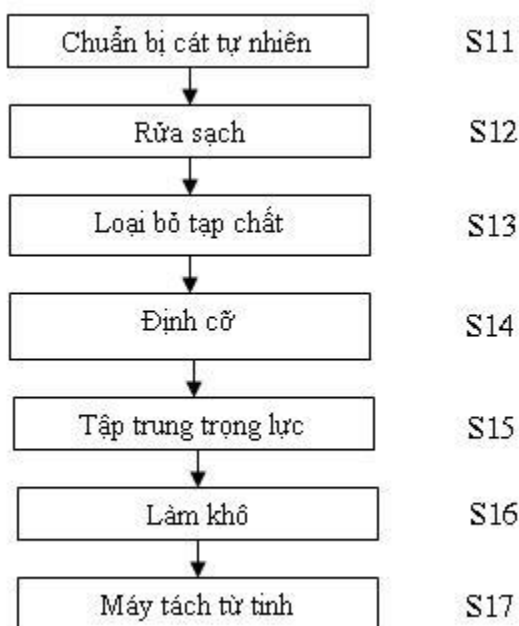
- *Bước phân loại trọng lực (S15)*: là bước chọn những khoáng vật có trọng lực thấp và loại bỏ nhóm khoáng vật có trọng lực cao hơn nằm trong chất pha trộn nhão bằng việc sử dụng máy tập trung xoắn, bằng khuấy động chất phân tách lỏng để chọn khoáng vật có tỷ trọng 2,6-3,3, và loại bỏ nhóm khoáng vật có tỷ trọng 3,4-4,7.

- *Bước làm khô (S16)*: là làm khô chất pha trộn nhão bằng một máy sấy tang quay để giảm độ ẩm xuống dưới 3%.

Khi các khoáng vật có trọng lực cao đã được loại bỏ và các khoáng vật nhẹ được hoàn thiện qua quá trình làm khô, các chất thuận từ nằm trong SiO₂ bị loại bỏ dung lực từ để tiến hành giai đoạn lựa chọn từ tính (S17), giai đoạn này lựa chọn SiO₂ tự nhiên không có chất bám bằng cách sử dụng lực từ 8,000 đến 15,000 Gauss để loại bỏ chất bám dính và chọn ra oxit silic tự nhiên.

Bảng 9. Hàm lượng các hợp phần trong cát trắng Phong Điền

Số TT	Thành phần hóa học	Hàm lượng (%)
1	SiO ₂	> 99,85
2	Al ₂ O ₃	< 0,05
3	Fe ₂ O ₃	< 0,01
4	CaO	< 0,05
5	MgO	< 0,01
6	TiO ₂	< 0,01



Hình 4. Sơ đồ tuyển làm sạch cát trắng

Bảng 10. Những thay đổi giá cả của silic tinh lọc chất lượng cao trên thị trường Đài Loan và Hàn Quốc (đơn vị: USD/tấn)

Loại cát sản phẩm	Năm 2005	Năm 2006	Năm 2007	Năm 2008	Năm 2009
Tạp chất $\leq 0,06\%$	737,6	688,7	1.210,5	1.100,6	1.031,5
Tạp chất từ 0,06 đến 0,1%	241,6	277,8	315,2	479,5	262,8
Tạp chất $\leq 0,1\%$	119,4	113,3	156,7	169,0	157,4
Cát nguyên khai	49,2	44,4	48,2	58,0	57,3

Nguồn: KIGAM

Bảng quy trình tuyển như đã trình bày ở trên, với nguyên liệu cát trắng tự nhiên được lấy từ Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế; sản phẩm cát sau tuyển có chất lượng khá cao, đáp ứng được hầu hết các yêu cầu của các ngành công nghiệp.

V. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu về đặc điểm địa chất, chất lượng và công nghệ tuyển cát thạch anh Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế cho phép rút ra một số kết luận sau:

Cát thạch anh ở Phong Điền phân bố chủ yếu trong các thành tạo trầm tích biển thuộc hệ tầng Phú Bài tuổi Holocen muộn. Tầng cát có quy mô khá lớn, phân bố tập trung với chiều dày thay đổi từ 1,2 đến 6,5 m thuộc loại rất ổn định. Cát có thành phần chủ yếu là thạch anh, màu trắng, trắng tinh khiết, hạt nhỏ đến vừa với độ chọn lọc và mài tròn tốt. Cát có chất lượng khá tốt. Sản phẩm cát sau tuyển rửa có chất lượng đáp ứng được yêu cầu sử dụng cho sản xuất thủy tinh, làm khuôn đúc thép hợp kim, làm nguyên liệu cho ngành gốm sứ, thủy tinh sợi,... với công nghệ tuyển rửa khá đơn giản, hệ số thu hồi cao, đạt 97,18%.

Việc áp dụng công nghệ tuyển cát trắng bằng các phương pháp vật lý sử dụng các tính chất từ và các tính chất khoáng vật của các tạp chất, hàm lượng và trọng lượng của các tạp chất sau khi nghiên cứu kết hợp với việc làm sạch silic bằng sóng siêu âm theo những kích thước hạt nhất định cho phép nâng cao chất lượng cát thạch anh, đáp ứng yêu cầu nguyên liệu của các ngành công nghiệp đòi hỏi chất lượng cao như: trong lĩnh vực IT, ET, chất bán dẫn, thủy tinh quang học, silic kim loại, silic đa tinh thể và pin năng lượng mặt trời. Giá trị cát thạch anh sau tuyển tăng lên từ 10 đến 15 lần hiện nay.

VĂN LIỆU

- 1. Bạc Đình Thiên, 2003.** Công nghệ thủy tinh xây dựng. *Nxb Xây dựng, Hà Nội.*
- 2. Công ty TNHH Khoáng sản Phú Thịnh.** Báo cáo nghiên cứu công nghệ tuyển cát trắng tại khu vực Đức Phú, xã Phong Hoà, huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Lưu trữ tại Công ty.*
- 3. Đinh Quảng Năng, 2003.** Vật liệu làm khuôn cát. *Nxb KHKT, Hà Nội.*
- 4.** <http://vi.wikipedia.org/wiki/silic>
- 5. Lưu trữ Địa chất, 2005-2011.** Các báo cáo thăm dò cát trắng khu vực huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*
- 6. Phạm Huy Thông (Chủ biên), 1997.** Địa chất và khoáng sản nhóm từ Huế tỷ lệ 1/50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

7. Tiêu chuẩn Việt Nam, 1983. TCXD 151:1986. Cát sử dụng trong công nghiệp thuỷ tinh.
Yêu cầu kỹ thuật. *Nxb Xây dựng, Hà Nội.*