



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN  
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



**2-0004057**

(51) **C01B 32/30; C01B 32/312**  
2020.01

(13) **Y**

---

(21) 2-2022-00059

(22) 28/01/2022

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/04/2022 409A

(71) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)  
334 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân, thành phố Hà Nội, Việt Nam

(72) Nguyễn Thị Hạnh (VN).

---

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT THAN HOẠT TÍNH TỪ Bùn thải đô thị

(21) 2-2022-00059

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất than hoạt tính có nguồn gốc từ bùn thải đô thị, trong đó quy trình bao gồm các bước: a) thu gom bùn thải đô thị từ trạm xử lý nước thải, phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng qua rây 0,3mm để thu được kích thước đồng nhất, tiếp đó sấy bùn thải ở 105°C trong vòng 24 giờ; b) trộn đều bùn thải với dung dịch  $\text{ZnCl}_2$  200g/l, trong đó tỷ lệ khối lượng dung dịch  $\text{ZnCl}_2$ /bùn thải là 1:1; c) khuấy hỗn hợp ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 6 giờ, sau đó để hỗn hợp này trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ phòng; d) làm bay hơi hỗn hợp đến khô ở nhiệt độ 110°C; e) tiến hành nhiệt phân yếm khí hỗn hợp ở nhiệt độ 600°C trong thời gian 60 phút với tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút; f) ngâm vật liệu cacbon hóa tạo ra với dung dịch HCl 0,5N trong thời gian 24 giờ; g) rửa mẫu vật liệu cacbon hóa nhiều lần bằng nước cất hai lần nóng và cuối cùng bằng nước cất hai lần lạnh đến khi độ pH của nước rửa đạt trung tính; h) tách lấy phần vật liệu rắn sau rửa và sấy khô ở nhiệt độ 110°C để thu được than hoạt tính thành phẩm.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ xanh, môi trường và vật liệu tiên tiến trong đó điều chế và hoạt hóa than từ phụ phẩm nông nghiệp thành sản phẩm hữu ích. Cụ thể là, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất than hoạt tính có nguồn gốc từ bùn thải nhà máy xử lý nước thải đô thị. Than hoạt tính này được tạo ra bằng cách hoạt hóa hóa học bùn thải đô thị bằng  $\text{ZnCl}_2$  ở điều kiện thích hợp và cacbon hóa sản phẩm thu được.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Than hoạt tính (AC) là một vật liệu giàu cacbon có cấu trúc xốp hoạt động như một chất hấp phụ mạnh vì diện tích bề mặt cao, phân bố kích thước lỗ cân xứng và các đặc tính biến đổi của hóa học bề mặt, hàm lượng tro thấp và độ bền cơ học tương đối cao. Cacbon hoạt tính được sử dụng trong nhiều ứng dụng như xử lý nước thải, loại bỏ khí độc hại, thu hồi dung môi, loại bỏ màu và làm vật liệu điện cực trong các thiết bị và quy trình điện hóa. Cacbon hoạt tính thường được sản xuất từ các nguyên liệu có nguồn gốc cacbon như than đá, hoặc các nguyên liệu thô có nguồn gốc từ hóa thạch có hàm lượng cacbon cao nhưng hàm lượng vô cơ thấp, những nguyên liệu này thường đắt tiền và không thể tái tạo nên hạn chế việc sử dụng rộng rãi. Nhiều nghiên cứu gần đây đã chứng minh rằng bùn thải đô thị có tiềm năng to lớn như là tiền chất để chế tạo chất hấp phụ cacbon, chẳng hạn như than sinh học, và đã được phát triển như một phương thức sử dụng bền vững. Việc sử dụng bùn thải đô thị làm tiền chất để sản xuất AC cũng được cho là cách tái tạo và tương đối ít tốn kém hơn, cuối cùng có thể sử dụng như một chất hấp phụ môi trường xanh. Do đó, việc chuyển đổi chất thải sinh học chi phí thấp này thành sản phẩm

giá trị như AC có thể giúp xử lý đa ô nhiễm môi trường như giảm lượng bùn thải gây ô nhiễm, vật liệu AC tạo thành góp phần xử lý ô nhiễm không khí, ô nhiễm nước và nhiều ứng dụng khác.

Hiện nay, việc thải bỏ bùn thải đô thị đã trở thành một vấn đề đáng quan tâm vì nó gây ra ô nhiễm thứ cấp và có khả năng làm suy giảm sức khỏe con người một cách nghiêm trọng. Mặc dù một số lượng bùn thải đô thị có thể tái chế trong nhà máy xử lý, nhưng việc quản lý phù hợp lượng lớn bùn thải đô thị vẫn còn rất hạn chế. Việc chôn lấp bùn thải đô thị là phương pháp phổ biến hiện nay. Ngoài ra, bón đất, ủ phân hiếu khí và phân hủy kỵ khí là một số phương án xử lý được sử dụng, tuy nhiên việc sử dụng bùn thải cho các mục đích này sẽ không thay đổi đáng kể trong tương lai do các hạn chế của luật pháp. Do đó, cần có các phương án bền vững về môi trường để xử lý bùn thải. Vì bùn thải là nguồn tài nguyên giàu cacbon, có thể tái tạo và có thể thu được với chi phí thấp, nên có thể sử dụng bùn làm tiền chất cacbon thay thế các nguồn nguyên liệu khác để sản xuất chất hấp phụ than hoạt tính.

Đối với sản xuất than hoạt tính, điều quan trọng là phải xem xét cả tiền chất (thành phần hóa học chất thải) và điều kiện chuẩn bị để xác định các đặc tính bề mặt (cấu trúc lỗ, phân bố kích thước lỗ, thể tích lỗ, diện tích bề mặt và các nhóm chức bề mặt), thành phần hóa học, chất lượng và khả năng kinh tế. Có một số phương pháp để sản xuất than hoạt tính từ chất thải hữu cơ nói chung, nhằm mục đích tạo ra các vật liệu xốp với tính chất hóa học bề mặt khác nhau. Các phương pháp này thường bao gồm hai bước chính; đầu tiên là quá trình cacbon hóa tiền chất (chất thải hữu cơ) trong môi trường trơ ở nhiệt độ vừa phải (600–800°C); thứ hai là kích hoạt các than thu được, có thể là vật lý hoặc hóa học. Kích hoạt vật lý bao gồm khí hóa một phần than ở nhiệt độ cao hơn (800–1000°C) bằng các khí oxy hóa như không khí, hơi nước, cacbon dioxit hoặc hỗn hợp của

chúng để tạo ra cacbon hoạt tính có độ xốp bên trong. Kích hoạt hóa học liên quan đến việc ngâm tẩm của tiền chất hoặc than cacbon hóa với các hợp chất hóa học (chất khử nước và chất oxy hóa) trước hoặc sau khi cacbon hóa, tương ứng; hoặc để khử nước tiền chất và thúc đẩy sự hình thành cấu trúc liên kết chéo hoặc để loại bỏ hắc ín bên trong lỗ mao quản. Kích hoạt hóa học có nhiều ưu điểm hơn so với kích hoạt vật lý như nhiệt độ hoạt hóa thấp, thời gian hoạt hóa ngắn hơn, năng suất cacbon cao hơn và sự kết hợp của các nhóm chức bề mặt; nó cũng tạo ra độ xốp và diện tích bề mặt lớn hơn trong than hoạt tính.

Ở Việt Nam hiện chưa có nghiên cứu nào tiến hành sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị. Trong khi một lượng rất lớn bùn thải đô thị phát sinh hàng ngày vẫn chưa được xử lý đúng cách gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường và sức khỏe con người. Vì vậy, việc nghiên cứu nhằm đưa ra quy trình sản xuất than hoạt tính phù hợp với thành phần tiền chất, bằng các biện pháp đơn giản, tiết kiệm chi phí từ bùn thải đô thị vừa giúp giảm thiểu lượng bùn thải vừa tạo ra sản phẩm than hoạt tính có giá trị.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Vì các lý do nêu trên, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất quy trình sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị. Cụ thể, quy trình theo giải pháp hữu ích gồm các bước:

- a) thu gom bùn thải đô thị từ trạm xử lý nước thải, phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng qua rây 0,3mm để thu được kích thước đồng nhất, tiếp đó sấy bùn thải ở 105°C trong vòng 24 giờ;
- b) trộn đều bùn thải với dung dịch  $\text{ZnCl}_2$  200g/l;

- c) khuấy hỗn hợp ở nhiệt độ  $80^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 6 giờ, sau đó để hỗn hợp này trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ phòng;
- d) làm bay hơi hỗn hợp đến khô ở nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C}$ ;
- e) tiến hành nhiệt phân yếm khí hỗn hợp ở nhiệt độ  $600^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 60 phút với tốc độ gia nhiệt là  $5^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ ;
- f) ngâm vật liệu cacbon hóa tạo ra với dung dịch  $\text{HCl}$  0,5N trong thời gian 24 giờ;
- g) rửa mẫu vật liệu cacbon hóa nhiều lần bằng nước cất hai lần nóng và cuối cùng bằng nước cất hai lần lạnh đến khi độ pH của nước rửa đạt trung tính;
- h) tách lấy phần vật liệu rắn sau rửa và sấy khô ở nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C}$  để thu được thành phẩm.

Theo một phương án, tỷ lệ khối lượng dung dịch  $\text{ZnCl}_2$ / bùn thải là 1:1.

#### **Mô tả vắn tắt hình vẽ**

Hình 1 thể hiện sơ đồ quy trình sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị.

Hình 2 là ảnh chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM) và phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) của than hoạt tính.

Hình 3 là phổ quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) của than hoạt tính.

Hình 4 là đường đẳng nhiệt hấp phụ - giải hấp phụ nitơ của vật liệu than hoạt tính.

#### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Theo giải pháp, than hoạt tính là sản phẩm của quá trình nhiệt phân bùn thải đô thị sau khi đã được kích hoạt bằng hóa chất. Tùy theo loại và tỷ lệ hóa chất sử dụng để kích hoạt hóa học mà than hoạt tính có thành phần và đặc tính khác nhau.

Giải pháp đề xuất quy trình sản xuất than hoạt tính, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) Thu gom bùn thải đô thị

Trong bước này, bùn thải đô thị được thu gom từ trạm xử lý nước thải Kim Liên, phơi khô tự nhiên rồi nghiền nhỏ và sàng qua rây 0,3mm nhằm mục đích thu được vật liệu thô có kích thước đồng nhất nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình kích hoạt hóa học và quá trình cacbon hóa.

b) Trộn đều bùn thải với dung dịch  $\text{ZnCl}_2$  200g/l, trong đó tỷ lệ khối lượng dung dịch  $\text{ZnCl}_2$ /bùn thải là 1:1.

c) Khuấy hỗn hợp ở  $80^\circ\text{C}$  trong 6 giờ, sau đó để hỗn hợp này trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng.

d) Làm bay hơi hỗn hợp đến khô ở nhiệt độ  $110^\circ\text{C}$ .

Các bước b)-d) được tiến hành nhằm mục đích kích hoạt hóa học bùn thải đô thị.

e) Tiến hành nhiệt phân yếm khí hỗn hợp ở  $600^\circ\text{C}$  và 60 phút với tốc độ gia nhiệt là  $5^\circ\text{C}/\text{phút}$ .

f) Ngâm vật liệu cacbon hóa được tạo ra được với dung dịch  $\text{HCl}$  0,5N trong 24 giờ.

g) Rửa mẫu vật liệu cacbon hóa nhiều lần bằng nước cất hai lần nóng và cuối cùng bằng nước cất hai lần lạnh đến khi độ pH của nước rửa đạt trung tính.

h) Tách lấy phần vật liệu rắn sau rửa và sấy khô ở nhiệt độ  $110^\circ\text{C}$  để thu được than hoạt tính thành phẩm.

Các bước e)-h) được tiến hành nhằm mục đích cacbon hóa bùn thải sau kích hoạt hóa học bằng cách nhiệt phân yếm khí.

Quy trình theo giải pháp hữu ích có khả năng sản xuất than hoạt tính có năng suất 330kg than hoạt tính/tấn bùn thải đô thị khô, thành phần chính của than hoạt tính được xác định bao gồm nguyên tố C và O với thành phần tương ứng là 64,77% và 30,35%, diện tích bề mặt riêng của than hoạt tính theo phương trình Langmuir đạt 1754,07m<sup>2</sup>/g. Kết quả đánh giá khả năng hấp phụ kháng sinh tetracycline trong môi trường nước chỉ ra dung lượng hấp phụ kháng sinh tetracycline cực đại của than hoạt tính đạt 254,6 mg/g ở pH 7, thời gian đạt cân bằng hấp phụ là 2 giờ.

### Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1. Quy trình sản xuất 100g than hoạt tính từ bùn thải đô thị

Bùn thải đô thị được thu gom từ trạm xử lý nước thải Kim Liên, phơi khô tự nhiên rồi nghiền nhỏ và sàng qua rây để thu được nguyên liệu thô có kích thước đồng nhất cỡ 0,3mm. Bùn thải sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong thời gian 24 giờ nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất than hoạt tính.

Sau khi thu được bùn thải có kích thước 0,3mm, 300g bùn thải đô thị được trộn đều với 300g dung dịch ZnCl<sub>2</sub> 200g/l. Hỗn hợp được khuấy trộn ở 80°C trong 6 giờ, sau đó để hỗn hợp này trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng. Làm bay hơi mẫu đến khô ở 110°C.

Sau khi hỗn hợp mẫu khô, hỗn hợp được đưa vào lò nung yếm khí tiến hành quá trình cacbon hóa. Khí N<sub>2</sub> được sử dụng để loại bỏ hết O<sub>2</sub> trong lò nung. Sau khi đã thổi khí N<sub>2</sub> trong vòng 30 phút, hỗn hợp được từ từ gia nhiệt với tốc độ 5°C/phút cho đến nhiệt độ 600°C và được giữ ở nhiệt độ này trong vòng 60 phút để chuyển hoàn toàn hỗn hợp thành than. Sau khi phản ứng kết thúc, làm nguội đến nhiệt độ phòng trong thời gian 6 giờ. Tiếp đó vật liệu cacbon hóa được tạo ra được ngâm với dung dịch HCl 0,5N trong 24 giờ. Rửa mẫu vật liệu cacbon hóa nhiều lần bằng nước

cát nóng và cuối cùng bằng nước cất lạnh đến khi độ pH của nước rửa đạt trung tính. Tách lấy phần vật liệu rắn sau rửa mang sấy khô ở 110°C. Sản phẩm than hoạt tính sau khi rửa thu được 100,3g dạng bột màu đen. Mẫu than hoạt tính này được bảo quản trong bình hút ẩm.

Ảnh SEM của vật liệu than hoạt tính trên Hình 2a cho thấy các hạt có nhiều lỗ xốp với kích thước lỗ vào khoảng 5nm. cấu trúc xốp được hình thành do hầu hết các chất hữu cơ đã bay hơi, để lại bề mặt của than hoạt tính với nhiều lỗ rỗng. Biểu đồ EDX của mẫu than hoạt tính (Hình 2b) cho thấy vật liệu chứa 2 nguyên tố chính là C và O với 95,12% về khối lượng cùng với các nguyên tố khác như Mg, Al, Si, P, K, S, Zn, Fe chiếm 4,88% về khối lượng. Các nguyên tố này là các nguyên tố thành phần trong mẫu bùn thải đô thị ban đầu.

Phổ hồng ngoại FTIR của mẫu than hoạt tính được chỉ ra trên hình 3 cho thấy sự xuất hiện các vạch phổ liên kết tương ứng với dao động liên kết của nhóm -OH kéo dài của nước, C=O ( $1619\text{cm}^{-1}$ ), nhóm các dao động kéo căng C-O-C và C-C hoặc dao động uốn C-OH ( $1082\text{cm}^{-1}$ ), dao động xung quanh  $1431\text{ cm}^{-1}$  được cho là do dao động vòng thơm đối với các mẫu than hoạt tính và pic  $462\text{cm}^{-1}$  là đặc trưng liên kết của kim loại.

Theo phương pháp BET, diện tích bề mặt riêng của vật liệu than hoạt tính từ bùn thải đô thị là  $534,06\text{m}^2/\text{g}$ , trong khi theo phương trình Langmuir là  $1754,07\text{m}^2/\text{g}$ . Diện tích bề mặt riêng của vật liệu lớn giúp vật liệu có khả năng lưu giữ các chất ô nhiễm rất tốt.

Mẫu than hoạt tính được nghiên cứu để đánh giá khả năng hấp phụ kháng sinh tetracycline trong môi trường nước. Kết quả cho thấy dung lượng hấp phụ kháng sinh tetracycline cực đại của than hoạt tính đạt  $254,6\text{ mg/g}$  ở pH 7, thời gian đạt cân bằng hấp phụ là 2 giờ. Kết quả này cho thấy tiềm năng ứng dụng của than hoạt tính từ bùn thải đô thị trong xử lý ô nhiễm nước nói riêng và ô nhiễm môi trường nói chung.

**Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích**

Quy trình sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị theo giải pháp hữu ích có khả năng xử lý được lượng lớn bùn thải từ các nhà máy xử lý nước thải đô thị tại Việt Nam giúp giải quyết được vấn đề ô nhiễm và tạo ra sản phẩm có ích. Bên cạnh đó, sản phẩm than hoạt tính thu được có hàm lượng cacbon cao đồng thời có diện tích bề mặt riêng lớn. Ngoài ra, việc sử dụng nhiệt phân chậm trong môi trường yếm khí kết hợp với hoạt hóa hóa học tiên chất, quy trình theo giải pháp hữu ích có khả năng rút ngắn thời gian nhiệt phân và tăng hiệu quả cũng như tăng diện tích bề mặt riêng của than hoạt tính.

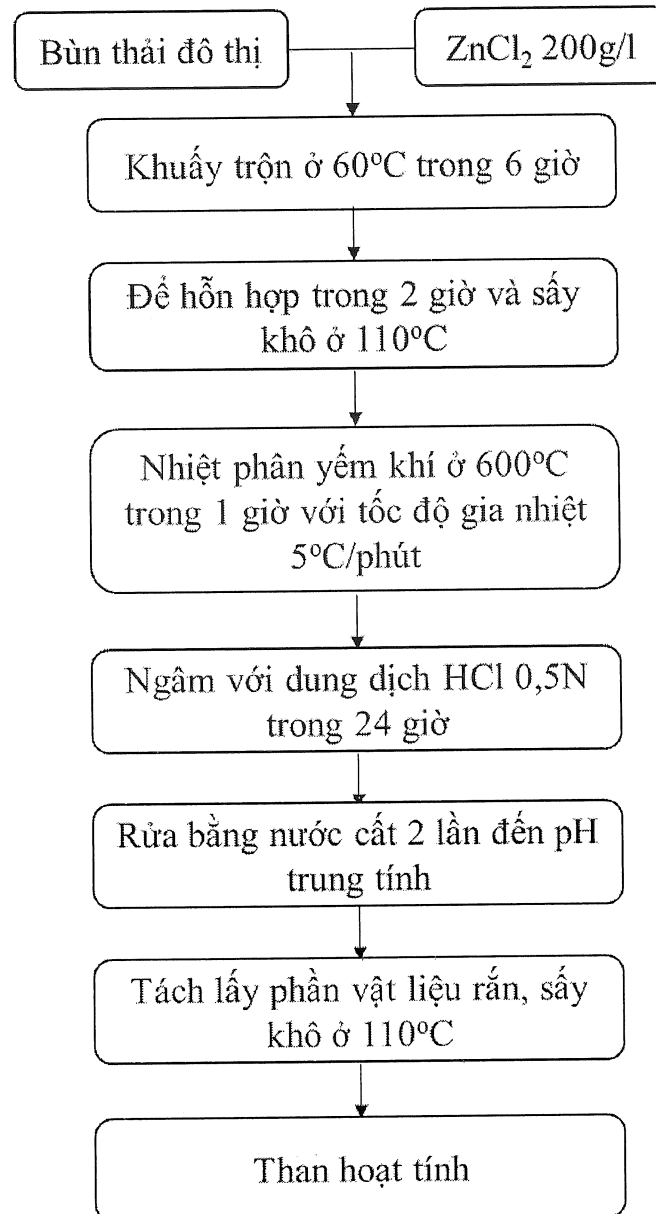
Quy trình sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị theo giải pháp hữu ích đơn giản, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường và sản phẩm than hoạt tính tạo thành được ứng dụng để xử lý ô nhiễm không khí, đất, nước nhằm tạo môi trường xử lý xanh sạch.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

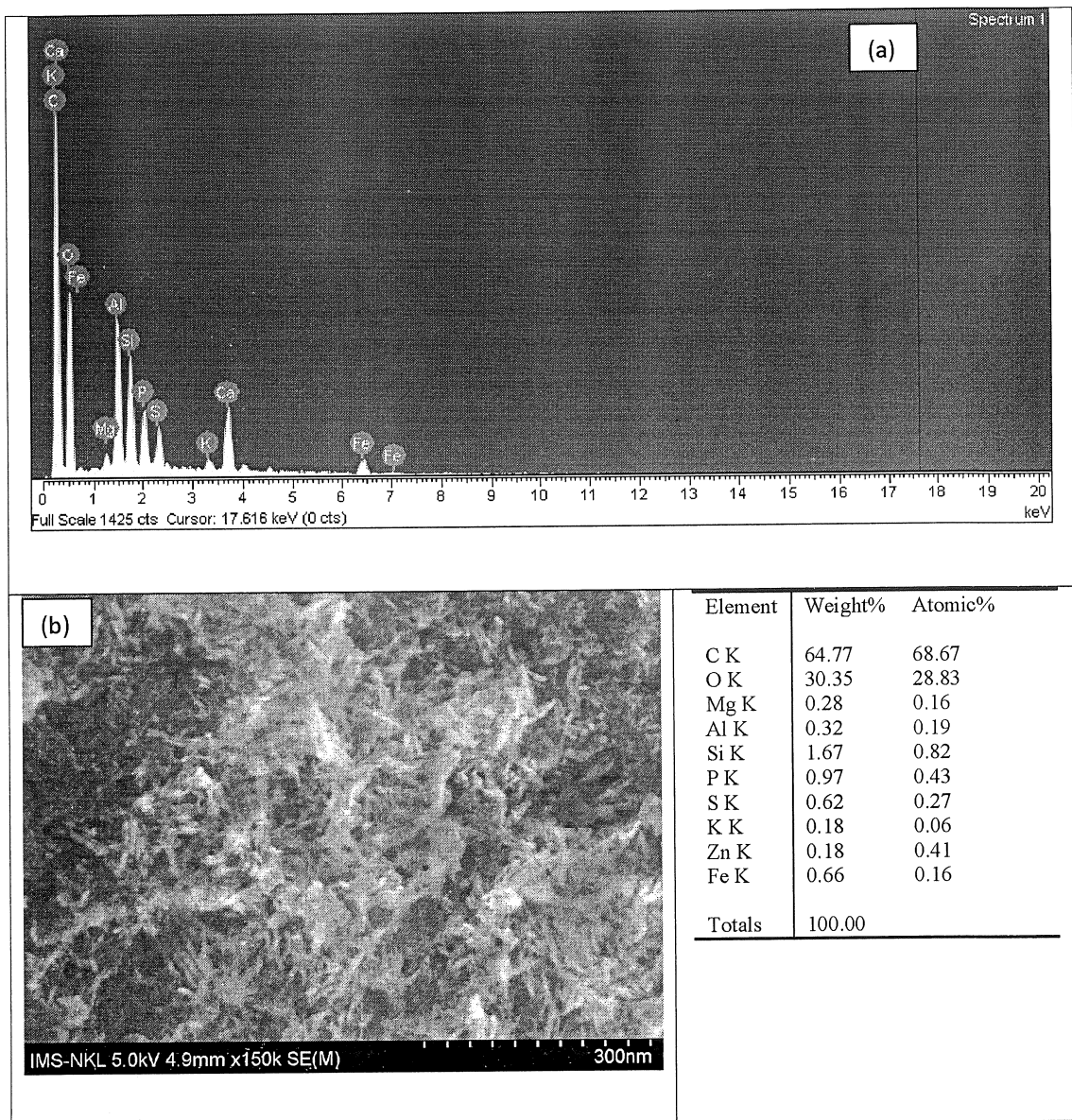
1. Quy trình sản xuất than hoạt tính từ bùn thải đô thị, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- a) thu gom bùn thải đô thị từ trạm xử lý nước thải, phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng qua rây 0,3mm để thu được kích thước đồng nhất, tiếp đó sấy bùn thải ở 105°C trong vòng 24 giờ;
- b) trộn đều bùn thải với dung dịch  $\text{ZnCl}_2$  200g/l, trong đó tỷ lệ khối lượng dung dịch  $\text{ZnCl}_2$ / bùn thải là 1:1;
- c) khuấy hỗn hợp ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 6 giờ, sau đó để hỗn hợp này trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ phòng;
- d) làm bay hơi hỗn hợp đến khô ở nhiệt độ 110°C;
- e) tiến hành nhiệt phân yếm khí hỗn hợp ở nhiệt độ 600°C trong thời gian 60 phút với tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút;
- f) ngâm vật liệu cacbon hóa tạo ra với dung dịch HCl 0,5N trong thời gian 24 giờ;
- g) rửa mẫu vật liệu cacbon hóa nhiều lần bằng nước cất hai lần nóng và cuối cùng bằng nước cất hai lần lạnh đến khi độ pH của nước rửa đạt trung tính;
- h) tách lấy phần vật liệu rắn sau rửa và sấy khô ở nhiệt độ 110°C để thu được than hoạt tính thành phẩm có thành phần chính được xác định bao gồm nguyên tố C và O với thành phần tương ứng là 64,77% và 30,35%, diện tích bề mặt riêng của than hoạt tính theo phương trình Langmuir đạt 1754,07m<sup>2</sup>/g.

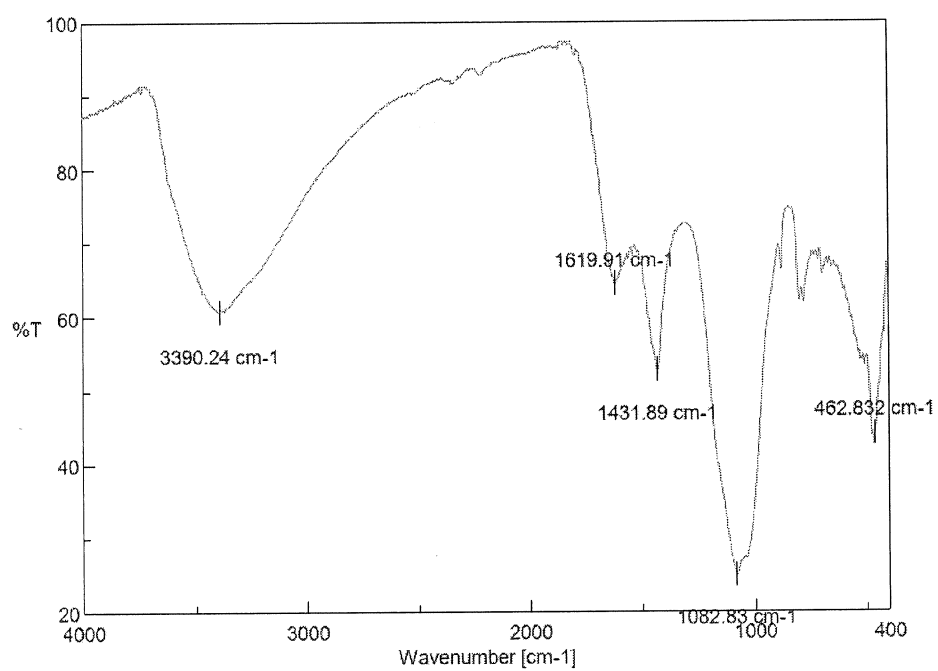
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4

