



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0037597

(51)<sup>7</sup> C08J 9/28; C08J 11/00; B29B 15/00;  
B29C 53/00

(13) B

(21) 1-2020-00143

(22) 08/01/2020

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/03/2020 384ASC

(73) Công ty TNHH CAPIWORLD (VN)

57/29 Phạm Thái Bường, KP Nam Thiên 1, phường Tân Phong, Quận 7, thành phố  
Hồ Chí Minh, Việt Nam

(72) Nguyễn Võ Tuấn Huy (VN).

(54) QUY TRÌNH CHẾ TẠO VẬT LIỆU AEROGEL TỪ SỢI NHỰA PHẾ THẢI

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ nguyên liệu phế thải dạng sợi bằng kỹ thuật vải không dệt sử dụng máy xăm kim. Vật liệu aerogel được chế tạo theo sáng chế có khả năng ứng dụng trên nhiều lĩnh vực khác nhau như xây dựng, xử lý chất thải, vận tải, hàng không, cách nhiệt trong các hệ thống làm lạnh, chăm sóc sức khỏe, thời trang cách nhiệt, vật dụng tiêu dùng và lĩnh vực khác.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế thuộc lĩnh vực công nghệ hóa học vật liệu, cụ thể là sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Aerogel là vật liệu rắn nhẹ nhất thế giới với độ rỗng lên đến 99%. Do độ dẫn nhiệt kém ( $0,018 - 0,075 \text{ W/mK}$ ), aerogel được ứng dụng làm chất cách nhiệt trong các công trình xây dựng. Trong ngành môi trường, nhờ khả năng hấp thụ, dự trữ và tái sử dụng dầu nổi bật, aerogel được dùng làm chất thấm hút, có tiềm năng xử lý hiện tượng tràn dầu trên biển. Ngoài ra, aerogel còn là một chất xúc tác hiệu quả giúp giảm lượng khí thải độc hại từ ô tô và các nhà máy công nghiệp. Aerogel có thể được tổng hợp từ nhiều nguồn nguyên liệu khác nhau như silic dioxit, resorcinol-formandehit, oxit kim loại, v.v. Tuy nhiên, aerogel được tổng hợp từ nguồn nhựa phế thải hiện đang được các nhà khoa học và chính phủ các nước quan tâm. Là loại một trong những polyme được sử dụng nhiều nhất hiện nay, những tiện ích mà nhựa mang lại bao gồm trọng lượng nhẹ, trong suốt, dễ vận chuyển, chống vỡ, khả năng chống ẩm và kháng hóa chất cao đối với vật liệu hữu cơ và nước. Tuy nhiên, với tình hình sử dụng vật liệu nhựa quá mức, Việt Nam là 1 trong 5 quốc gia hàng đầu phải chịu trách nhiệm cho khoảng 13 triệu tấn nhựa được thải ra đại dương mỗi năm và tình trạng lạm dụng đồ nhựa dùng một lần vẫn gia tăng mọi nơi.

Hầu như tất cả các chất thải nhựa đều gây hại nếu thải ra môi trường, gây ô nhiễm đất, nước, không khí và có thể mất tới hàng trăm năm để phân hủy. Khoảng 6.300 triệu tấn chất thải nhựa được tạo ra vào năm 2015 nhưng đáng báo động, chỉ 9% được tái chế và phần lớn tỷ lệ còn lại (79%) được chôn lấp hoặc đổ xuống sông hay các đại dương. Tại thành phố Hồ Chí Minh, khoảng 250.000 tấn chất thải nhựa được tạo ra mỗi năm, trong đó 48.000 tấn (19,2%) được chôn lấp,

2.000 tấn được tái chế và 200.000 tấn còn lại được thải trực tiếp ra môi trường. Rác thải nhựa ở đại dương được xem là nguyên nhân lớn nhất gây ra tỷ lệ tử vong đáng kể cho sinh vật biển, động vật có vú và chim vì bị siết cổ, nghẹt thở, chết đói và suy nhược do nuốt phải nhựa. Đã có nhiều chiến dịch được thực hiện để cắt giảm và tái chế rác thải nhựa, tuy nhiên, những chiến dịch này chưa mang lại hiệu quả cao. Một ứng dụng mới mang lại giá trị cao từ rác thải nhựa là sử dụng làm nguyên liệu thô để sản xuất vật liệu siêu nhẹ - aerogel.

Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây xây dựng quy trình tổng hợp aerogel từ sợi nhựa còn nhiều hạn chế: không thể sản xuất ở số lượng lớn, khó kiểm soát về độ dày, độ bền cơ học không cao, không tối ưu hình thái bề mặt vật liệu.

Với cách tiếp cận giải quyết những hạn chế còn tồn đọng trong phương pháp và đơn giản hóa quy trình sản xuất, sáng chế này đưa cách tiếp cận đơn giản, có thể mở rộng và áp dụng vào thực tế để chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải. Thêm vào đó, với mục đích thân thiện với môi trường, phương pháp sản xuất được đề xuất theo hướng hóa học xanh, tức là không sử dụng dung môi, hoá chất độc hại và không phát thải hoá chất ra môi trường trong quá trình sản xuất và vật liệu sau khi sử dụng có thể tái chế để tiếp tục sử dụng, không thải ra môi trường.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình chế tạo vật liệu aerogel sử dụng nguồn rác thải nhựa.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa bao gồm các bước:

- trộn sợi nhựa phế thải, mà không cần xử lý trước bằng phương pháp hóa học hoặc vật lý, với chất kết dính bằng máy trộn trong vài phút và chuyển đến máy chứa;

- tiếp tục trộn hỗn hợp trong máy chứa đồng thời kiểm soát mật độ, trọng lượng của các sợi liên tục theo tỷ lệ mong muốn nhằm đảm bảo về độ đồng đều của sản phẩm;

- xé bung các sợi nhựa trong máy xé sợi và thổi đến máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút.

- dàn đều các sợi thành lớp sơ bộ ở máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút;

- định hình các lớp sợi thành từng lớp riêng biệt bằng máy chải lớp giao nhau với tốc độ đầu vào và đầu ra đến 40 m/phút.

- thu các lớp sợi xốp có mật độ trọng lượng nằm trong khoảng từ 80 đến 500 g/m<sup>2</sup>;

- xử lý lớp sợi xốp thu được ở bước trên để thu được vật liệu aerogel.

Theo một phương án, bước xử lý sợi xốp để thu được vật liệu aerogel bao gồm các bước:

- kết dính lớp sợi xốp lại với nhau bằng kỹ thuật xăm kim với tần suất xăm kim 450-550 lần/phút và mật độ của kim trong bảng kim 4000-7000 kim/m;

- xử lý bằng chất liên kết kết hợp chất chống thấm nước và chịu nhiệt bề mặt của các lớp xốp bằng cách phun hoá chất được nén dưới dạng khí ở suất cao để tạo ra các hạt sương siêu mịn có kích thước đến 5 micron trên bề mặt để thu được vật liệu gel;

- tùy ý, làm mịn bề mặt của vật liệu thu được ở bước trên bằng cách làm nóng đến 200°C bằng máy cán mặt với tốc độ lên tới 8 – 10 m/phút.

Theo một phương án được ưu tiên, trong bước xử lý chống thấm nước và chịu nhiệt bề mặt của các lớp xốp, áp suất làm việc của khí nằm trong khoảng từ 3 đến 5 kg/cm<sup>2</sup> và áp suất dung môi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Theo một phương án khác, quy trình chế tạo vật liệu aerogel theo khía cạnh này còn bao gồm bước cắt tự động chiều dài vật liệu bằng máy cắt và cuộn.

Theo một phương án khác, quy trình chế tạo vật liệu aerogel theo khía cạnh này còn bao gồm bước thu hồi vật liệu còn sót lại bằng máy thu hồi để tận dụng toàn bộ nguyên liệu trong quá trình sản xuất.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế cũng đề cập đến các vật liệu aerogel thu được từ các quy trình theo sáng chế này.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là sơ đồ quy trình tổng hợp vật liệu aerogel từ sợi nhựa với bước liên kết sợi xốp bằng máy xăm kim.

Hình 2 là ảnh chụp thể hiện các hình thái của aerogel với mật độ khác nhau (EA1, EA2, EA5).

Hình 3 là biểu đồ cột thể hiện độ dẫn nhiệt của các loại aerogel khác nhau.

Hình 4 thể hiện kết quả phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) và phân tích nhiệt vi sai (DTA) của mẫu aerogel từ nhựa EA5.

Hình 5 (a) và (b) lần lượt là đồ thị thể hiện độ bền nén và độ bền kéo của aerogel.

Hình 6 (a) và (b) lần lượt là đồ thị thể hiện hiệu suất cách âm của aerogel so với Basmel thương mại và các vật liệu aerogel với độ dày khác nhau.

Hình 7 là biểu đồ cột thể hiện sự hấp thụ dầu của aerogel với mật độ khác nhau.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết liên quan đến khía cạnh và phương án được ưu tiên. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các cải biến và thay đổi tương tự sẽ không nằm ngoài phạm vi của sáng chế này.

Theo một khía cạnh của sáng chế liên quan đến quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải. Các phương án được ưu tiên của sáng chế được thể hiện trên Hình 1.

Sợi nhựa phế thải được sử dụng mà không cần xử lý trước bằng phương pháp hóa học hoặc vật lý nào.

Đầu tiên, hỗn hợp các loại sợi khác nhau và chất kết dính được trộn đều bằng máy trộn trong vài phút và chuyển đến máy chứa.

Máy chứa sẽ tiếp tục quá trình trộn đồng thời kiểm soát mật độ, trọng lượng của các sợi liên tục theo tỷ lệ mong muốn nhằm đảm bảo về độ đồng nhất của sản phẩm.

Tiếp theo, máy xé sợi sẽ xé nhỏ các sợi và thổi đến máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút.

Các sợi được dàn đều thành lớp sơ bộ ở máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút và các lớp này được định hình thành từng lớp riêng biệt thông qua máy chải lớp với tốc độ đầu vào và đầu ra đến 40 m/phút.

Các lớp xếp thu được có trọng lượng khác nhau 80-500 g/m<sup>2</sup>, sau đó, theo một phương án, được chuyển đến máy xếp lớp và kết dính lại với nhau bằng kỹ thuật xăm kim với tần suất xăm kim 450-550 lần/phút và mật độ của kim trong bảng kim 4000-7000 kim/m.

Bề mặt của các lớp xếp được xử lý bằng cách phun các chất liên kết; chất chống thấm và/hoặc chất chống cháy và chịu nhiệt được nén dưới dạng khí ở áp suất cao để tạo ra các hạt sương siêu mịn có kích thước đến 5 micron trên bề mặt.

Chất liên kết được ưu tiên là rượu polyvinyllic và glutaraldehyt.

Chất chống thấm nước được ưu tiên là metyltrimetoxysilan và chịu nhiệt bề mặt được ưu tiên là gốm silic dioxit.

Theo một phương án được ưu tiên, áp suất làm việc của không khí là 3 – 5 kg/cm<sup>2</sup> và áp suất dung môi 0,5-1 kg/cm<sup>2</sup>.

Bề mặt của vật liệu aerogel có thể được làm mịn bằng cách làm nóng có gia nhiệt đến 200°C bằng máy cán mặt với tốc độ lên tới 8 – 10 m/phút.

Theo một phương án, quy trình chế tạo vật liệu aerogel theo khía cạnh này còn bao gồm bước cắt tự động chiều dài vật liệu bằng máy cắt và cuộn.

Theo một phương án, quy trình chế tạo vật liệu aerogel theo khía cạnh này còn bao gồm bước thu hồi vật liệu còn sót lại bằng máy thu hồi để tận dụng toàn bộ nguyên liệu trong quá trình sản xuất.

Quy trình chế tạo vật liệu aerogel như được mô tả theo các phương án này có thể được gọi là quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải bằng phương pháp xam kim.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế cũng đề cập đến các vật liệu aerogel thu được từ các quy trình theo sáng chế đã được mô tả.

Vật liệu aerogel được chế tạo theo sáng chế có khả năng ứng dụng trên nhiều lĩnh vực khác nhau như xây dựng, xử lý chất thải, vận tải, hàng không, cách nhiệt trong các hệ thống làm lạnh, chăm sóc sức khỏe, thời trang cách nhiệt, vật dụng tiêu dùng và lĩnh vực khác.

Các vật liệu aerogel được chế tạo theo sáng chế có thể linh hoạt với các phương pháp xử lý bề mặt khác nhau để phát triển các vật liệu aerogel cho những ứng dụng khác nhau.

Khi được kết hợp với các nhóm metyl, các vật liệu aerogel có thể hấp thụ rất nhanh một lượng lớn dầu, hiệu quả gấp nhiều lần so với các chất hấp thụ thương mại hiện có và rất phù hợp để làm sạch dầu tràn.

Vật liệu aerogel chế tạo được theo quy trình của sáng chế này có thể dùng để sản xuất áo khoác cứu hỏa mà có thể chịu được nhiệt độ lên tới 420°C trong khi trọng lượng của áo sẽ được giảm tới 90%. Sự mềm mại, nhẹ và linh hoạt của áo cứu hỏa được sản xuất bằng vật liệu aerogel theo sáng chế sẽ giúp người lính cứu hỏa di chuyển dễ dàng hơn.

Khi được phủ một nhóm amin, vật liệu aerogel có thể nhanh chóng hấp thụ cacbon dioxit từ môi trường. Khả năng hấp thụ của vật liệu này tương đương với các vật liệu được sử dụng trong mặt nạ khí. Vì vậy, mặt nạ được lót bằng vật liệu aerogel có phủ amin có thể mang lại lợi ích cho những nơi bị ô nhiễm không khí và khí thải cacbon.

## Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1. Chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải

Chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải bằng phương pháp xăm kim

Các bước tiến hành như được thể hiện trên Hình 1.

Sợi nhựa phế thải được sử dụng mà không cần xử lý trước bằng phương pháp hóa học hoặc vật lý nào.

Máy xé sợi sẽ xé nhỏ các sợi nhựa và thổi đến máy cấp rung với công suất 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút.

Các sợi được dàn đều thành lớp sơ bộ ở máy cấp rung với công suất tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40m/phút và các lớp này được định hình thành từng lớp riêng biệt thông qua máy chải lớp với tốc độ đầu vào và đầu ra là 40m/phút.

Lớp xếp thu được có trọng lượng khác nhau nằm trong khoảng từ 80 đến 500 g/m<sup>2</sup>, sau đó, chuyển đến máy xếp lớp và kết dính lại với nhau bằng kỹ thuật xăm kim với tần suất xăm kim 500 lần/phút và mật độ của kim trong bảng kim 6000 kim/m.

Bề mặt của các lớp xếp được xử lý bằng cách phun các chất liên kết, chất chống thấm và/hoặc chất chống cháy và chịu nhiệt được nén dưới dạng khí ở áp suất cao để tạo ra các hạt sương siêu mịn có kích thước 4 micron trên bề mặt. Chất chống thấm nước được ưu tiên là metyltrimetoxysilan và chịu nhiệt bề mặt được ưu tiên là gốm silic dioxit.

Áp suất làm việc của không khí là 5 kg/cm<sup>2</sup> và áp suất dung môi là 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Bề mặt của vật liệu aerogel được làm mịn bằng cách làm nóng có gia nhiệt đến 200°C bằng máy cán mặt với tốc độ lên tới 8 – 10 m/phút.

Hình thái của các mẫu aerogel chế tạo được theo phương án này được thể hiện trong Hình 2. Có thể thấy rằng cấu trúc của các mẫu aerogel EA1, EA2 và EA5 dày đặc hơn khi mật độ tăng từ 0,027 lên 0,050 g/cm<sup>3</sup>. Đường kính sợi nằm

trong khoảng 25-40  $\mu\text{m}$ . Kích thước lỗ xốp của mẫu aerogel được đo ở cả kích thước macro và nano, diện tích bề mặt xấp xỉ 4,3  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Tính chất vật lý của aerogel được mô tả trong Bảng 1. Từ mẫu EA1 đến EA5, mật độ của aerogel tăng từ 0,027 đến 0,050  $\text{g}/\text{cm}^3$ , độ xốp giảm từ 98 đến 95%.

Bảng 1. Thông số vật lý của vật liệu

| Tên mẫu | Độ dày, (mm)  | Khối lượng riêng, ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | Độ rỗng, $\Phi$ (%) | Độ dẫn nhiệt, K ( $\text{mW}/\text{mK}$ ) | Mô-đun Young, E (kPa) |
|---------|---------------|----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| EA1     | $5,5 \pm 0,3$ | $0,027 \pm 0,003$                            | $98 \pm 2$          | $34,5 \pm 0,5$                            | $0,23 \pm 0,05$       |
| EA2     | $6,5 \pm 0,3$ | $0,033 \pm 0,004$                            | $97 \pm 2$          | $35,0 \pm 0,5$                            | $0,54 \pm 0,05$       |
| EA3     | $2,0 \pm 0,1$ | $0,041 \pm 0,004$                            | $96 \pm 2$          | $36,5 \pm 0,5$                            | -                     |
| EA4     | $2,0 \pm 0,1$ | $0,046 \pm 0,003$                            | $96 \pm 2$          | $35,5 \pm 0,5$                            | -                     |
| EA5     | $7,5 \pm 0,4$ | $0,050 \pm 0,004$                            | $95 \pm 2$          | $34,5 \pm 0,5$                            | $1,04 \pm 0,05$       |

Ví dụ 2. Thử nghiệm các tính chất của vật liệu aerogel theo sáng chế

#### Độ dẫn nhiệt

Độ dẫn nhiệt của aerogel nằm trong khoảng 34,5-36,5  $\text{mW}/\text{mK}$ , như được thể hiện ở Hình 3 và Bảng 1. Với mật độ tăng từ 0,027 đến 0,041  $\text{g}/\text{cm}^3$ , độ dẫn nhiệt tăng từ 34,5 đến 36,5  $\text{mW}/\text{mK}$ . Sau đó, độ dẫn nhiệt giảm khi mật độ tăng liên tục. Độ dẫn nhiệt của các aerogel này có khả năng cạnh tranh với các vật liệu cách nhiệt thương mại khác.

#### Độ ổn định nhiệt

Kết quả phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) và phân tích nhiệt vi sai (DTA) của mẫu aerogel EA5 như được thể hiện Hình 4. Trong giai đoạn đầu, việc giảm trọng lượng ban đầu không đáng kể trước 350°C. Trong giai đoạn thứ hai, mất trọng lượng nhanh chóng xảy ra trên 400°C. Các mẫu aerogel có thể chịu được ở nhiệt độ tối đa 550°C. Độ ổn định nhiệt cao của aerogel là khoảng 420°C.

### Độ bền nén và độ bền kéo

Tính chất cơ học của aerogel được tiến hành thông qua thử nghiệm độ bền kéo và độ bền kéo. Hình 5 (a) và (b) cho thấy rằng mô-đun Young nén của aerogel tăng khi tăng mật độ. Các aerogel rất linh hoạt và bền với giá trị mô-đun Young nén thấp (0,23-1,04 kPa). Độ bền kéo của aerogel nằm trong khoảng 150-440 kPa.

### Độ hấp thụ âm thanh

Như được thể hiện trên Hình 6 (a) và (b), có thể thấy rằng sự gia tăng mật độ dẫn đến hiệu suất hấp thụ âm thanh tốt hơn. Với độ dày khoảng 20 mm, mẫu S5 có hiệu suất hấp thụ âm thanh tốt hơn so với vật liệu cách Basmel thương mại. Khi độ dày của aerogel tăng, hiệu suất hấp thụ âm thanh được cải thiện.

### Độ hấp phụ dung môi

Sự hấp phụ dầu và nước được tiến hành thử nghiệm và kết quả được thể hiện trong Bảng 2 và Hình 7. Với sự gia tăng mật độ, sự hấp phụ dung môi giảm. Khả năng hấp phụ dầu và nước của aerogel lần lượt nằm trong khoảng từ 19 đến 30 g/g và nằm trong khoảng từ 19 đến 28 g/g.

Bảng 2. Khả năng hấp phụ của aerogel.

| Mẫu | Khối lượng riêng,<br>$\rho_a(\text{g/cm}^3)$ | Khả năng hấp phụ dầu<br>(g/g) | Khả năng hấp phụ nước,<br>(g/g) |
|-----|----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| EA1 | $0,027 \pm 0,003$                            | $30,3 \pm 1,5$                | $28,3 \pm 1,3$                  |
| EA2 | $0,033 \pm 0,004$                            | $25,4 \pm 1,6$                | $25,4 \pm 1,5$                  |
| EA3 | $0,041 \pm 0,004$                            | $19,4 \pm 1,0$                | -                               |
| EA4 | $0,046 \pm 0,003$                            | $18,9 \pm 1,1$                | -                               |
| EA5 | $0,050 \pm 0,004$                            | $20,0 \pm 1,4$                | $19,5 \pm 1,1$                  |

### Kết quả tổng thể

Các đặc điểm hình thái và đặc tính kỹ thuật của vật liệu aerogel cho thấy sản phẩm có cấu trúc mạng xốp cao 95-98%, mật độ cực thấp 0,027-0,050 g/cm<sup>3</sup>, tính kỵ nước với khả năng hấp phụ dầu 18,9-30,3 g/g và độ đàn hồi cao với mô-đun Young có độ nén thấp 0,23 – 1,04 kPa. Độ bền kéo của aerogel nằm trong khoảng 150–440 kPa. Aerogel từ sợi nhựa phế thải thể hiện khả năng cách nhiệt vượt trội với độ dẫn nhiệt thấp 35,0–35,5 mW/m.K. Các kết quả hấp thụ âm thanh cũng được tìm thấy vượt trội hơn so với chất hấp thụ bọt âm thương mại trên một dải tần số.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Với việc áp dụng quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải theo sáng chế có thể đạt được nhiều lợi ích như:

Tận dụng nguồn nguyên liệu phế thải, tạo ra sản phẩm có giá trị cao, giúp giảm thiểu tác hại đến môi trường của rác thải nhựa cũng như các nguồn phế phẩm, phụ phẩm khác.

Vật liệu aerogel được tổng hợp bằng công nghệ sản xuất xanh giúp tiết kiệm năng lượng, tài nguyên, giảm phát thải CO<sub>2</sub>, thân thiện với môi trường và an toàn cho người sử dụng.

Việc sử dụng nguồn nguyên liệu phế thải, kết hợp với công nghệ xanh trong sản xuất giúp tối ưu hoá quy trình, giảm chi phí sản xuất nhưng vẫn giữ được các đặc tính của sản phẩm.

Sản phẩm có trọng lượng siêu nhẹ, trên 95% thể tích là không khí, độ dày tối thiểu đến 3 mm, có thể tái chế và tái sử dụng nhiều lần. Có độ bền cơ học cao và khả năng đàn hồi tốt, không bị nứt, vỡ hoặc biến dạng dưới tác động cơ học hay điều kiện nhiệt độ khắc nghiệt, có khả năng chịu nhiệt và kháng cháy cao cùng độ dẫn nhiệt cực thấp, góp phần làm tăng tính hiệu quả kinh tế, tính thẩm mỹ và sự an toàn cho các công trình.

### **Yêu cầu bảo hộ**

1. Quy trình chế tạo vật liệu aerogel từ sợi nhựa phế thải bao gồm các bước:

- trộn sợi nhựa phế thải, mà không cần xử lý trước bằng phương pháp hóa học hoặc vật lý nào, và chất kết dính bằng máy trộn trong vài phút và chuyển đến máy chứa;

- tiếp tục trộn trong máy chứa đồng thời kiểm soát mật độ, trọng lượng của các sợi liên tục theo tỷ lệ mong muốn nhằm đảm bảo về độ đồng đều của sản phẩm;

- xé bung các sợi nhựa trong máy xé sợi và thổi đến máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút;

- dàn đều các sợi được dàn đều thành lớp sơ bộ ở máy cấp rung với công suất lên tới 250 kg/giờ và tốc độ đầu vào đến 40 m/phút;

- định hình các lớp sợi thành từng lớp riêng biệt bằng máy chải lớp giao nhau với tốc độ đầu vào và đầu ra đến 40 m/phút;

- thu các lớp sợi xốp có mật độ trọng lượng nằm trong khoảng từ 80 đến 500 g/m<sup>2</sup>;

- kết dính lại với nhau bằng kỹ thuật xăm kim với tần suất xăm kim 450-550 lần/phút và mật độ của kim trong băng kim 4000-7000 kim/m;

- xử lý với chất liên kết gồm rượu polyvinyllic và glutaraldehyt; chất chống thấm nước bằng metyltrimetoxysilan và chịu nhiệt bề mặt bằng gốm silic dioxit của các lớp xốp bằng cách phun hoá chất được nén dưới dạng khí ở áp suất cao để tạo ra các hạt sương siêu mịn có kích thước đến 5 micron trên bề mặt để thu được vật liệu aerogel; và

- tùy ý, làm mịn bề mặt của vật liệu thu được ở bước trên bằng cách làm nóng đến 200°C bằng máy cán mặt với tốc độ lên tới 8 – 10 m/phút.

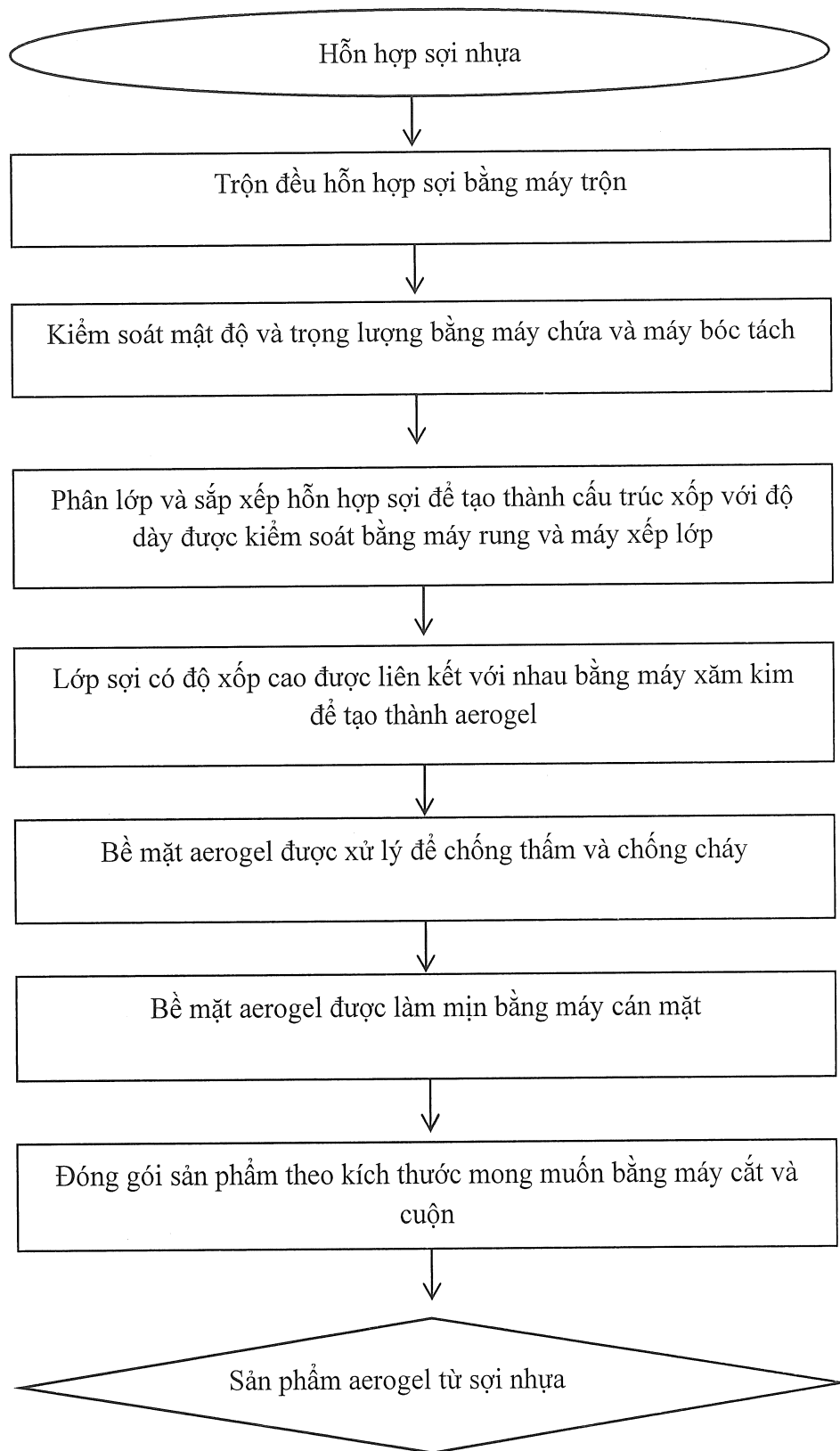
2. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước xử lý chống thấm nước và chịu nhiệt bề mặt của các lớp xốp, áp suất làm việc của khí nằm trong khoảng từ 3 đến

5 kg/cm<sup>2</sup> và áp suất dung môi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 kg/cm<sup>2</sup>.

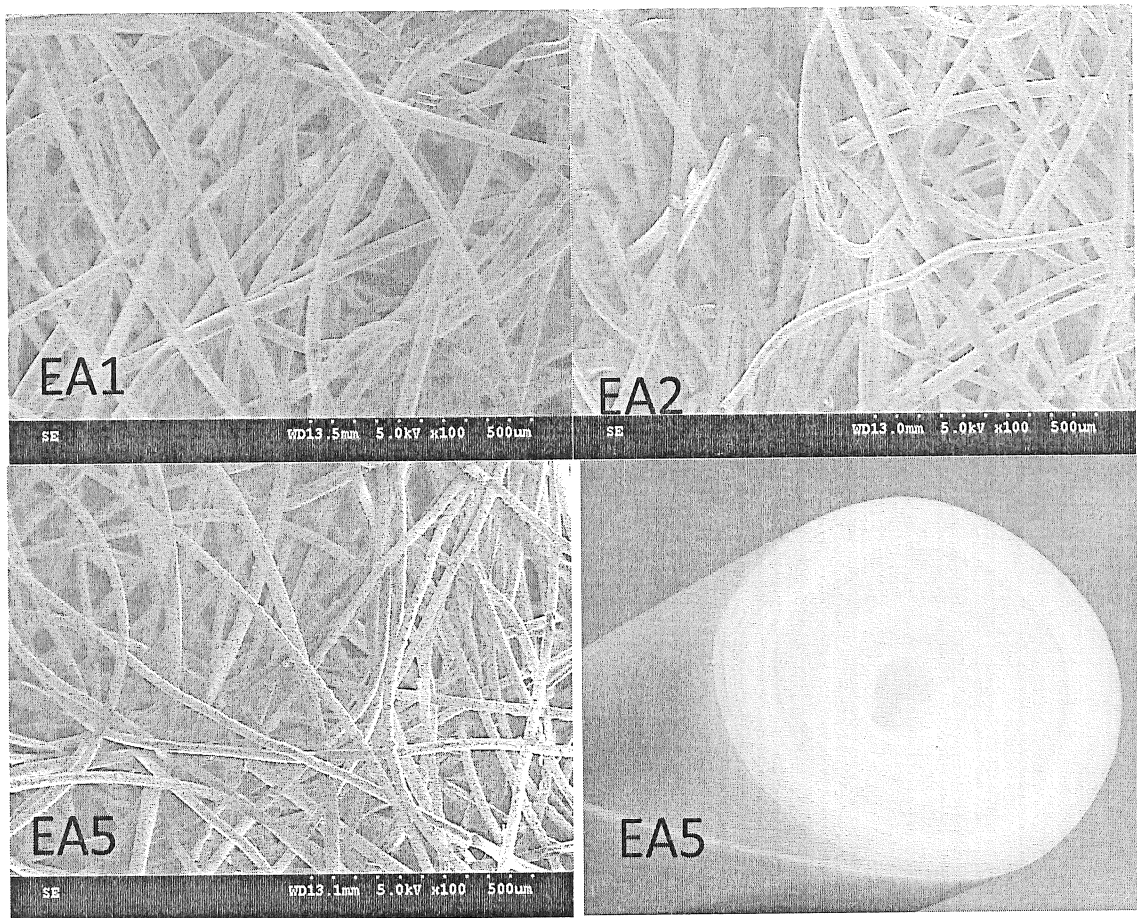
3. Quy trình theo điểm 2, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cắt tự động chiều dài vật liệu bằng máy cắt và cuộn.

4. Quy trình theo điểm 3, trong đó quy trình này còn bao gồm bước thu hồi vật liệu còn sót lại bằng máy thu hồi để tận dụng toàn bộ nguyên liệu trong quá trình sản xuất.

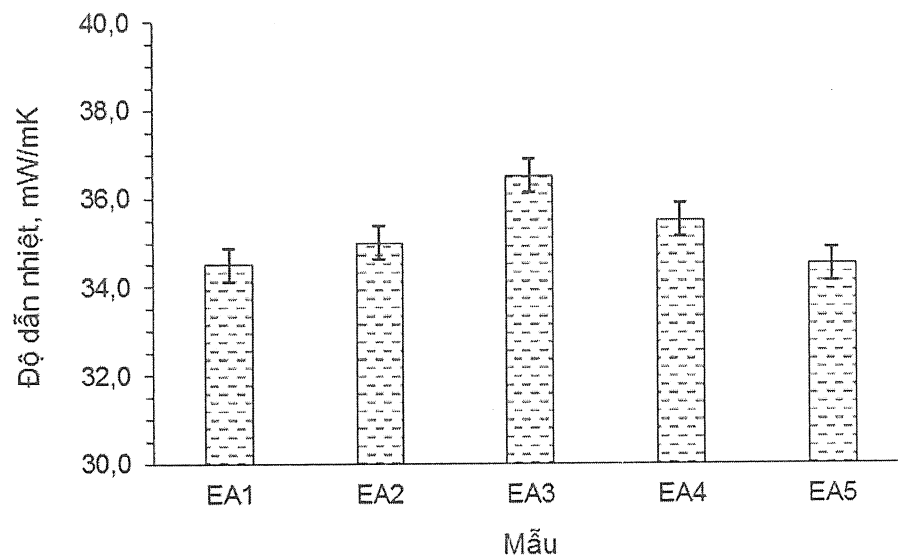
Hình 1



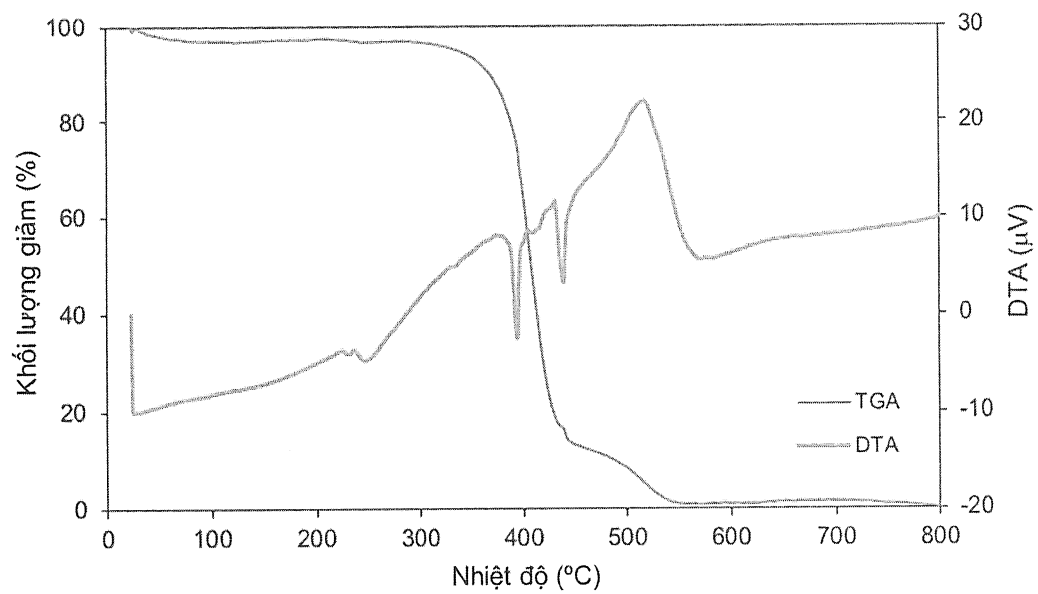
Hình 2



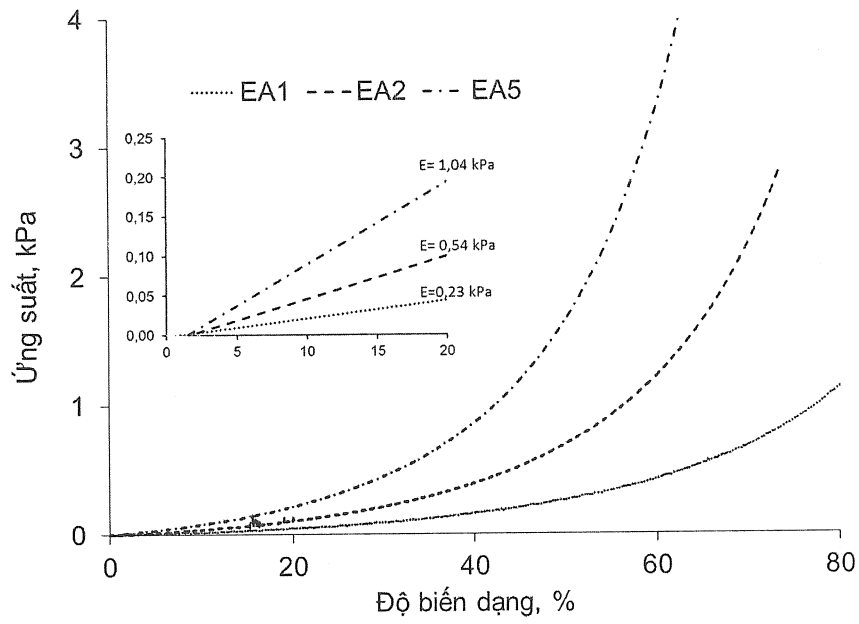
Hình 3



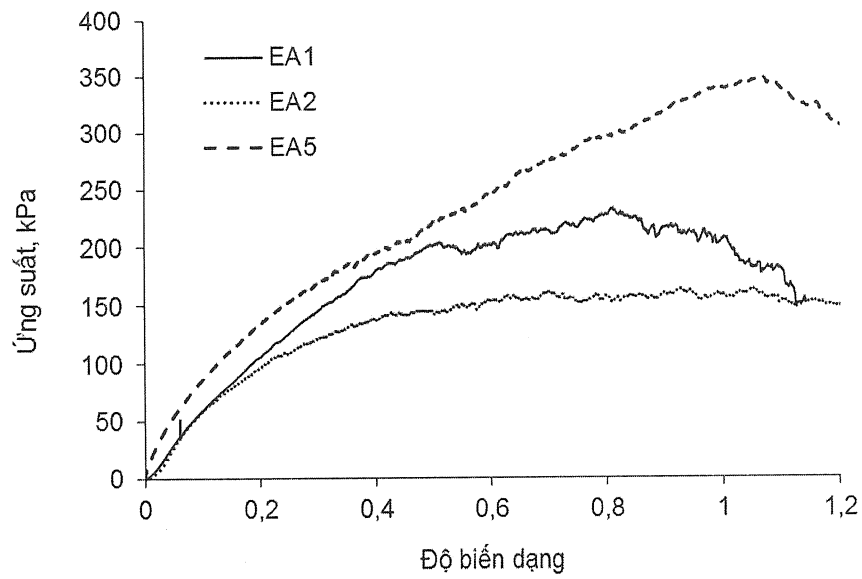
Hình 4



Hình 5

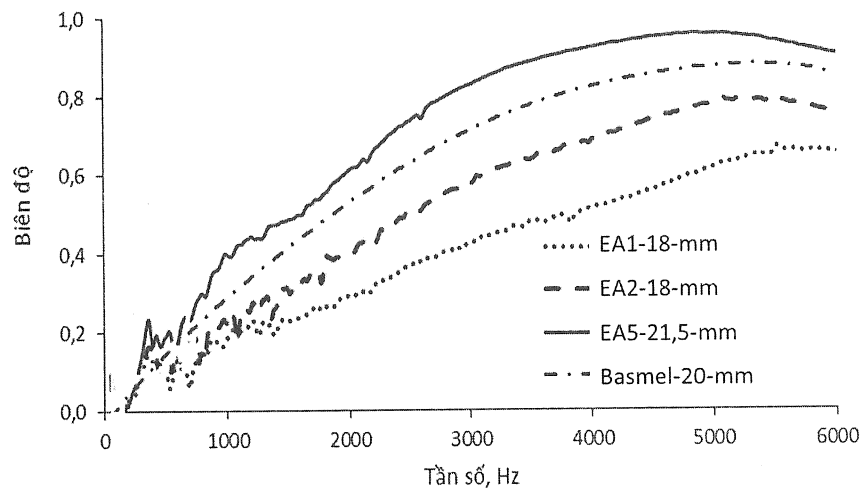


(a)

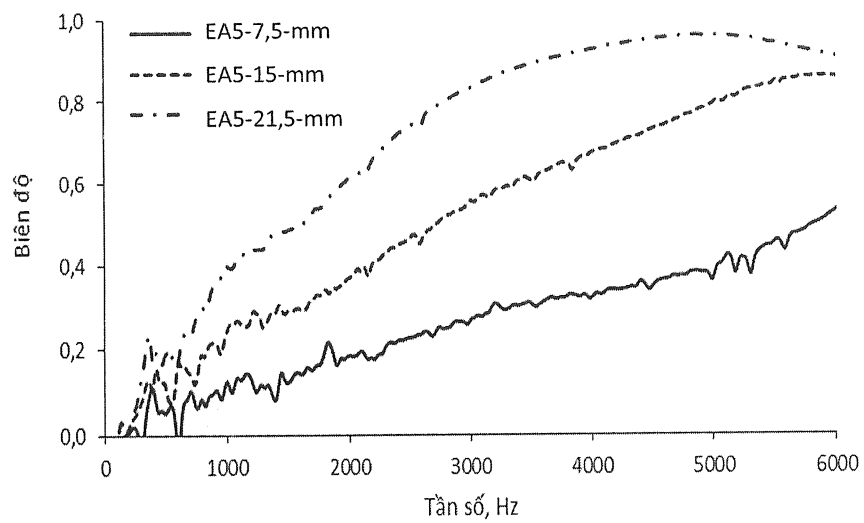


(b)

Hình 6



(a)



(b)

Hình 7

