



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

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

(11)



1-0051533

(51)^{2020.01} C10G 1/00; C10G 1/10

(13) B

(21) 1-2021-02755

(22) 27/09/2019

(86) PCT/CN2019/108626 27/09/2019

(87) WO2020/088172 07/05/2020

(30) 201811264431.3 29/10/2018 CN

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/10/2021 403A

(73) 1. CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION (CN)

22a Chaoyangmenbei Street, Chaoyang District, Beijing 100728, China

2. BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL INDUSTRY, CHINA

PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION (CN)

No.14, Beisanhuan East Road, Chaoyang District, Beijing 100013, China

(72) JIANG, Haibin (CN); QIAO, Jinliang (CN); ZHANG, Xiaohong (CN); LIU, Wenlu (CN); GAO, Jianming (CN); QI, Guicun (CN); SONG, Zhihai (CN); LAI, Jinmei (CN); CAI, Chuanlun (CN); LI, Binghai (CN); WANG, Xiang (CN); RU, Yue (CN); ZHANG, Hongbin (CN); HAN, Peng (CN); ZHANG, Jiangru (CN); JIANG, Chao (CN); GUO, Zhaoyan (CN).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH LIÊN TỤC ĐỂ NHIỆT PHÂN VẬT LIỆU RẮN
BAO GỒM CHẤT HỮU CƠ Ở NHIỆT ĐỘ CAO BẰNG VI SÓNG VÀ HỆ THỐNG
ĐỂ THỰC HIỆN PHƯƠNG PHÁP NÀY

(21) 1-2021-02755

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ. Phương pháp này bao gồm các bước sau đây được thực hiện liên tục: trộn vật liệu rắn chứa chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng; vận chuyển hỗn hợp thu được vào trường vi sóng; và trong trường vi sóng, cho hỗn hợp này tiếp xúc liên tục với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong khí quyển trơ hoặc trong chân không, trong đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong vi sóng sao cho vật liệu rắn chứa chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân liên tục để vận hành liên tục. Quy trình này diễn ra liên tục và hiệu quả, có thể được công nghiệp hóa, và có thể thu được sản phẩm có các thành phần có giá trị gia tăng cao.

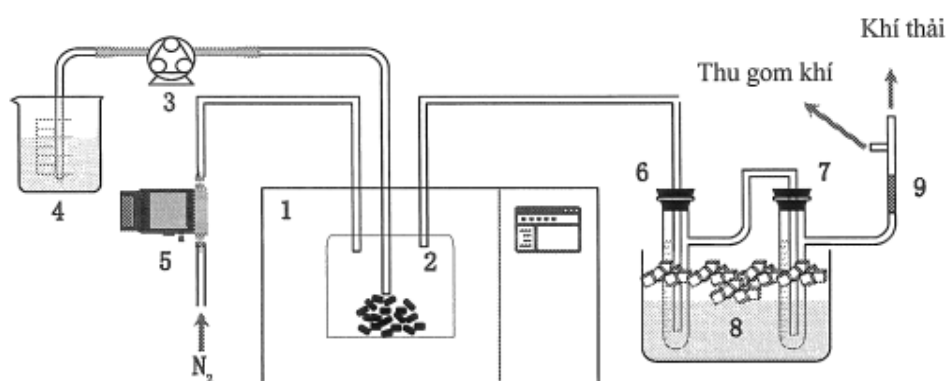


Fig. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật sử dụng nguồn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, và cụ thể là đề cập đến phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ ở nhiệt độ cao bằng vi sóng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hơn 90% nguyên liệu hóa học thô tới từ năng lượng hóa thạch như dầu mỏ, khí đá phiến và than đá. Tuy nhiên, năng lượng hóa thạch không tái sinh được và sẽ tạo ra CO₂ trong quá trình sử dụng. Do đó, hiện nay, việc phát triển của năng lượng tái sinh thân thiện với môi trường đã trở thành trọng tâm trong số các tâm điểm trong lĩnh vực năng lượng. Để phát triển kinh tế và xã hội bền vững hơn, có nhu cầu cấp bách thay thế năng lượng hóa thạch bằng các nguồn năng lượng sinh khối tái sinh được. Trong số chúng, dầu thực vật đã trở thành tâm điểm nghiên cứu do chúng có các đặc tính như giá thành thấp và có thể sản xuất được trên quy mô lớn. Từ năm 2012 đến năm 2013, tổng số 462 triệu tấn dầu thực vật chính như dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành được tạo ra trên thế giới. Rơm là một chất thải rắn thường thấy trong nông nghiệp ở các vùng nông thôn của Trung Quốc, mà đặc trưng bởi sự phân bố rộng khắp và khối lượng tài nguyên lớn. Theo thông báo của Chương trình môi trường của liên hợp quốc (United Nations Environment Programme - UNEP), nhiều loại hạt khác nhau được gieo trồng trên thế giới có thể cung cấp 1,7 tỷ tấn rơm mỗi năm, và rơm của các cây trồng khác nhau ở Trung Quốc chiếm tổng sản lượng lên tới hơn 700 triệu tấn, mà là nguồn năng lượng tái sinh rất lớn. Trong vài năm gần đây, sự phát triển nhanh chóng của công nghệ nhiệt phân đã khiến nó trở thành một trong số các công nghệ tương đối hiệu quả và tận dụng được sinh khối hoàn thiện.

Kể từ những năm 1950, con người đã tạo ra 8,3 tỷ tấn nhựa, trong số đó 6,3 tỷ tấn trở thành rác thải. Trong số 6,3 tỷ tấn chất thải nhựa này, 9% được tái chế, 12% được thiêu, và 79% còn lại (gần 5,5 tỷ tấn) được chôn lấp trong các bãi rác hoặc bị tích tụ trong môi trường tự nhiên. Con người vẫn đang tăng tốc độ sản xuất nhựa. Hiện tại,

sản lượng hằng năm của nhựa đã đạt tới 400 triệu tấn. Theo ước tính tới năm 2050, sẽ có khoảng 12 tỷ tấn chất thải nhựa trên thế giới. Mỗi năm, hơn 8 triệu tấn nhựa được thải ra biển. Nếu không có các hạn chế được đưa ra, tới năm 2050 số lượng rác thải nhựa sẽ nhiều hơn số cá trong đại dương. Trong vài năm gần đây, số lượng lớn các ấn phẩm quốc tế đã lần lượt công bố vấn đề ô nhiễm của các hạt nhựa đến các sinh vật sống trong đại dương và các con sông và tới nước uống, mà đã cảnh báo toàn xã hội về vấn đề ô nhiễm nhựa. Vào năm 2018, chương trình môi trường của Liên hợp quốc lần đầu đã tập trung vào vấn đề ô nhiễm do nhựa thải bỏ gây ra, và công bố "Đánh bại ô nhiễm nhựa" ("Beat Plastic Pollution") làm chủ đề của Ngày môi trường thế giới, kêu gọi toàn thế giới "tuyên chiến" với nạn ô nhiễm nhựa.

Để giải quyết vấn đề ô nhiễm nhựa, các nhà nghiên cứu khoa học đã có những nỗ lực không ngừng nghỉ. Kể từ năm 1970, đã có nhiều công trình nghiên cứu về việc sản xuất nhựa có thể phân hủy được trong môi trường tự nhiên. Tuy nhiên, nhựa có thể phân hủy được có nhiều ứng dụng quan trọng chỉ trong y sinh, màng phủ trong nông nghiệp và các túi đựng rác, v.v., và trong nhiều trường hợp cần tái chế, sự có mặt của nhựa có thể phân hủy được sẽ ảnh hưởng nhiều đến tính năng của vật phẩm làm từ nhựa tái chế. Hơn thế nữa, các nhựa có thể phân hủy được vẫn cần có thời gian tương đối dài để phân hủy trong các môi trường tự nhiên không lý tưởng, theo đó vấn đề ô nhiễm trắng có thể không được giải quyết triệt để.

Hiện tại, tái chế cơ học là giải pháp kỹ thuật duy nhất được sử dụng rộng rãi để xử lý chất thải nhựa này. Các bước chính lần lượt loại bỏ các cặn hữu cơ, rửa, nghiền, và gia nhiệt chảy và tái xử lý, và trong quá trình gia nhiệt chảy và tái xử lý, thường cần phối trộn thêm các vật liệu mới để duy trì tính năng. Các nhựa khác nhau sẽ có đáp ứng khác nhau đối với quy trình xử lý, mà làm cho giải pháp kỹ thuật tái chế cơ học chỉ có thể áp dụng cho một số ít loại nhựa. Hiện tại, thực tế, chỉ có polyetylen terephthalat (PET) và polyetylen (PE) được tái chế bằng công nghệ nêu trên, lần lượt chiếm 9% và 37% sản lượng nhựa hằng năm. Các nhựa nhạy với nhiệt độ, các vật liệu composit, và các nhựa không nóng chảy và chảy ở nhiệt độ tăng cao (như nhựa rắn nhiệt) có thể không xử lý được bằng phương pháp này.

Phương pháp tái chế hóa học mà chuyển hóa chất thải nhựa thành các hydrocacbon phân tử nhỏ (khí, dầu lỏng hoặc sáp rắn) thông qua chuyển hóa hóa học hoặc chuyển hóa nhiệt được đánh giá là giải pháp kỹ thuật mà có thể ưu việt hơn tái

chế cơ học, và các sản phẩm thu được có thể được sử dụng làm nhiên liệu hoặc nguyên liệu hóa học thô. Tuy nhiên, giải pháp kỹ thuật này hiện tại chưa được sử dụng rộng rãi, chủ yếu do chi phí cao. Một mặt, phần lớn các quy trình tái chế hóa học cần đến các chất xúc tác đắt đỏ, và tính chọn lọc của chất xúc tác này yêu cầu nguyên liệu thô phải là các polyme tinh khiết, mà cần tiêu tốn thời gian và nhân công để phân loại kỹ các chất thải nhựa này. Mặt khác, quy trình tái chế hóa học tiêu tốn rất nhiều năng lượng.

Công nghệ nhiệt phân bằng vi sóng mà không sử dụng chất xúc tác cho hiệu quả cao về mặt năng lượng và có thể đồng thời xử lý nhiều loại chất thải nhựa khác nhau mà bị ô nhiễm ở một mức độ nhất định để nhiệt phân chúng thành nguyên liệu hóa học thô. Do đó, nó được mong đợi là sẽ trở thành chìa khóa để giải quyết vấn đề ô nhiễm nhựa.

Vi sóng chỉ sóng điện từ có chiều dài sóng nằm trong khoảng từ tia hồng ngoại tới sóng radio tần số siêu cao (Ultrahigh Frequency - UHF), và có khả năng đâm xuyên mạnh, chiều dài sóng nằm trong khoảng từ 1 m đến 1 mm, và tần số tương ứng là 300 GHz-300 MHz. Manhêtrôn của thiết bị tạo vi sóng nhận năng lượng từ nguồn năng lượng để tạo ra các vi sóng, được chuyển sang thiết bị gia nhiệt bằng vi sóng thông qua ống dẫn sóng, và vật liệu cần gia nhiệt sẽ được gia nhiệt dưới tác động của trường vi sóng. Cách thức gia nhiệt bằng vi sóng hoàn toàn khác với việc truyền nhiệt thông thường. Điện trường tần số cao thay đổi theo chu kỳ điện trường được áp dụng và hướng ở tốc độ hàng trăm triệu trên giây, vì vậy các phân tử phân cực trong vật liệu sẽ dao động ở tần số cao với điện trường, và nhờ ma sát và lực nén giữa các phân tử, vật liệu nóng lên nhanh chóng, theo đó nhiệt độ bên trong và nhiệt độ trên bề mặt của vật liệu sẽ đồng thời tăng lên nhanh chóng.

Nhiều bằng sáng chế đã bộc lộ công nghệ nhiệt phân sử dụng đặc tính này của vi sóng, như công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Trung Quốc (CN) số CN102585860A, CN103252226A, CN106520176A, v.v., sử dụng vật liệu hấp thụ sóng mạnh như các hạt cacbon và silic cacbua để tạo ra nhiệt trong trường vi sóng và truyền nhiệt này đến vật liệu cần nhiệt phân, theo đó đạt được mục đích nhiệt phân. Tuy nhiên, các vật liệu polyme tổng hợp thải bỏ hoặc các vật liệu polyme tự nhiên thải bỏ ở dạng rắn ở nhiệt độ phòng, do đó khá khó để chúng được vận chuyển liên tục trong quá trình nhiệt phân. Thông thường, việc nhiệt phân bằng vi sóng đối với chúng

chỉ có thể được thực hiện theo cách thức gián đoạn, mà làm cho việc sản xuất liên tục trở nên khó khăn, và ảnh hưởng lớn đến hiệu quả sản xuất.

Do đó, làm thế nào để phát triển phương pháp cho hiệu quả cao đồng thời vận hành liên tục quy trình nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, đặc biệt là các vật liệu polyme tổng hợp thải bỏ hoặc các vật liệu polyme tự nhiên thải bỏ vẫn là vấn đề khó. Việc phát triển phương pháp này sẽ có triển vọng ứng dụng to lớn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên trong lĩnh vực kỹ thuật, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ. Phương pháp theo sáng chế có thể thực hiện liên tục, cho hiệu quả cao, và có thể áp dụng trong công nghiệp, và sản phẩm thu được có thể bao gồm tỷ lệ lớn các thành phần nhẹ (đặc biệt là các sản phẩm ở pha khí), và có giá trị gia tăng cao.

Theo phương án khác, mục đích của sáng chế còn đề cập đến hệ thống để thực hiện phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ nêu trên theo sáng chế.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 thể hiện sơ đồ giản lược thể hiện một phương án của hệ thống theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ. Phương pháp theo sáng chế có thể thực hiện liên tục, cho hiệu quả cao, và có thể áp dụng trong công nghiệp, và sản phẩm thu được có thể bao gồm tỷ lệ lớn các thành phần nhẹ (đặc biệt là các sản phẩm ở pha khí), và có giá trị gia tăng cao.

Theo sáng chế, nhờ đặc tính của môi trường hữu cơ lỏng là có thể được sử dụng làm cả môi trường vận chuyển vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ lẫn làm các vật liệu ban đầu để nhiệt phân, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được trộn với môi trường hữu

cơ lỏng để vận chuyển, và trong khí quyển khí trơ hoặc chân không, chúng liên tục được tiếp xúc với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong trường vi sóng, vật liệu hấp thụ sóng mạnh nêu trên tạo ra nhiệt độ cao nhanh chóng và liên tục trong vi sóng, để nhiệt phân liên tục vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng cùng nhau thành nhiên liệu (như khí hydro) hoặc nguyên liệu hóa học thô, theo đó đạt được sự vận hành liên tục và ngoài ra đạt được mục đích nêu trên. Vì sản phẩm nhiệt phân bao gồm khí hydro nên phương pháp theo sáng chế cũng có thể được sử dụng để điều chế khí hydro.

Cụ thể là, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước được thực hiện liên tục sau đây:

trộn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng;

chuyển hỗn hợp thu được vào trường vi sóng; và

trong trường vi sóng, trong khí quyển khí trơ hoặc chân không, cho hỗn hợp này tiếp xúc liên tục với vật liệu hấp thụ sóng mạnh, trong đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong vi sóng, để nhiệt phân liên tục vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng.

Tốt hơn, nếu vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nghiền thành bột trước khi được trộn với môi trường hữu cơ lỏng. Cỡ hạt sau khi nghiền có thể là 0,001-10 mm, tốt hơn là 0,01-8 mm, tốt hơn nữa là 0,05-5 mm. Cỡ hạt được mô tả ở đây được đo bằng kính hiển vi quang học. Cỡ hạt của mỗi hạt đơn lẻ được xác định bằng giá trị lớn nhất của khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của mỗi hạt đơn lẻ và đường bao của hạt trên vi ảnh quang học; và cỡ hạt trung bình được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị cỡ hạt của tất cả các hạt được thể hiện trên vi ảnh quang học.

Theo một phương án, phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước sau:

ngiễn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, sau đó trộn nó với môi trường hữu cơ lỏng để vận chuyển, liên tục cho hỗn hợp thu được tiếp xúc với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong trường vi sóng trong khí quyển khí trơ hoặc chân không, mà vật liệu hấp thụ sóng mạnh nêu trên nhanh chóng và liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong vi sóng, để nhiệt phân liên tục vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng thành nhiên liệu hoặc nguyên liệu hóa học thô.

Ở đây, môi trường hữu cơ lỏng chỉ môi trường mà ở trạng thái lỏng ở nhiệt độ 60°C và bao gồm ít nhất một nguyên tử cacbon, tốt hơn là môi trường được chọn từ nhóm gồm có các dầu hydrocacbon, các dầu thực vật, các dầu silicon, các dầu este, các phosphat este và các rượu hoặc hỗn hợp của chúng; và tốt hơn nữa là môi trường được chọn từ nhóm gồm có hydrocacbon các dầu và các dầu thực vật hoặc hỗn hợp của chúng. Tốt hơn, nếu môi trường hữu cơ lỏng được chọn từ nhóm gồm có hydrocacbon dầu mỏ lỏng và các hỗn hợp của chúng và các dầu thực vật và các hỗn hợp của chúng; tốt hơn là ít nhất một môi trường được chọn từ nhóm gồm dầu thô, naphta, dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương, dầu đậu nành, dầu lạc, dầu hạt lanh và dầu hải ly; và tốt hơn nữa là ít nhất một môi trường được chọn từ nhóm gồm dầu mỏ, dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành.

Các vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ khó được vận chuyển liên tục trong quá trình nhiệt phân, theo đó chúng có thể chỉ được vận hành theo cách gián đoạn. Mục đích chính của việc bổ sung môi trường hữu cơ lỏng là để phối chế môi trường hữu cơ lỏng và bột vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ thành huyền phù đặc mà có thể được vận chuyển bằng bơm, để cho phnén quy trình được tiến hành liên tục, và đồng thời môi trường hữu cơ lỏng có thể được nhiệt phân cùng với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ thành nhiên liệu hoặc nguyên liệu hóa học thô. Tốc độ bơm nêu trên chỉ cần đảm bảo thời gian lưu của hỗn hợp của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng trong trường vi sóng.

Vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ có thể bao gồm 10%-90%, tốt hơn là 20%-80%, tốt hơn nữa là 30%-75% khối lượng tính theo tổng khối lượng của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng.

Tỷ lệ trọng lượng của lượng vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nạp trong một phút so với vật liệu hấp thụ sóng mạnh có thể là 1:99-99:1, tốt hơn là 1:50-50:1, và tốt hơn nữa là 1:30-30:1.

Ở đây, khí quyển trơ là khí quyển khí trơ thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, như nitơ, heli, neon, argon, krypton, hoặc xenon, tốt hơn là nitơ.

Năng lượng vi sóng của trường vi sóng có thể là 200W-100KW; tốt hơn là 300W-80KW, tốt hơn nữa là 500W-60KW.

Ở đây, vật liệu hấp thụ sóng mạnh chỉ vật liệu mà có thể hấp thụ các vi sóng ở

mức độ lớn, và vật liệu hấp thụ sóng mạnh có thể tạo ra nhiệt độ cao trong trường vi sóng, ví dụ, nhanh đạt đến 500-3000°C, tốt hơn là 600-3000°C, tốt hơn nữa là 700-3000°C, tốt hơn là 800-2500°C, và tốt hơn nữa là 800-2000°C, sao cho vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân. Ví dụ, vật liệu hấp thụ sóng mạnh có thể là một vật liệu được chọn từ nhóm gồm có cacbon hoạt tính, muội cacbon, graphit, sợi cacbon, silic cacbua, các oxit kim loại và vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, hoặc hỗn hợp của chúng; tốt hơn là một vật liệu được chọn từ nhóm gồm có cacbon hoạt tính, graphit, silic cacbua và vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, hoặc hỗn hợp của chúng; và tốt hơn nữa là vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng.

Vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng tốt hơn là bao gồm khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp này. Thuật ngữ “được mang” có nghĩa rằng vật liệu cacbon được cố định vào bề mặt hoặc trong cấu trúc của khung làm việc vô cơ xốp thông qua lực liên kết cụ thể. Bề mặt chỉ tất cả các mặt phân cách của khung làm việc xốp mà có thể tiếp xúc với pha khí. Thuật ngữ "được cố định trong cấu trúc" chỉ việc được lắp vào hoặc được neo vào bên trong bản thân khung làm việc xốp, hơn là bên trong các đường dẫn trong lỗ.

Vật liệu cacbon có thể bao gồm 0,001%-99%, tốt hơn là 0,01%-90%, và tốt hơn nữa là 0,1%-80% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Khung làm việc vô cơ xốp là vật liệu vô cơ có cấu trúc xốp. Đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp này có thể là 0,01-1000 μm , tốt hơn là 0,05-1000 μm , tốt hơn nữa là 0,05-500 μm , tốt hơn nữa là 0,2-500 μm , tốt hơn nữa là 0,5-500 μm , và tốt hơn nữa là 0,5-250 μm hoặc 0,2-250 μm ; và độ xốp có thể là 1%-99,99%; tốt hơn là 10%-99,9%, và tốt hơn nữa là 30%-99%.

Ở đây, đường kính trung bình của lỗ được đo bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM). Đầu tiên, đường kính lỗ của một lỗ đơn lẻ được xác định bằng giá trị nhỏ nhất của khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của lỗ đơn lẻ này và đường bao của lỗ trên ảnh SEM; tiếp theo, đường kính trung bình của lỗ được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị đường kính lỗ của tất cả các lỗ được nêu trên ảnh SEM.

Độ xốp được xác định dựa trên GB/T 23561.4-2009.

Vật liệu cacbon có thể là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm graphen, các ống nano cacbon, các sợi nano cacbon, graphit, muối cacbon, các sợi cacbon, các chấm lượng tử cacbon, các dây dẫn nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các sản phẩm sau khi cacbon hóa hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm graphen, các ống nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các sản phẩm sau khi cacbon hóa hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa.

Hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa có thể là hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa với hợp chất vô cơ không phải là kim loại hoặc hợp chất chứa kim loại, và chất hữu cơ khác mà không phải là hợp chất chứa kim loại.

Cacbon hóa chỉ quy trình xử lý chất hữu cơ dưới các điều kiện về nhiệt độ và áp suất nhất định, trong đó tất cả hoặc phần lớn hydro, oxy, nitơ, lưu huỳnh, v.v...trong chất hữu cơ này bị bay hơi, theo đó thu được vật liệu tổng hợp có hàm lượng cacbon cao.

Chất hữu cơ có thể cacbon hóa tốt hơn là hợp chất polyme hữu cơ, trong đó hợp chất polyme hữu cơ này bao gồm các hợp chất polyme tổng hợp và các hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên; hợp chất polyme tổng hợp tốt hơn là cao su hoặc nhựa; và nhựa này bao gồm nhựa rắn nhiệt và chất dẻo nhiệt.

Hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm tinh bột, xơ visco, lignin và xenluloza.

Hợp chất polyme tổng hợp tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm nhựa epoxy, nhựa phenolic, nhựa furan, polystyren, copolyme styren-divinylbenzen, polyacrylonitril, polyanilin, polypyrrol, polythiophen, cao su styren butadien và cao su polyuretan.

Hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm than đá, dầu hắc ín tự nhiên, dầu hắc ín từ dầu mỏ và dầu nhựa than đá.

Vật liệu hữu cơ của khung làm việc vô cơ xốp có thể là một hoặc hỗn hợp của nhiều trong số cacbon, silicat, aluminat, borat, phosphat, germanat, titanat, oxit, nitrua, cacbua, borua, sulfua, silicua và halogenua; trong đó oxit tốt hơn là ít nhất một thành

phần được chọn từ nhóm gồm nhôm oxit, silic oxit, ziricon oxit, magie oxit, xeri oxit và titan oxit; nitrua tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm silic nitrua, bo nitrua, ziricon nitrua, hafni nitrua và tantan nitrua; cacbua tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm silic cacbua, ziricon cacbua, hafni cacbua và tantan cacbua; và borua tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm ziricon borua, hafni borua và tantan borua.

Vật liệu hữu cơ của khung làm việc vô cơ xốp tốt hơn nữa là ít nhất một môi trường được chọn từ nhóm gồm cacbon, silicat, nhôm oxit, magie oxit, ziricon oxit, silic cacbua, bo nitrua, và kali titanat.

Khung làm việc vô cơ xốp tốt hơn là ít nhất một trong số các khung làm việc cụ thể sau đây: khung làm việc cacbon thu được sau khi cacbon hóa bột polyme, khung làm việc xốp được cấu thành bởi các sợi vô cơ, khung làm việc từ bột vô cơ, khung làm việc được cấu thành bởi bằng cách gói các hạt vô cơ, khung làm việc xốp từ gốm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc xốp từ gốm, khung làm việc từ sợi gốm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc từ sợi gốm; tốt hơn là khung làm việc sau khi cacbon hóa bột melanin, khung làm việc sau khi cacbon hóa bột nhựa phenolic, khung làm việc xốp từ sợi nhôm silicat (như nhôm len đá silicat), khung làm việc xốp từ sợi mulit, khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit (như tấm sợi nhôm oxit), khung làm việc xốp từ sợi ziricon oxit, khung làm việc xốp từ sợi magie oxit, khung làm việc xốp từ sợi bo nitrua, khung làm việc xốp từ sợi bo cacbua, khung làm việc xốp từ sợi silic cacbua, khung làm việc xốp từ sợi kali titanat, và khung làm việc từ sợi gốm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc từ sợi gốm.

Cấu trúc xốp của khung làm việc vô cơ xốp có thể là từ cấu trúc lỗ của bản thân vật liệu tạo khung làm việc, như dạng cấu trúc giống như bọt; hoặc từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi, như bông sợi, phốt sợi, tấm xơ nén và các dạng cấu trúc khác; hoặc từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng hạt, như dạng cấu trúc cọc cát; hoặc từ sự kết hợp của các dạng khác nhau nêu trên. Tốt hơn, nếu từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi. Cần đặc biệt lưu ý rằng đối với khung làm việc xốp được cấu thành bởi các sợi vô cơ như được mô tả ở trên, thuật ngữ “xốp” ở đây chỉ từ cấu trúc lỗ trong khung làm việc được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi, nhưng không có nghĩa là bản thân các sợi này đều xốp.

Vật liệu composit xốp nêu trên có thể tạo ra hồ quang điện nhiệt độ cao trong vi sóng, ví dụ, trong trường vi sóng 900w, vật liệu composit xốp này có thể tạo ra hồ quang điện mà có thể làm cho nhiệt độ của nó tăng cao hơn 1000°C, và bản thân vật liệu này có thể chịu được nhiệt độ cao, mà lên tới 3000°C. Vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng là vật liệu gia nhiệt bằng vi sóng mới và hiệu quả.

Phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ theo sáng chế có thể được tích hợp vào trong quy trình sản xuất vật liệu composit xốp nêu trên.

Cụ thể là, vật liệu composit xốp có thể được sản xuất bằng phương pháp bao gồm các bước sau:

(1) nhúng chìm khung làm việc vô cơ xốp này hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp vào trong dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán nêu trên;

(2) gia nhiệt và làm khô vật liệu xốp thu được ở bước (1), sao cho vật liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đóng rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên;

(3) thực hiện bước sau đây nếu ít nhất một trong số tiền chất của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được sử dụng làm vật liệu thô: gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước (2) trong khí quyển khí trơ để chuyển hóa tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền chất của vật liệu cacbon.

Dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của nó ở bước (1) có thể bao gồm dung môi được chọn từ nhóm gồm có benzen, toluen, xylen, triclobenzen, clorofom, xyclohexan, etyl caproat, butyl axetat, cacbon disulfua, keton, axeton, xyclohexanon, tetrahydrofuran, dimetylformamit, nước và rượu, và các hỗn hợp của chúng, trong đó rượu tốt hơn nếu được chọn từ nhóm gồm có propanol, n-butanol, isobutanol, etylen glycol, propylen glycol, 1,4-butandiol, isopropanol, etanol, và các hỗn hợp của chúng; dung môi bao gồm nước và/hoặc etanol được ưu tiên hơn; nước và/hoặc etanol được ưu tiên hơn nữa; và/hoặc nồng độ của dung dịch hoặc thể

phân tán ở bước (1) có thể là 0,001-1 g/mL, tốt hơn là 0,002-0,8 g/mL, và tốt hơn nữa là 0,003 g-0,5 g/mL.

Việc gia nhiệt và làm khô ở bước (2) có thể được tiến hành ở nhiệt độ 50-250°C, tốt hơn là 60-200°C, và tốt hơn nữa là 80-180°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên, trong đó năng lượng của vi sóng tốt hơn là 1W-100KW, và tốt hơn nữa là 500W-10KW, và thời gian gia nhiệt bằng vi sóng tốt hơn là 2-200 phút, và tốt hơn nữa là 20-200 phút.

Tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên có thể được chọn từ nhóm gồm có các tiền chất của gốm, các vật liệu xốp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các vật liệu xốp của hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các hỗn hợp của chúng.

Tiền chất của vật liệu cacbon có thể là graphen oxit, các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, các sợi cacbon cải biến, chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các hỗn hợp của chúng.

Việc gia nhiệt ở bước (3) có thể được tiến hành ở nhiệt độ 400-1800°C, tốt hơn là 600-1500°C, và tốt hơn nữa là 800-1200°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên, trong đó năng lượng của vi sóng tốt hơn là 100W-100KW, và tốt hơn nữa là 700W-20KW; và thời gian gia nhiệt bằng vi sóng tốt hơn là 0,5-200 phút, và tốt hơn nữa là 1-100 phút.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất vật liệu composit xốp bao gồm các bước sau:

a. pha chế dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon để mang;

b. nhúng chìm khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất khung làm việc vô cơ xốp trong dung dịch hoặc thể phân tán của bước a, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán này; vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon bao gồm 0,001%-99,999%, tốt hơn là 0,01%-99,99%, và tốt hơn nữa là 0,1%-99,9% tổng khối lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon;

c. lấy ra vật liệu xốp thu được ở bước b, sau đó gia nhiệt và làm khô, sao cho vật

liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đóng rắn, và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên; nhiệt độ gia nhiệt và làm khô là 50-250°C, tốt hơn là 60 -200°C, và tốt hơn nữa là 80-180°C;

thu được vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng sau bước c nếu các vật liệu ban đầu nêu trên là vật liệu cacbon và khung làm việc vô cơ xốp;

và thực hiện thêm bước d sau đây nếu các vật liệu ban đầu nêu trên được sử dụng bao gồm ít nhất một trong số tiền chất của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên;

d. gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước c trong khí quyển khí trơ, để chuyển hóa tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền chất của vật liệu cacbon, theo đó để thu được vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng; nhiệt độ gia nhiệt là 400-1800°C, tốt hơn là 600-1500°C, và tốt hơn nữa là 800-1200°C.

Tiền chất của vật liệu cacbon là ít nhất một trong số graphen oxit, các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, các sợi cacbon cải biến và chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa. Các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, và các sợi cacbon cải biến chỉ các vật liệu cacbon mà được xử lý sơ bộ để cải thiện độ phân tán của các vật liệu cacbon trong nước hoặc các dung môi hữu cơ và thu được các thể phân tán ổn định. Ví dụ, việc xử lý sơ bộ này được thực hiện bằng các chất phân tán và các chất hoạt động bề mặt, hoặc việc xử lý sơ bộ này được thực hiện bằng cách ghnén các nhóm ưa nước, v.v.. Các biện pháp xử lý sơ bộ này đều tuân theo các biện pháp xử lý sơ bộ để cải thiện độ phân tán trong lĩnh vực kỹ thuật trước. Tất cả các vật liệu cacbon đều trải qua việc xử lý sơ bộ nêu trên như thể phân tán trong nước của graphen, thể phân tán trong etanol của graphen, huyền phù đặc chứa nước của graphen, huyền phù đặc chứa dầu của graphen, thể phân tán trong nước của graphen oxit, thể phân tán trong etanol của graphen oxit, Thể phân tán trong N-metylpyrrolidon của graphen oxit, thể phân tán trong nước của các ống nano cacbon, thể phân tán trong nước của các ống nano cacbon được carboxyl hóa, thể phân tán trong etanol của các ống nano cacbon, thể phân tán trong

dimethylformamit của các ống nano cacbon, huyền phù đặc chứa N-methylpyrrolidon của các ống nano cacbon, v.v., cũng có thể thu được trên thị trường.

Dung môi của dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất ở bước a có thể là một dung môi được chọn từ nhóm gồm có benzen, toluen, xylene, triclobenzen, triclometan, xyclohexan, etyl caproat, butyl axetat, cacbon disulfua, keton, axeton, xyclohexanon, tetrahydrofuran, dimethylformamit, nước và các rượu hoặc hỗn hợp của chúng.

Các rượu tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm propanol, n-butanol, isobutanol, etylen glycol, propylen glycol, 1,4-butandiol, isopropanol và etanol.

Trong phương pháp sản xuất, tiền chất của vật liệu cacbon để mang tốt hơn là tiền chất mà có thể được hòa tan hoặc được phân tán trong dung môi, mà thân thiện với cơ thể con người và môi trường, trước khi mang, tạo ra quy trình sản xuất “xanh”. Dung môi mà thân thiện với cơ thể con người và môi trường là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm etanol, nước và hỗn hợp của cả hai. Nghĩa là, dung môi ở bước a tốt hơn nữa là dung môi bao gồm nước và/hoặc etanol; và tốt hơn nữa nếu là nước và/hoặc etanol.

Dung dịch hoặc thể phân tán chỉ cần hòa tan vừa đủ hoặc phân tán vừa đủ đối với vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon trong dung môi. Thông thường, nồng độ của nó có thể là 0,001-1g/mL, tốt hơn là 0,002-0,8g/mL, và còn tốt hơn là 0,003g-0,5g/mL.

Cụ thể hơn, trong phương pháp sản xuất nêu trên, khi vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp này là graphen, dung dịch nước của graphen oxit tốt hơn là được sử dụng ở bước a.

Trong phương pháp sản xuất nêu trên, khi vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp là các ống nano cacbon, thể phân tán của các ống nano cacbon tốt hơn là được sử dụng ở bước a.

Trong phương pháp sản xuất nêu trên, khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền chất của vật liệu cacbon để mang, ở bước a, hệ thống đóng rắn thích hợp cần được phối chế theo công thức phối chế thông thường của nhựa nhiệt rắn đã chọn trong lĩnh vực kỹ thuật này. Trong hệ thống đóng rắn này, tùy ý một hoặc nhiều chất phụ gia được chọn từ nhóm sau đây có thể được bổ sung: chất tăng tốc đóng rắn, phẩm nhuộm,

các chất màu, các chất tạo màu, các chất chống oxy hóa, các chất làm ổn định, chất làm dẻo, chất làm trơn, chất cải biến hoặc các chất hỗ trợ dòng chảy, các chất làm chậm cháy, các chất chống nhỏ giọt, các chất chống đóng bánh, các chất tăng bám dính, các chất dẫn, các ion kim loại đa hóa trị, các chất cải biến va đập, các chất hỗ trợ tháo khuôn, các chất tạo nhân, v.v.. Lượng của chất phụ gia được sử dụng are Tất cả các lượng thông thường, hoặc có thể được điều chỉnh theo các điều kiện thực tế. Khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền chất của vật liệu cacbon để mang, sau khi gia nhiệt ở bước c sau đó, nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền chất của vật liệu cacbon được đóng rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xộp này.

Trong phương pháp sản xuất nêu trên, khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền chất của vật liệu cacbon để mang, ở bước a, dung môi tốt tương ứng trong lĩnh vực kỹ thuật này được chọn để hòa tan nhựa nhiệt rắn ở trên và hệ thống đóng rắn của nó để thu được dung dịch chứa tiền chất của vật liệu cacbon để mang.

Trong phương pháp sản xuất nêu trên, khi nhựa nhiệt dẻo được sử dụng làm tiền chất của vật liệu cacbon để mang, dung dịch của tiền chất của vật liệu cacbon để mang có thể được bổ sung các chất chống oxy hóa, các đồng chất chống oxy hóa, các chất làm ổn định nhiệt, các chất làm ổn định ánh sáng, các chất làm ổn định ozon, các chất hỗ trợ xử lý, chất làm dẻo, các chất làm mềm, các chất chống tạo khối, các chất tạo bọt, phẩm nhuộm, các chất màu, các sáp, các chất độn, các axit hữu cơ, các chất làm chậm cháy, các chất kết hợp và các chất phụ gia khác thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước khi xử lý nhựa. Các lượng của chất phụ gia được sử dụng đều là các lượng thông thường hoặc có thể được điều chỉnh theo các điều kiện thực tế.

Ở bước b của phương pháp sản xuất nêu trên, các lỗ của khung làm việc vô cơ xộp có thể được điền đầy dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon để mang bằng cách nén vài lần hoặc không nén lần nào.

Sau khi vật liệu xộp thu được ở bước b được lấy ra ở bước c của phương pháp sản xuất, các bước xử lý có thể được tiến hành hoặc không để loại bỏ dung dịch hoặc thể phân tán thừa của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon để mang trong vật liệu xộp thu được ở bước b. Các bước xử lý nêu trên bao gồm, nhưng không giới hạn ở, một hoặc hai trong số hoạt động nén và ly tâm.

Việc gia nhiệt ở các bước c và d của phương pháp sản xuất có thể tốt hơn là gia

nhệt bằng vi sóng, mà không chỉ hiệu quả mà còn có thể đạt được sự gia nhiệt đồng đều.

Cụ thể là, ở bước c, năng lượng của vi sóng là 1W-100KW, tốt hơn là 500W-10KW, và thời gian chiếu vi sóng là 2-200 phút, tốt hơn là 20-200 phút.

Ở bước d, năng lượng của vi sóng được thay đổi thành 100W-100KW, tốt hơn là 700W-20KW; và thời gian chiếu vi sóng là 0,5-200 phút, tốt hơn là 1-100 phút.

Việc gia nhiệt ở bước d của phương pháp sản xuất cần được thực hiện trong khí quyển khí trơ, được chọn từ các khí quyển khí trơ thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, tốt hơn là nitơ.

Các thiết bị được sử dụng trong phương pháp sản xuất đều là các thiết bị thông thường.

Như được mô tả ở trên, phương pháp nêu trên dùng để sản xuất vật liệu composit xếp kết hợp khung làm việc vô cơ xếp với vật liệu cacbon để tạo ra vật liệu composit xếp mà có đặc tính cơ học tuyệt vời và có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng để theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao, ví dụ, trong trường vi sóng 900w, vật liệu composit xếp này có thể tạo ra hồ quang điện mà làm tăng nhiệt độ chúng lên trên 1000°C. Bản thân vật liệu composit xếp chịu được nhiệt độ cao, và quy trình sản xuất nó đơn giản và dễ thực hiện mà làm cho việc sản xuất trên quy mô lớn được thực hiện dễ dàng.

Vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ trong sáng chế có thể là một trong số chất thải nhựa, các chất thải cao su, chất thải sợi và các sinh khối thải bỏ hoặc hỗn hợp của chúng.

Chất thải nhựa trong sáng chế chỉ nhựa và hỗn hợp của nó dùng cho mục đích dân dụng, công nghiệp và các mục đích khác mà được sử dụng, đồng thời cuối cùng được bỏ đi hoặc được thay thế. Nhựa này bao gồm, nhưng không giới hạn ở, ít nhất một trong số các polyolefin, các polyeste, các polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycacbonat, axit polylactic, polyuretan, polymetyl metacrylat, polyoxymetylen, polyphenylen ete và polyphenylen sulfua, tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorua, polyetylen terephtalat, polystyren, polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycacbonat, axit polylactic, polymetyl metacrylat và polyoxymetylen, và còn tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorua, polyetylen terephtalat, polystyren,

polycarbonat và polyamit.

Chất thải cao su trong sáng chế chỉ cao su và hỗn hợp của nó dùng cho mục đích dân dụng, công nghiệp và các mục đích khác, đồng thời cuối cùng được bỏ đi hoặc được thay thế. Cao su này tốt hơn là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su nitril, cao su isopren, cao su etylen propylen, cao su butyl, cao su cloropren, copolyme khối styrenic và cao su silicon; tốt hơn nữa là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su isopren và cao su etylen propylen.

Chất thải sợi trong sáng chế chỉ vật phẩm làm từ sợi và hỗn hợp của chúng dùng cho mục đích dân dụng, công nghiệp và các mục đích khác đồng thời cuối cùng được bỏ đi hoặc được thay thế. Sợi này tốt hơn là ít nhất một trong số sợi polypropylen, sợi acrylic, vinylon, nylon, sợi polyeste, sợi polyvinyl clorua và spandex, tốt hơn nữa là ít nhất một trong số sợi polypropylen, sợi polyeste và spandex.

Sinh khối thải bỏ theo sáng chế là nhiều trong số các động vật, thực vật và tảo được tạo ra bởi quá trình quang hợp, chủ yếu được cấu thành từ xenluloza, hemixenluloza và lignin. Tốt hơn nếu nó là một trong số rơm, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, thân lúa, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cọ, và bẹ ngô hoặc hỗn hợp của chúng.

Môi trường hữu cơ lỏng theo sáng chế tốt hơn là chất lỏng dầu mỏ hydrocacbon và hỗn hợp của nó và/hoặc dầu thực vật và hỗn hợp của nó; tốt hơn nữa là một trong số dầu thô, naphta, dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương, dầu đậu nành, dầu lạc, dầu hạt lanh và dầu hải ly, hoặc hỗn hợp của chúng; còn tốt hơn là một trong số dầu mỏ, dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành, hoặc hỗn hợp của chúng.

Trường vi sóng trong phương pháp của sáng chế có thể được tạo ra bằng các thiết bị vi sóng khác nhau đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, như lò vi sóng gia dụng, thiết bị vi sóng công nghiệp (như thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng) và tương tự.

Trong phương pháp của sáng chế, thiết bị để đặt hoặc nạp vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, môi trường hữu cơ lỏng và vật liệu hấp thụ sóng mạnh có thể được chọn từ các vật chứa hoặc các ống dẫn khác nhau đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước mà có thể bị đâm xuyên bởi các vi sóng và có thể chịu được nhiệt độ cao trên 1200°C, như nồi nung bằng thạch anh, thiết bị phản ứng bằng thạch anh, ống thạch anh, nồi nung

bằng nhôm oxit, thiết bị phản ứng bằng nhôm oxit, ống nhôm oxit, v.v..

Trong phương pháp của sáng chế, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân và sau đó khí hóa, và khí thu được sau khi nhiệt phân được thu gom để xử lý sau đó, ví dụ, khí này được phân tách và sau đó được sử dụng làm nhiên liệu hoặc làm nguyên liệu thô cho ngành công nghiệp hóa học để phản ứng và sản xuất sau đó. Cặn sau khi nhiệt phân được thải bỏ dưới dạng chất thải.

Thu gom khí là một phương pháp phổ biến trong tình trạng kỹ thuật trước và có thể được tiến hành trong khí quyển tro. Ví dụ, lò vi sóng công nghiệp có đầu nạp khí và đầu xả khí (như thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, v.v..) được sử dụng. Cách thu gom khí là sục nitơ trong quá trình phản ứng, và việc lấy mẫu và thu gom bằng túi thu gom khí được thực hiện ở đầu xả khí.

Trong phương pháp của sáng chế, bằng cách sử dụng các đặc tính của môi trường hữu cơ lỏng là nó có thể được sử dụng làm môi trường để vận chuyển vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ lẫn làm các vật liệu ban đầu để nhiệt phân, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nghiền thành bột và tiếp theo được trộn với môi trường hữu cơ lỏng để vận chuyển; trong khí quyển tro hoặc trong chân không, hỗn hợp thu được được cho tiếp xúc liên tục với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong trường vi sóng, mà vật liệu hấp thụ sóng mạnh nêu trên nhanh chóng và liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong các vi sóng, theo đó liên tục nhiệt phân vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng để thực hiện vận hành liên tục. Phương pháp theo sáng chế là quy trình liên tục, có hiệu quả cao, và có khả năng áp dụng trong công nghiệp, và thành phần sản phẩm có giá trị gia tăng cao. Cụ thể, đã ngạc nhiên phát hiện ra rằng trong phương pháp của sáng chế, việc sử dụng kết hợp môi trường hữu cơ lỏng với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ đã tạo ra tác dụng hiệp đồng. Môi trường hữu cơ lỏng không chỉ tác động như môi trường vận chuyển đối với vật liệu rắn, mà còn thúc đẩy phản ứng nhiệt phân nhiệt độ cao của chúng với nhau, vì vậy phương pháp vận hành liên tục này cho hiệu quả nhiệt phân cao hơn và tạo ra các sản phẩm nhẹ hơn.

Theo khía cạnh khác, sáng chế còn đề xuất hệ thống để thực hiện phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ theo sáng chế, bao gồm:

a) thiết bị trộn, được sử dụng để trộn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng;

b) thiết bị vận chuyển, được sử dụng vận chuyển liên tục hỗn hợp thu được từ thiết bị trộn a) vào trường vi sóng; và

c) thiết bị tạo ra trường vi sóng, được sử dụng để cho hỗn hợp từ thiết bị vận chuyển b) tiếp xúc liên tục với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong khí quyển tro hoặc trong chân không, trong đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong trường vi sóng, theo đó liên tục nhiệt phân vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng cùng nhau.

Thiết bị trộn a) có thể là thiết bị trộn loại bất kỳ mà có thể trộn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng, tốt hơn là máy trộn có cơ cấu khuấy. Do đó, khu vực xử lý này cũng có thể được đề cập là khu vực trộn vật liệu hoặc khu vực khuấy vật liệu, và khu vực xử lý nêu trên chỉ khu vực hoạt động mà ở đó vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được trộn với môi trường hữu cơ lỏng.

Thiết bị c) để tạo ra trường vi sóng, như được mô tả ở trên, có thể là thiết bị vi sóng, như lò vi sóng gia dụng và thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng công nghiệp. Khu vực xử lý ở đây cũng có thể được đề cập là khu vực xử lý vi sóng. Khu vực xử lý bằng vi sóng chỉ khu vực hoạt động mà ở đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong trường vi sóng, vì vậy vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân cùng nhau.

Thiết bị vận chuyển b) có thể là loại thiết bị vận chuyển thuộc loại bất kỳ mà có thể vận chuyển hỗn hợp của chất rắn (như bột) và chất lỏng, như các loại bơm, gồm có nhưng không giới hạn ở các bơm nhu động, các bơm màng, các bơm chìm và các bơm trục vít, tốt hơn là các bơm nhu động và các bơm trục vít. Công suất định mức của bơm này có thể là 10W-100kW, tốt hơn là 50W-50kW, và tốt hơn nữa là 100W-30kW.

Bơm này có thể được bố trí giữa khu vực trộn vật liệu và khu vực xử lý bằng vi sóng. Thông qua bơm (như bơm nhu động), hỗn hợp của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng có thể được bổ sung liên tục vào bề mặt của vật liệu hấp thụ sóng mạnh nêu trên. Tốc độ bơm có thể đảm bảo việc tiếp xúc liên tục của hỗn hợp của các vật liệu rắn/lỏng được trộn và vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong trường vi sóng.

Ví dụ, phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ theo sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống như được thể hiện trên Fig.1.

Ví dụ thực hiện theo sáng chế

Sáng chế còn được minh họa bằng các ví dụ sau đây, nhưng nó không được dự định bị giới hạn bởi các ví dụ này.

Số liệu thử nghiệm trong các ví dụ được đo sử dụng các thiết bị và các phương pháp đo dưới đây:

1. Xác định phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ:

1) Trong trường hợp mà trong các nguyên liệu ban đầu, vật liệu khung làm việc vô cơ xốp được sử dụng, trọng lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp làm nguyên liệu ban đầu đầu tiên được xác định, và trọng lượng của vật liệu composit xốp thu được được xác định sau khi kết thúc thử nghiệm; sự chênh lệch về trọng lượng giữa hai lần đo này là trọng lượng của vật liệu cacbon được mang, theo đó phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp được xác định.

2) Trong trường hợp mà trong các nguyên liệu ban đầu, tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp được sử dụng, hai mẫu tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp có cùng trọng lượng được sử dụng. Một trong số chúng được sử dụng trong ví dụ theo sáng chế; và mẫu còn lại được sử dụng trong ví dụ đối chiếu, trong đó chỉ các bước c và d của phương pháp sản xuất như được mô tả ở trên được tiến hành. Sau khi kết thúc thử nghiệm, trọng lượng của vật liệu composit xốp thu được trong ví dụ theo sáng chế được cân, và trọng lượng cuối cùng của mẫu thu được trong ví dụ đối chiếu được cân; sự chênh lệch về trọng lượng giữa hai lần đo này là trọng lượng của vật liệu cacbon được mang, theo đó phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp được xác định.

2. Trừ khi được chỉ dẫn cụ thể nếu không việc phân tích sắc ký đối với khí được nhiệt phân trong các ví dụ và các ví dụ so sánh dưới đây được tiến hành sử dụng sắc ký khí Agilent 6890N được sản xuất bởi công ty Agilent, USA như sau.

Sắc ký khí Agilent 6890N được sản xuất bởi công ty Agilent, USA khi được sử dụng được trang bị bộ dò FID; sử dụng cột mao dẫn HP-PLOT Al_2O_3 (50m×0,53mm×15 μ m) làm cột chạy sắc ký; He làm khí mang, với tốc độ thẳng trung bình là 41cm/giây; nhiệt độ đầu nạp là 200°C; nhiệt độ của bộ dò là 250°C; tỷ lệ chia tách là 15:1; thể tích mẫu được tiêm là 0,25ml (thể khí); và chương trình tăng nhiệt độ, trong đó nhiệt độ ban đầu là 55°C và duy trì trong 3 phút; tiếp theo tăng lên đến 120°C ở 4°C/phút và duy trì trong 4 phút; tăng tiếp lên đến 170°C ở 20°C/phút và duy trì

trong 10 phút.

3. Đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu composit xốp được xác định theo cách như sau: đường kính lỗ của lỗ đơn lẻ được xác định bằng giá trị nhỏ nhất trong số các khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của lỗ đơn lẻ và đường bao của lỗ trên ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM), tiếp theo đường kính trung bình của lỗ được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị đường kính lỗ của tất cả các lỗ được thể hiện trên ảnh SEM. SEM được sử dụng là Hitachi S-4800 (Hitachi, Japan) có hệ số phóng đại bằng 200.

4. Phương pháp đo độ xốp: Độ xốp được xác định dựa trên GB/T 23561.4-2009.

5. Phương pháp đo cỡ hạt: Cỡ hạt được đo bằng kính hiển vi quang học (mẫu BX53M, Olympus). Cỡ hạt của hạt đơn lẻ được xác định giá trị lớn nhất trong số các khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của hạt đơn lẻ và đường bao ngoài của hạt này trên vi ảnh quan học (hệ số phóng đại là 200); và cỡ hạt trung bình được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị cỡ hạt của tất cả các hạt được thể hiện trên vi ảnh quang học.

Các vật liệu ban đầu được sử dụng trong các ví dụ đều có thể mua được trên thị trường.

Chuẩn bị vật liệu composit xốp

Ví dụ 1

(1) 500ml thể phân tán trong nước của graphen oxit (JCGO-95-1-2.6-W, 10mg/ml, Nanjing Ji Cang Nano Tech Co., LTD.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mở;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bột phenolic, đường kính lỗ trung bình là 300 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong thể phân tán trong nước của graphen oxit, sao cho thể phân tán đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 1 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô và khử sơ bộ; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò vi sóng gia dụng (700w, mẫu M1-

L213B, Midea) để xử lý bằng vi sóng trong điều kiện năng lượng cao trong 2 phút để khử graphen oxit đã khử sơ bộ thành graphen và cacbon hóa khung làm việc nhựa phenolic thành khung làm việc cacbon (đường kính lỗ trung bình là 200 μ m, và độ xốp là 99%), theo đó thu được vật liệu composit xốp có graphen được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, trong đó graphen chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 2

(1) 500ml thể phân tán của các ống nano cacbon (XFWDM, 100mg/ml, Nanjing XFNANO Các vật liệu Tech Co., Ltd.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mở;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bọt phenolic, đường kính lỗ trung bình là 200 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong thể phân tán của các ống nano cacbon, sao cho thể phân tán của các ống nano cacbon đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 80°C và được gia nhiệt trong 5 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ, và vật liệu composit xốp có các ống nano cacbon được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng (trong đó khung làm việc cacbon có đường kính lỗ trung bình là 140 μ m và độ xốp là 99%) thu được, trong đó các ống nano cacbon chiếm 30% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 3

(1) 500ml thể phân tán của các ống nano cacbon (XFWDM, 100mg/ml, Nanjing XFNANO Các vật liệu Tech Co., Ltd.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mở;

(2) 5g khung làm việc xốp giống sợi bông được cấu thành từ silicat (đường kính lỗ trung bình là 150 μ m, và độ xốp là 90%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong thể phân tán của các ống nano cacbon và được nén vài lần sao cho thể phân tán đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm

việc xếp với mức thích hợp; và

(3) vật liệu xếp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô và vật liệu composit xếp có các ống nano cacbon được mang trên khung làm việc xếp từ sợi silicat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó các ống nano cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xếp.

Ví dụ 4

(1) 30g bột nhựa phenolic (2123, Xinxiang Bomafengfan Industry Co., Ltd.) và 3,6g chất đóng rắn hexametylenetetramin được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, và hỗn hợp này được khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 5g khung làm việc xếp giống sợi bông được cấu thành từ silicat (đường kính lỗ trung bình là 150µm, và độ xếp là 90%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức và được nén vài lần, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xếp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xếp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xếp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xếp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xếp từ sợi silicat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 5% tổng khối lượng của vật liệu composit xếp.

Ví dụ 5

(1) 50g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xếp giống tấm xơ ép được cấu thành nhôm oxit (đường

kính lỗ trung bình là $100\mu\text{m}$, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 6% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 6

(1) 30g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, số hiệu mặt hàng: S104454, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm sợi được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là $100\mu\text{m}$, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 10KW trong 2 phút để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1200°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ to cacbon hóa tinh bột tan trong nước, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi

sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,1% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 7

(1) 50g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, số hiệu mặt hàng: S104454, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống bông sợi được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức và được nén vài lần, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 500W trong 2 giờ để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa tinh bột, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,2% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 8

(1) 2kg chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 4L etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bột phenolic, đường kính lỗ trung bình là 500 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ,

theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd.) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 20KW trong 100 phút trong khí quyển nitơ, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng (trong đó khung làm việc cacbon có đường kính lỗ trung bình là 350 μm và độ xốp là 99%) thu được, trong đó vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc cacbon vô cơ chiếm 80% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 9

(1) 0,3g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc nhỏ, rót vào đó 100ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 300g nhôm oxit hoạt tính (đường kính lỗ trung bình là 0,05 μm , và độ xốp là 30 %, Shandong Kaiou Chemical Technology Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch đi vào với mức thích hợp vào trong các đường dẫn trong lỗ của nhôm oxit hoạt tính;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên nhôm oxit hoạt tính (khung làm việc xốp) có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,05% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 10

(1) 30g bột nhựa phenolic (2123, Xinxiang Bomafengfan Industry Co., Ltd.) và 3,6g chất đóng rắn hexametylenetetramin được cân và được đặt trong cốc nhỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ magie oxit (đường kính lỗ trung bình là 100 μm , và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal

Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi magie oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 3% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 11

(1) 100g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ ziricon oxit (đường kính lỗ trung bình là $150\mu\text{m}$, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 3KW trong 20 phút để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 2 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa tinh bột, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc xốp từ sợi ziricon oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,5% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 12

(1) 50g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ bo nitrua (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi bo nitrua có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 5% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 13

(1) 100g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ silic cacbua (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi silic cacbua có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 14

(1) 100g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ kali titanat (đường kính lỗ trung bình là 100µm, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi kali titanat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Vận hành liên tục nhiệt phân bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ

Ví dụ 15

50g polyetylen tỷ trọng cao (HDPE, 3300F, Maoming Petrochemical) được nghiền thành bột ở nhiệt độ thấp (cỡ hạt sau khi nghiền vào khoảng 100 micron), và được khuấy toàn bộ bằng 100g dầu cọ (mua được trên thị trường) trong bình ba cổ. 30g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1 được đặt trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, khay này được sục nitơ ở tốc độ dòng 500ml/phút trong 10 phút, sau

đó điều chỉnh tốc độ dòng đến 100ml/ phút, thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) được bắt đầu với công suất là 1000W, các vật liệu nêu trên liên tục được bổ sung qua ống mao dẫn bằng thạch anh ở tốc độ khoảng 2 g/phút sử dụng bơm nhu động (bơm nhu động chính xác LongerPump BT100-2J) vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, và được nhiệt phân liên tục thành các khí, được thu gom bằng túi thu gom khí ở đầu xả khí. Các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, và các kết quả phân tích được nêu trong Bảng 1.

30g polypropylen (PP, F280, Shanghai Petrochemical) được nghiền thành bột ở nhiệt độ thấp (cỡ hạt sau khi nghiền vào khoảng 100 micron), và được khuấy với 30g dầu đậu nành (mua được trên thị trường) trong bình ba cổ. 50g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 6 được đặt trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, khay này được sục nitơ ở tốc độ dòng 500ml/phút trong 10 phút, sau đó điều chỉnh tốc độ dòng đến 100ml/ phút, thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) được bắt đầu với công suất là 1500W, các vật liệu nêu trên liên tục được bổ sung qua ống mao dẫn bằng thạch anh ở tốc độ khoảng 2 g/phút sử dụng bơm nhu động (bơm nhu động chính xác LongerPump BT100-2J) vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, và được nhiệt phân liên tục thành các khí, được thu gom bằng túi thu gom khí ở đầu xả khí. Các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, và các kết quả phân tích cũng được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan, Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propy- len % thể tích	Axetylen, Propyn % thể tích	1-Buten, isobuten, % thể tích	1,3- Buta- dien % thể tích	Các chất khác % thể tích
HDPE+ dầu cọ	12	4	43	15	4	6	7	9
PP+ dầu đậu nành	14	6	37	20	4	7	5	7

Ví dụ 16

Ví dụ 15 được lặp lại, ngoại trừ dầu đậu nành được thay thế bằng dầu cọ và polyetylen tỷ trọng cao được thay thế bằng polyetylen tỷ trọng thấp, và các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký như sau: sản phẩm khí thu gom được sau khi nhiệt phân được phân tích sử dụng máy phân tích khí tinh luyện (HP Agilent 7890 A, được tạo

cấu hình với 3 kênh, gồm có 1 FID và 2 TCDs (bộ dò tính dẫn nhiệt)) theo phương pháp ASTM D1945-14. Các hydrocacbon được phân tích trên kênh FID. Một TCD sử dụng khí mang nitơ được sử dụng để xác định nồng độ hydro, do có sự chênh lệch nhỏ giữa độ dẫn của khí mang hydro và khí mang heli. TCD còn lại sử dụng heli làm khí mang được sử dụng để phát hiện CO, CO₂, N₂, và O₂. Để phân tích định lượng, hệ số đáp ứng được xác định bằng cách sử dụng các tiêu chuẩn khí hiệu chuẩn RGA (phân tích khí tinh luyện). Các kết quả phân tích được nêu trong Bảng 2-1.

Ngoài ra, để so sánh, các thử nghiệm gián đoạn sau đây được thực hiện.

Phương pháp gián đoạn PE: 50g polyetylen tỷ trọng thấp (LDPE, LD600, Yanshan Petrochemical) được nghiền thành bột ở nhiệt độ thấp và được đặt trong bình ba cổ. 30g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1 được đặt trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, vật liệu nêu trên được bổ sung vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, khay này được sục nitơ ở tốc độ dòng 500ml/phút trong 10 phút, sau đó điều chỉnh tốc độ dòng đến 100ml/ phút, thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) được bắt đầu với công suất là 1000W, vật liệu nêu trên được bổ sung vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, và được nhiệt phân thành các khí, được thu gom bằng túi thu gom khí ở đầu xả khí. Như đã nêu trước đó trong ví dụ này, các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, và các kết quả phân tích được nêu trong Bảng 2-1.

Phương pháp gián đoạn PP: 30g polypropylen (PP, F280, Shanghai Petrochemical) được nghiền thành bột ở nhiệt độ thấp và được đặt trong bình ba cổ. 50g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 6 được đặt trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, khay này được sục nitơ ở tốc độ dòng 500ml/phút trong 10 phút, sau đó điều chỉnh tốc độ dòng đến 100ml/ phút, thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) được bắt đầu với công suất là 1500W, vật liệu nêu trên được bổ sung vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, và được nhiệt phân liên tục thành các khí, được thu gom bằng túi thu gom khí ở đầu xả khí. Như đã nêu trước đó trong ví dụ này, các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, và các kết quả phân tích cũng được thể hiện trong Bảng 2-1.

Ngoài ra, dưới dạng tham chiếu, một thử nghiệm tương tự cũng được thực hiện

sử dụng 100 g dầu cọ thay cho polyetylen tỷ trọng thấp nêu trên, và các kết quả phân tích được nêu trong Bảng 2-1.

Bảng 2-1

Sản phẩm/% trọng lượng		Dầu cọ	PE	PP	Dầu cọ +PE	Dầu cọ +PP
Pha rắn		22,0	8,5	3,3	14,0	5,4
Pha lỏng		6,6	41,2	32,5	8,3	1,1
Pha khí		71,4	50,3	64,2	77,7	93,5
Thành phần của pha khí	Hydro	3,3	0,8	0,5	1,8	2,1
	Cacbon monoxit	15,5	1,4	0,8	12,9	9,7
	Cacbon dioxit	12,8	0	0	10,1	7,9
	Metan	24,1	19,2	8,3	16,0	20,7
	Etan	2,7	4,6	4,8	3,3	3,2
	Etylen	30,3	30,3	14,0	26,6	32,0
	Propan	0,3	2,0	4,0	2,0	1,0
	Propylen	4,5	22,6	52,5	15,1	16,1
	Axetylen	1,8	1,6	0,2	1,2	1,0
	1-Buten	0,2	1,3	1,0	1,8	0,1
	1,3-Butadien	0,6	4,2	1,7	1,4	1,1
	Benzen	1,4	0,1	0,1	0,2	0,2
	Các chất khác (bao gồm butan, allen, 2-Buten, isobuten, Propyn, v.v.)	2,5	11,9	12,1	7,6	4,9
	Hiệu suất dien	24,8	26,6	42,7	32,4	45,0

Từ số liệu trong Bảng 2-1, có thể thấy rằng tỷ lệ của các sản phẩm ở pha khí thu được bằng phương pháp vận hành liên tục sử dụng cả dầu cọ lẫn polyetylen cao hơn đáng kể so với tỷ lệ của các sản phẩm ở pha khí thu được bằng phương pháp vận hành gián đoạn sử dụng một mình polyetylen và một mình dầu cọ. Rõ ràng là việc sử dụng kết hợp dầu cọ với polyetylen đã tạo ra tác dụng hiệp đồng. Dầu cọ không chỉ thực hiện chức năng làm môi trường vận chuyển cho polyetylen mà nó còn thúc đẩy phản ứng nhiệt phân ở nhiệt độ cao của cả hai thành phần này, làm cho phương pháp vận hành liên tục có hiệu quả nhiệt phân cao hơn và tạo ra các sản phẩm nhẹ hơn.

Ngoài ra, cacbon hoạt tính được sử dụng để thay thế vật liệu composit xốp theo Ví dụ 1 hoặc 6 để lặp lại thử nghiệm nêu trên. Các kết quả phân tích được nêu trong Bảng 2-2.

Bảng 2-2

Sản phẩm/% trọng lượng	Dầu cọ	PE	PP	Dầu cọ +PE	Dầu cọ +PP
Pha rắn	15	6,3	3,1	9,8	5,2
Pha lỏng	42,1	50,3	45,7	31,7	18,8

Pha khí		42,9	43,4	51,2	58,5	76
Thành phần của pha khí	Hydro	2,9	0,7	0,4	1,5	1,9
	Cacbon monoxit	13,2	1,1	0,6	12,3	8,6
	Cacbon dioxit	11,7	0	0	9,8	6,3
	Metan	20,6	19,6	8,1	10,2	17,9
	Etan	2,9	4,4	4,5	3,5	3,5
	Etylen	32,3	28,4	14,5	29,8	35
	Propan	0,4	2,3	4,3	2,5	1,1
	Propylen	5,1	23,8	50,3	17,3	18,1
	Axetylen	1,9	1,6	0,2	1,1	1,1
	1-Buten	0,3	1,5	1,5	1,7	0,1
	1,3-Butadien	0,7	4,4	1,9	1,4	1,2
	Benzen	1,6	0,1	0,1	0,2	0,2
	Các chất khác (bao gồm butan, Allen, 2-Buten, isobuten, Propyn, v.v.)	6,4	12,1	13,6	8,7	5

Từ số liệu trong Bảng 2-2, có thể thấy rằng khi cacbon hoạt tính được sử dụng làm vật liệu hấp thụ sóng mạnh, tác dụng hiệp đồng sẽ thu được. Tỷ lệ của các sản phẩm ở pha khí thu được bằng phương pháp vận hành liên tục sử dụng cả dầu cọ lẫn polyetylen cao hơn đáng kể so với tỷ lệ của các sản phẩm ở pha khí thu được bằng phương pháp vận hành gián đoạn sử dụng một mình polyetylen và một mình dầu cọ. Dầu cọ không chỉ thực hiện chức năng làm môi trường vận chuyển cho polyetylen mà nó còn thúc đẩy phản ứng nhiệt phân ở nhiệt độ cao của cả hai thành phần này, làm cho phương pháp vận hành liên tục có hiệu quả nhiệt phân cao hơn và tạo ra các sản phẩm nhẹ hơn so với phương pháp gián đoạn.

Ngoài ra, khi so sánh Bảng 2-2 với Bảng 2-1, có thể thấy rằng tỷ lệ của các sản phẩm ở pha khí thu được khi nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng được thực hiện sử dụng vật liệu composit xốp cụ thể mà có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng cao hơn đáng kể so với tỷ lệ thu được khi sử dụng cacbon hoạt tính, theo đó phương pháp sử dụng vật liệu composit xốp có hiệu quả nhiệt phân cao hơn, tạo ra các sản phẩm nhẹ, và tạo ra các sản phẩm có giá trị gia tăng cao hơn.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1 Lò vi sóng
- 2 Thiết bị phản ứng bằng thạch anh
- 3 Bơm nhu động
- 4 Các vật liệu ban đầu
- 5 Thiết bị đo dòng khí

6, 7 Bẫy làm nguội

8 Đường nước đá

9 Bộ lọc bông

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành liên tục để nhiệt phân ở nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước sau đây được thực hiện liên tục:

trộn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng;

vận chuyển hỗn hợp thu được vào trường vi sóng; và

trong trường vi sóng, trong khí quyển trơ hoặc trong chân không, cho hỗn hợp này tiếp xúc liên tục với vật liệu hấp thụ sóng mạnh, trong đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao nằm trong khoảng từ 500 đến 3000°C trong trường vi sóng, sao cho vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân liên tục.

2. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, môi trường hữu cơ lỏng chỉ môi trường mà ở dạng lỏng ở nhiệt độ 60°C và chứa ít nhất một nguyên tử cacbon.

3. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ bao gồm 10%-90% khối lượng tính theo tổng khối lượng của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng.

4. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ trọng lượng của lượng vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nạp trong một phút so với vật liệu hấp thụ sóng mạnh là 1:99-99:1.

5. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, trường vi sóng được tạo ra bằng thiết bị vi sóng, năng lượng vi sóng của trường vi sóng là 200W-100KW.

6. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nghiền thành bột trước khi được trộn với môi trường hữu cơ lỏng.

7. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, vật liệu hấp thụ sóng mạnh là một vật liệu được chọn từ nhóm gồm có cacbon hoạt tính, muối cacbon, graphit, sợi cacbon,

silic cacbua, các oxit kim loại và vật liệu composit xốp có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, hoặc hỗn hợp của chúng.

8. Phương pháp theo điểm 7, khác biệt ở chỗ, vật liệu composit xốp mà có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng bao gồm khung làm việc vô cơ xốp, và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp.

9. Phương pháp theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của vật liệu cacbon là 0,001%-99% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp; và/hoặc

hồ quang điện được tạo ra bởi vật liệu composit xốp trong trường vi sóng làm cho nhiệt độ của vật liệu composit xốp đạt đến trên 1000°C; và/hoặc

vật liệu cacbon được chọn từ nhóm gồm có graphen, các ống nano cacbon, các sợi nano cacbon, graphit, muối cacbon, các sợi cacbon, các chấm lượng tử cacbon, các dây dẫn nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các hỗn hợp của chúng; và/hoặc

khung làm việc vô cơ xốp là vật liệu vô cơ có cấu trúc xốp, được chọn từ nhóm gồm có cacbon, silicat, aluminat, borat, phosphat, germanat, titanat, oxit, nitrua, cacbua, borua, sulfua, silicua, và halogenua và các hỗn hợp của chúng.

10. Phương pháp theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm bước tạo ra vật liệu composit xốp bằng phương pháp bao gồm các bước sau:

(1) nhúng chìm khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp vào trong dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán này;

(2) gia nhiệt và làm khô vật liệu xốp thu được ở bước (1), sao cho vật liệu cacbon hoặc tiền chất của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đóng rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên;

(3) thực hiện thêm bước sau đây nếu ít nhất một trong số tiền chất của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được sử dụng làm vật liệu ban đầu: gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước (2) trong khí quyển khí trơ để

chuyển hóa tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền chất của vật liệu cacbon.

11. Phương pháp theo điểm 10, khác biệt ở chỗ,

dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của nó ở bước (1) bao gồm dung môi được chọn từ nhóm gồm có benzen, toluen, xylen, triclobenzen, clorofom, xyclohexan, etyl caproat, butyl axetat, cacbon disulfua, keton, axeton, xyclohexanon, tetrahydrofuran, dimetylformamit, nước và rượu, và các hỗn hợp của chúng; và/hoặc

nồng độ của dung dịch hoặc thể phân tán ở bước (1) là 0,001-1 g/mL; và/hoặc

ở bước (1), vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon bao gồm 0,001%-99,999% tổng khối lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon.

12. Phương pháp theo điểm 10, khác biệt ở chỗ,

việc gia nhiệt và làm khô ở bước (2) được tiến hành ở nhiệt độ 50-250°C.

13. Phương pháp theo điểm 10, khác biệt ở chỗ,

tiền chất của khung làm việc vô cơ xốp được chọn từ nhóm gồm có các tiền chất của gốm, các vật liệu xốp được cấu thành từ chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các vật liệu xốp được cấu thành từ hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các hỗn hợp của chúng; và/hoặc

tiền chất của vật liệu cacbon là graphen oxit, các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, các sợi cacbon cải biến, chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các hỗn hợp của chúng; và/hoặc

việc gia nhiệt ở bước (3) được tiến hành ở nhiệt độ 400-1800°C.

14. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ là vật liệu polyme tổng hợp thải bỏ hoặc vật liệu polyme tự nhiên thải bỏ.

15. Hệ thống để thực hiện phương pháp theo điểm 1, bao gồm

a) thiết bị trộn, được sử dụng để trộn vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ với môi trường hữu cơ lỏng;

b) thiết bị vận chuyển, được sử dụng vận chuyển liên tục hỗn hợp thu được từ thiết bị trộn a) vào trường vi sóng; và

c) thiết bị tạo ra trường vi sóng, được sử dụng để liên tục cho hỗn hợp từ thiết bị vận chuyển b) tiếp xúc với vật liệu hấp thụ sóng mạnh trong khí quyển tro hoặc trong chân không, trong đó vật liệu hấp thụ sóng mạnh liên tục tạo ra nhiệt độ cao trong trường vi sóng, sao cho vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và cùng với môi trường hữu cơ lỏng được nhiệt phân liên tục.

16. Hệ thống theo điểm 15, khác biệt ở chỗ,

thiết bị trộn a) là máy trộn có cơ cấu khuấy; và/hoặc

thiết bị vận chuyển b) là bơm; và/hoặc

thiết bị tạo ra trường vi sóng là thiết bị vi sóng.

17. Phương pháp theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, môi trường hữu cơ lỏng là một môi trường được chọn từ nhóm gồm có các dầu hydrocacbon, các dầu thực vật, các dầu silicon, các dầu este, các phosphat este và các rượu, hoặc hỗn hợp của chúng.

18. Phương pháp theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, môi trường hữu cơ lỏng là một môi trường được chọn từ nhóm gồm có dầu thô, naphta, dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương, dầu đậu nành, dầu lạc, dầu hạt lanh và dầu hải ly.

19. Phương pháp theo điểm 3, khác biệt ở chỗ, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ bao gồm 30%-75% khối lượng tính theo tổng khối lượng của vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ và môi trường hữu cơ lỏng.

20. Phương pháp theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ trọng lượng của lượng vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ được nạp trong một phút so với vật liệu hấp thụ sóng mạnh là 1:30-30:1.

21. Phương pháp theo điểm 5, khác biệt ở chỗ, năng lượng vi sóng của trường vi sóng là 500W-60KW.
22. Phương pháp theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, cỡ hạt sau khi nghiền thành bột là 0,001-10 mm.
23. Phương pháp theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, cỡ hạt sau khi nghiền thành bột là 0,05-5 mm.
24. Phương pháp theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp là 0,01-1000 μm .
25. Phương pháp theo điểm 24, khác biệt ở chỗ, đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp là 0,2-500 μm .
26. Phương pháp theo điểm 24, khác biệt ở chỗ, đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp là 0,5-250 μm .
27. Phương pháp theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, độ xốp của khung làm việc vô cơ xốp là 10%-99,9%.
28. Phương pháp theo điểm 27, khác biệt ở chỗ, độ xốp của khung làm việc vô cơ xốp là 30%-99%.
29. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của vật liệu cacbon là 0,1%-80% tính trên tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.
30. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, vật liệu cacbon có thể cacbon hóa được chọn từ nhóm gồm có các hợp chất polyme hữu cơ tổng hợp và các hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên.
31. Phương pháp theo điểm 30, khác biệt ở chỗ, các hợp chất polyme hữu cơ tổng hợp

được chọn từ nhóm gồm có các cao su, hoặc nhựa, gồm có nhựa rắn nhiệt và chất dẻo nhiệt, và các hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên được chọn từ nhóm gồm có tinh bột, xơ visco, lignin và xenluloza.

32. Phương pháp theo điểm 31, khác biệt ở chỗ, các hợp chất polyme hữu cơ tổng hợp được chọn từ nhóm gồm có nhựa epoxy, nhựa phenolic, nhựa furan, polystyren, copolyme styren-divinylbenzen, polyacrylonitril, polyanilin, polypyrrol, polythiophen, cao su styren butadien, cao su polyuretan và các hỗn hợp của chúng.

33. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, hỗn hợp này bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa là hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa và chất hữu cơ không chứa kim loại và/hoặc chất vô cơ không chứa kim loại khác.

34. Phương pháp theo điểm 33, khác biệt ở chỗ, hỗn hợp này bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa được chọn từ nhóm gồm có than đá, dầu hắc ín tự nhiên, dầu hắc ín từ dầu mỏ hoặc dầu nhựa than đá và các hỗn hợp của chúng.

35. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ,

oxit được chọn từ nhóm gồm có nhôm oxit, silic oxit, ziricon oxit, magie oxit, xeri oxit, và titan oxit và các hỗn hợp của chúng;

nitrua được chọn từ nhóm gồm có silic nitrua, bo nitrua, ziricon nitrua, hafini nitrua, và tantan nitrua và các hỗn hợp của chúng;

cacbua được chọn từ nhóm gồm có silic cacbua, ziricon cacbua, hafini cacbua, và tantan cacbua và các hỗn hợp của chúng;

borua được chọn từ nhóm gồm có ziricon borua, hafini borua, và tantan borua và các hỗn hợp của chúng.

36. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khung làm việc vô cơ xốp là ít nhất một trong số khung làm việc sau đây: khung làm việc cacbon thu được sau khi cacbon hóa bột polyme, khung làm việc xốp được cấu thành bởi các sợi vô cơ, khung làm việc từ bột vô cơ, khung làm việc được cấu thành bởi bằng cách gói các hạt vô cơ, khung làm việc xốp từ gốm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc xốp từ gốm,

khung làm việc từ sợi gồm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc từ sợi gồm.

37. Phương pháp theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khung làm việc vô cơ xốp là ít nhất một khung làm việc được chọn từ khung làm việc sau khi cacbon hóa bột melanin, khung làm việc sau khi cacbon hóa bột nhựa phenolic, khung làm việc xốp từ sợi nhôm silicat, khung làm việc xốp từ sợi mulit, khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit, khung làm việc xốp từ sợi ziricon oxit, khung làm việc xốp từ sợi magie oxit, khung làm việc xốp từ sợi bo nitrua, khung làm việc xốp từ sợi bo cacbua, khung làm việc xốp từ sợi silic cacbua, khung làm việc xốp từ sợi kali titanat, và khung làm việc từ sợi gồm thu được sau khi nung tiền chất của khung làm việc từ sợi gồm.

38. Phương pháp theo điểm 11, khác biệt ở chỗ, dung môi trong dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền chất của nó ở bước (1) là nước và/hoặc etanol.

39. Phương pháp theo điểm 11, khác biệt ở chỗ, ở bước (1), vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon bao gồm 0,1%-99,9% tổng khối lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền chất của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon và/hoặc tiền chất của vật liệu cacbon.

40. Phương pháp theo điểm 14, khác biệt ở chỗ, vật liệu rắn bao gồm chất hữu cơ là một trong số các chất thải nhựa, các chất thải cao su, các chất thải sợi và các chất thải sinh khối hoặc hỗn hợp của chúng.

41. Phương pháp theo điểm 40, khác biệt ở chỗ,

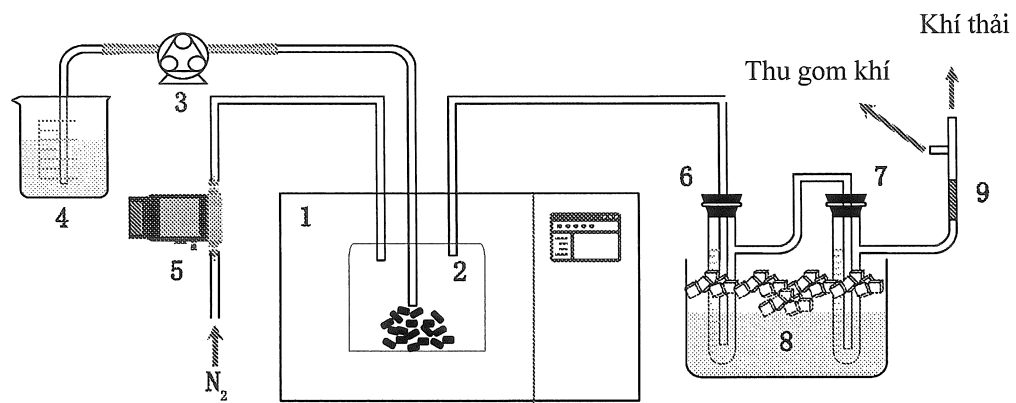
nhựa nêu trên là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm có các polyolefin, các polyeste, các polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycarbonat, axit polylactic, polyuretan, polymetyl metacrylat, polyoxymetylen, polyphenylen ete và polyphenylen sulfua;

cao su nêu trên là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su nitril, cao su isopren, cao su etylen propylen, cao su butyl, cao su cloropren, copolyme khối styrenic và cao su

silicon;

sợi nêu trên tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm sợi polypropylen, sợi acrylic, vinylon, nylon, sợi polyeste, sợi polyvinyl clorua và spandex;

sinh khối nêu trên tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm rơm, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, rơm lúa gạo, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cò và bẹ ngô.

**Fig. 1**