



(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)



1-0041763

(51)^{2020.01} C10L 5/44

(13) B

(21) 1-2020-02133

(22) 01/10/2018

(86) PCT/JP2018/036673 01/10/2018

(87) WO 2019/069849 A1 11/04/2019

(30) 2017-194513 04/10/2017 JP

(45) 25/11/2024 440

(43) 27/07/2020 388

(73) Mitsubishi UBE Cement Corporation (JP)

2-1-1, Uchisaiwaicho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8521 Japan

(72) HIRAIWA, Yuusuke (JP); HAYASHI, Shigeya (JP); OOI, Nobuyuki (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) NHIÊN LIỆU SINH KHỐI DẠNG RẮN

(57) Sáng chế đề cập đến nhiên liệu sinh khối dạng rắn có đặc tính tự nung nóng thấp. Sáng chế đề cập đến nhiên liệu sinh khối dạng rắn, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì và nhiên liệu này có nhiệt độ đạt tới tối đa nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances".

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nhiên liệu sinh khối dạng rắn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trước đây, các nhiên liệu rắn thu được bằng cách ép khuôn các sinh khối trên cơ sở gỗ là đã biết. Tuy nhiên, chúng có các vấn đề là khó xử lý chúng do chúng phân rã khi tiếp xúc với nước mưa và tương tự trong thời gian bảo quản ngoài trời, và ngoài ra nhu cầu oxy hóa học (chemical oxygen demand, COD) của nước xả ra tăng lên do sự rửa trôi của các chất hữu cơ như hắc ín và chất tương tự. Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp thu được nhiên liệu rắn bao gồm thực hiện bước ép khuôn và nung nóng sau bước nổ hơi nước nguyên liệu trên cơ sở thực vật, trong đó nhiên liệu rắn thu được này không phân rã khi tiếp xúc với nước mưa và tương tự trong thời gian bảo quản ngoài trời mặc dù chất kết dính và chất tương tự không được sử dụng, và ngoài ra, sự rửa trôi của thành phần hắc ín được ngăn chặn và COD trong nước xả ra được giảm đi. Tài liệu sáng chế 2 mô tả nhiên liệu sinh khối dạng rắn đạt được COD giảm trong nước xả ra và có đặc tính phân rã thấp. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 thu được bằng cách ép khuôn sinh khối thành các khối sinh khối chưa nung nóng và nung nóng chúng. Do phương pháp này không bao gồm bước nổ hơi nước, sự tăng chi phí có thể được ngăn chặn so với phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn được mô tả trong tài liệu sáng chế 1.

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO2014/087949

Tài liệu sáng chế 2: WO2016/056608

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2, các nghiên cứu về đặc tính tự nung nóng của các nhiên liệu rắn là không đủ. Mục đích của sáng chế là đề xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn có đặc tính tự nung nóng thấp và dễ vận chuyển và bảo quản.

Cách thức giải quyết vấn đề

Một phương án của sáng chế đề cập đến các vấn đề sau.

1. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì, và nhiên liệu này có nhiệt độ đạt tới tối đa nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances".
2. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo mục 1 nêu trên, có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) từ 65,0 đến 95,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu từ 0,10 đến 0,45.
3. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo mục 1 hoặc 2 nêu trên, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì sau khi ngâm trong nước.
4. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3 nêu trên, trong đó

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây cao su, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 74,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,37;

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây keo, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,285;

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae), và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,2% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,295;

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây thông (*Pinus radiata*), và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,295;

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 71,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,405; hoặc

nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 74,3% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,34.

5. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 4 nêu trên, nhiên liệu này thu được bằng cách ép khuôn sinh khối nghiền thành bột thành các khối sinh khối chưa nung nóng, và nung nóng các khối sinh khối chưa nung nóng này.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra nhiên liệu sinh khối dạng rắn có đặc tính tự nung nóng thấp và dễ vận chuyển và bảo quản, và phương pháp sản xuất nhiên liệu này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn và nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng của các nhiên liệu rắn.

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa các nhiệt độ hóa rắn và các diện tích

bề mặt riêng theo phương pháp BET của các nhiên liệu rắn.

Fig.3A là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn của các nhiên liệu rắn và nồng độ của khí O_2 tạo ra theo thử nghiệm phân tích khí tạo ra.

Fig.3B là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn của các nhiên liệu rắn và nồng độ của khí CO tạo ra theo thử nghiệm phân tích khí tạo ra.

Fig.3C là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn của các nhiên liệu rắn và nồng độ của khí CO_2 tạo ra theo thử nghiệm phân tích khí tạo ra.

Fig.4 hình vẽ sơ lược thể hiện cơ chế (đánh giá) của sự phát triển các liên kết ngang hóa rắn trong PBT.

Fig.5 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích FT-IR của mặt ngoài của các viên nhiên liệu rắn.

Fig.6 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích FT-IR của tâm mặt cắt ngang của các viên nhiên liệu rắn.

Fig.7 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích FT-IR của dung dịch chiết bằng axeton của các nhiên liệu rắn.

Fig.8 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích FT-IR của chất rắn của các nhiên liệu rắn sau khi chiết bằng axeton.

Fig.9 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích GC-MS của dung dịch chiết bằng axeton của các nhiên liệu rắn.

Fig.10 là ảnh chụp thể hiện hình dạng của viên sau khi các nhiên liệu rắn được ngâm trong dung dịch nước muối sinh lý.

Fig.11 hình vẽ sơ lược thể hiện sự phân bố của natri trước và sau khi các nhiên liệu rắn được ngâm trong nước muối sinh lý.

Fig.12 là đồ thị thể hiện TG của các nhiên liệu rắn.

Fig.13 là đồ thị thể hiện DTA của các nhiên liệu rắn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một phương án của nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế là nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được bằng cách ép khuôn sinh khối nghiền thành bột làm nguyên liệu, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột này được duy trì và nhiên liệu này có nhiệt độ đạt tới tối đa nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances". Do đó, nhiên liệu rắn này dễ vận chuyển và bảo quản.

Nhiên liệu rắn theo sáng chế là sản phẩm dạng rắn được nung nóng thu được bằng các bước bao gồm bước ép khuôn để nén và ép khuôn sinh khối đã được nghiền và nghiền thành bột tới trạng thái mảnh vụn hoặc bột thành các khối sinh khối, và bước nung nóng để nung nóng các khối sinh khối sau bước ép khuôn. Sản phẩm ép khuôn dạng rắn này được sử dụng làm nhiên liệu (tương ứng với PBT nêu dưới đây). Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và có các đặc tính thích hợp hơn (ví dụ, độ bền nước và khả năng nghiền) có thể thu được bằng cách điều chỉnh, ví dụ, loài cây của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng (đôi khi ở đây được gọi là "nhiệt độ hóa rắn") và tương tự. Giá trị phân tích gần đúng (phân tích trong công nghiệp), giá trị phân tích cuối cùng (phân tích nguyên tố), và nhiệt trị cao trong bản mô tả này là dựa trên JIS M 8812, 8813, và 8814. Ở đây, sinh khối để làm nguyên liệu còn được gọi đơn giản là "nguyên liệu" hoặc "sinh khối", các khối sinh khối thu được bằng quá trình ép khuôn trước bước nung nóng còn được gọi là "các khối sinh khối chưa nung nóng", và nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được còn được gọi đơn giản là "nhiên liệu rắn".

Theo một phương án của sáng chế, nhiên liệu sinh khối dạng rắn có, ví dụ, lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro (còn được gọi là "daf")) tốt hơn

là bằng hoặc lớn hơn 65,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 68,0% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70,0% trọng lượng, và giới hạn trên của nó là thấp hơn lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn chưa được nung nóng (khối sinh khối chưa được nung nóng, tương ứng với WP được mô tả sau đây) thu được bằng cách ép khuôn sinh khối nghiền thành bột của nguyên liệu này, và ví dụ, bằng hoặc thấp hơn 95% trọng lượng, tốt hơn là bằng hoặc thấp hơn 88% trọng lượng. Như được thể hiện trong các ví dụ sau đây, tác giả sáng chế đã phát hiện được rằng có sự tương quan giữa sự tăng nhiệt độ do đặc tính tự nung nóng của nhiên liệu rắn và lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn. Tức là, bằng cách điều chỉnh lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn, có thể ngăn chặn nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng tới giá trị nhỏ hơn 200°C.

Theo một phương án của sáng chế, nhiên liệu sinh khối dạng rắn có, ví dụ, tỷ lệ nhiên liệu (cacbon liên kết / chất dễ bay hơi) tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,45, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,42, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,40. Giới hạn dưới của nó là lớn hơn tỷ lệ nhiên liệu của nhiên liệu rắn chưa được nung nóng (các khối sinh khối chưa nung nóng, tương ứng với WP được mô tả sau đây) thu được bằng cách ép khuôn sinh khối nghiền thành bột của nguyên liệu này, và ví dụ, bằng hoặc lớn hơn 0,10.

Theo một phương án của sáng chế, nhiên liệu sinh khối dạng rắn có, ví dụ, nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) tốt hơn là từ 4500 đến 7000 (kcal / kg), tốt hơn nữa là từ 4500 đến 6000 (kcal / kg).

Theo một phương án của sáng chế, nhiên liệu sinh khối dạng rắn có, ví dụ, tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) tốt hơn là từ 0,440 đến 0,700, tốt hơn nữa là từ 0,440 đến 0,650, còn tốt hơn nữa là từ 0,500 đến 0,650, và còn tốt hơn nữa là từ 0,500

đến 0,600. Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là từ 1,100 đến 1,350.

Trong nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế, nhu cầu oxy hóa học (COD) của nước ngâm được sử dụng để ngâm nước tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 3000 mg/l, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 1000 mg/l. Ở đây, COD của nước ngâm được sử dụng để ngâm nước của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (theo cách đơn giản có thể được gọi là "COD") để chỉ giá trị COD được phân tích theo JIS K0102 (2010)-17 của mẫu nước ngâm để xác định COD được chuẩn bị theo Thông báo của Cơ quan môi trường Nhật Bản số 13 "(A) a method for detecting a metal or the like contained in an industrial waste", 1973.

Nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được sau bước nung nóng có, nhưng không bị giới hạn ở, chỉ số khả năng nghiền Hardgrove (Hardgrove grindability index, HGI) theo JIS M 8801 tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 15 và bằng hoặc nhỏ hơn 70, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 20 và bằng hoặc nhỏ hơn 60. Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,10 m²/g đến 0,80 m²/g, tốt hơn nữa là từ 0,11 m²/g đến 0,80 m²/g, còn tốt hơn nữa là từ 0,15 m²/g đến 0,80 m²/g. Trong nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế, sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì sau khi ngâm trong nước, và hàm lượng ẩm cân bằng sau khi ngâm trong nước tốt hơn là từ 10 đến 65% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 15 đến 65% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là từ 15 đến 50% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là từ 15 đến 45% trọng lượng. Khi nhiên liệu sinh khối dạng rắn có các đặc tính vật lý nằm trong các khoảng nêu trên, COD của nước xả ra trong quá trình bảo quản có thể giảm đi, sự phân rã có thể giảm đi và khả năng xử lý trong quá trình bảo quản có thể được cải thiện.

Nguyên liệu của nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế là không bị giới hạn cụ thể, nhưng theo một phương án, nguyên liệu này bao gồm ít nhất một nguyên

liệu được chọn từ nhóm bao gồm cây cao su; cây keo; các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae); cây thông (*Pinus radiata*); hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô; và hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam. Cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô có thể được sử dụng một mình làm nguyên liệu sinh khối, nhưng tốt hơn là hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại cây trong số các cây này, tốt hơn nữa hỗn hợp của ba loại cây trong số các cây này. Cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam có thể được sử dụng một mình làm nguyên liệu sinh khối, nhưng tốt hơn là hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại cây trong số các cây này, tốt hơn nữa hỗn hợp của ba loại cây trong số các cây này. Do nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế không cần bước nở hơi nước và không sử dụng chất kết dính, sự tăng chi phí được ngăn chặn.

Ngoài ra, các nguyên liệu có thể còn bao gồm loài cây khác khác với các loài cây nêu trên. Theo một phương án của sáng chế, hàm lượng của ít nhất một nguyên liệu được chọn từ nhóm bao gồm cây cao su; cây keo; các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae); cây thông (*Pinus radiata*); hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô; và hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng trong tổng trọng lượng của các nguyên liệu sinh khối.

Cỡ hạt của các hạt sinh khối nghiền thành bột là không bị giới hạn cụ thể, nhưng cỡ hạt trung bình tốt hơn là khoảng từ 100 μ m đến 3000 μ m, và tốt hơn nữa là từ 400 μ m đến 1000 μ m. Để làm phương pháp xác định cỡ hạt của các hạt sinh khối nghiền thành bột, các phương pháp đo đã biết có thể được sử dụng. Như được mô tả sau đây, do trong nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) theo sáng chế, sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì bởi sự liên kết ngang hóa rắn, cỡ hạt của các hạt sinh khối nghiền thành bột là không bị giới hạn cụ thể miễn là nó nằm trong khoảng có thể ép khuôn. Ngoài ra, do việc nghiền thành

bột mịn trở thành nguyên nhân làm tăng chi phí, cỡ hạt có thể nằm trong khoảng đã biết miễn là cả chi phí và khả năng ép khuôn có thể cùng đạt được.

Như đã mô tả ở trên, nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế được tạo ra bằng phương pháp bao gồm bước ép khuôn và bước nung nóng sau đó. Trong bước ép khuôn, các khối sinh khối được tạo ra bằng cách sử dụng các kỹ thuật ép khuôn đã biết. Các khối sinh khối này tốt hơn là ở dạng viên hoặc bánh, và kích thước của nó là tùy ý. Trong bước nung nóng, các khối sinh khối đã ép khuôn được nung nóng dưới môi trường có nồng độ oxy bằng hoặc nhỏ hơn 10%.

Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế bao gồm bước ép khuôn để ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột của sinh khối đã được nghiền và nghiền thành bột để thu được các khối sinh khối chưa nung nóng, và bước nung nóng để nung nóng các khối sinh khối chưa nung nóng này để thu được sản phẩm dạng rắn được nung nóng, trong đó nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng tốt hơn là từ 170°C đến 400°C. Nhiệt độ nung nóng được xác định thích hợp phụ thuộc vào các nguyên liệu sinh khối và hình dạng và kích thước của các khối sinh khối, nhưng, ví dụ, tốt hơn là từ 170 đến 400°C, tốt hơn nữa là từ 200 đến 350°C, còn tốt hơn nữa là 230 đến 300°C, đặc biệt tốt hơn là từ 230 đến 280°C. Thời gian nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 0,2 đến 3 giờ.

Khi A là mật độ khối của các khối sinh khối chưa nung nóng trước bước nung nóng và B là mật độ khối sản phẩm dạng rắn được nung nóng sau bước nung nóng, tốt hơn nếu $B/A = 0,6$ đến 1. Giá trị của mật độ khối A là không bị giới hạn cụ thể miễn là nó nằm trong khoảng đã biết để các khối sinh khối chưa nung nóng có thể thu được bằng cách ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột. Mật độ khối thay đổi phụ thuộc vào loại của các nguyên liệu sinh khối, và do đó nó có thể được điều chỉnh thích hợp. Mật độ khối có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế sau đây. Khi H1 là chỉ số khả năng nghiền Hardgrove theo JIS

M8801 (HGI) của các khối sinh khối chưa nung nóng và H2 là HGI của các sản phẩm dạng rắn được nung nóng, tốt hơn nếu $H2/H1$ (tỷ lệ HGI) = 1,1 đến 4,0 được thỏa mãn, và tốt hơn nữa là tỷ lệ này nằm trong khoảng từ 1,1 đến 2,5. Bằng cách thực hiện quá trình nung nóng để một hoặc cả hai trong số giá trị B/A (tỷ lệ mật độ khối) và $H2/H1$ (tỷ lệ HGI) nằm trong các khoảng này, có thể thu được nhiên liệu sinh khối dạng rắn có khả năng xử lý được cải thiện trong quá trình bảo quản bằng cách giảm sự phân rã trong khi giảm COD trong nước xả ra trong quá trình bảo quản.

Các loài của nguyên liệu sinh khối và các đặc tính của nhiên liệu rắn

Các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn có thể được xác định trong khoảng ưu tiên phụ thuộc vào các loài cây của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu. Sau đây, các khoảng được ưu tiên sẽ lần lượt được mô tả về loài của các nguyên liệu sinh khối và các đặc tính của các nhiên liệu rắn thu được và phương pháp sản xuất chúng, nhưng chúng chỉ là các ví dụ và sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Cây cao su: nhiên liệu rắn a

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm cây cao su, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn a) là như sau. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn a, hàm lượng của cây cao su tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn a là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances" (ở đây, được gọi đơn giản là "thử nghiệm đặc tính tự nung nóng").

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn a tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 74,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 75,0% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 76,0% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là lớn hơn 80,1% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 83,0% trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn a mà trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,350 m²/g đến 0,442 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là từ 20 đến 34, và tốt hơn nữa là từ 25 đến 33. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,1 đến 2,5, và tốt hơn nữa là từ 1,5 đến 2,0,

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,37, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,365, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,34, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,32. Giới hạn dưới là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là lớn hơn 0,21, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,25.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4650 đến 5180 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4700 đến 5150 kcal/kg, còn tốt hơn nữa là từ 4750 đến 5050 kcal/kg và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 4885 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là từ 0,50 đến 0,65, và tốt hơn nữa là từ 0,50 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là từ 1,145 đến 1,230, và tốt hơn nữa là từ 1,145 đến 1,220. Khi O/C và H/C nằm trong các khoảng nêu trên, nhiên liệu rắn a có nhiệt độ đạt tới tối đa nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dễ dàng thu được.

Hiệu suất chất rắn của nó (phương pháp tính được nói tới trong phần ví dụ được mô tả sau đây, và phương pháp này được áp dụng sau đây) tốt hơn là bằng hoặc

lớn hơn 77% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 83% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 88% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn

a.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn a, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 170°C đến 254°C, tốt hơn nữa là 200°C đến 254°C, và còn tốt hơn nữa là từ 225°C đến 254°C.

Cây keo: nhiên liệu rắn b

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm cây keo, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn b) là như sau. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn b, hàm lượng của cây keo tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn b là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng.

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn b tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 77,8% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 78,0% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 83,1% trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn b mà trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

HGI của nó tốt hơn là từ 25 đến 60, và tốt hơn nữa là từ 35 đến 55. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,35 đến 3,5, và tốt hơn nữa là từ 1,5 đến 3,2.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,250 m²/g đến 0,500 m²/g, tốt hơn nữa là từ 0,300 m²/g đến 0,480 m²/g, còn tốt hơn nữa là từ 0,350 m²/g đến 0,450 m²/g.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,285, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,280. Tốt hơn là tỷ lệ này lớn hơn 0,20.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4800 đến 5260 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5260 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5250 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là từ 0,52 đến 0,62, và tốt hơn nữa là từ 0,52 đến 0,60. Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là từ 1,205 đến 1,300, và tốt hơn nữa là từ 1,205 đến 1,290.

Hiệu suất chất rắn của nó tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 84,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 84,5% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 85,0% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn b.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn b, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 170 đến 252°C, tốt hơn nữa là 200 đến 252°C, và còn tốt hơn nữa là từ 225 đến 252°C.

Cây họ Dầu: nhiên liệu rắn c

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae), các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn c) là như sau. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn c, hàm lượng của cây họ Dầu tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng. Các ví dụ về các loài cây họ Dầu

(Dipterocarpaceae) bao gồm selangan batu, meranti, keruing và kapur. Nhiên liệu rắn c có thể còn bao gồm các nguyên liệu sinh khối thuộc họ khác với họ Dầu. Sinh khối thuộc họ khác với họ Dầu là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là cây lá rộng nhiệt đới bao gồm cây họ Đậu (Leguminosae) như sepetir và merbau và cây họ Bông (Malvaceae) như scaphium.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn c là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng.

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn c tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 77,2% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 78,0% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 78,5% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 84,4% trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn c mà trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

HGI của nó tốt hơn là từ 25 đến 60, và tốt hơn nữa là từ 30 đến 60. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,05 đến 3,0, và tốt hơn nữa là từ 1,2 đến 3,0.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,250 đến 0,400 m^2/g , và tốt hơn nữa là từ 0,300 đến 0,400 m^2/g .

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,295, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,29, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,28. Tốt hơn là tỷ lệ này lớn hơn 0,18.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4800 đến 5300 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5300 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4950 đến 5270 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là từ 0,515 đến 0,620, tốt hơn nữa là từ 0,520 đến 0,620, và còn tốt hơn nữa là từ 0,545 đến 0,620.

Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là từ 1,21 đến 1,30.

Hiệu suất chất rắn của nó tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 84,5% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 85,0% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 85,5% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 87,8% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn c.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn c, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 170 đến 259°C, tốt hơn nữa là từ 200 đến 259°C, và còn tốt hơn nữa là từ 225 đến 259°C.

Cây thông (*Pinus radiata*): nhiên liệu rắn d

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm cây thông (*Pinus radiata*), các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn d) là như sau. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn d, hàm lượng của cây thông (*Pinus radiata*) tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn d là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng.

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn d tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 77,8% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 78,0% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 87,2% trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn d trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,250 m²/g đến 0,350 m²/g, tốt hơn nữa là từ 0,250 m²/g đến 0,333 m²/g, còn tốt hơn nữa là từ 0,250 m²/g đến 0,330 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 25 đến 45, và tốt hơn nữa là 30 đến 40. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,01 đến 2,0, và tốt hơn nữa là từ 1,2 đến 1,7.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,295, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,290, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,285. Tốt hơn nếu tỷ lệ này lớn hơn 0,15.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4800 đến 5440 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5440 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5000 đến 5440 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là từ 0,505 đến 0,650, và tốt hơn nữa là từ 0,505 đến 0,600. Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là từ 1,18 đến 1,35, và tốt hơn nữa là từ 1,18 đến 1,30.

Hiệu suất chất rắn của nó tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 80,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80,5% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 81,0% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn d.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn d, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 170 đến 274°C, tốt hơn nữa là từ 200 đến 274°C, và còn tốt hơn nữa là từ 230 đến 274°C.

Hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô: nhiên liệu rắn e)

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn e) là như sau. Tỷ lệ trộn của cây thông rụng

lá, cây vân sam và cây bulô là không bị giới hạn cụ thể, nhưng ví dụ, nó có thể được trộn sao cho tỷ lệ trọng lượng thỏa mãn cây thông rụng lá: cây vân sam: cây bulô = 30 đến 70: 25 đến 65: 0 đến 25. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn e, hàm lượng của hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn e là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng.

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn e tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 71,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 73,0% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 76,0% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 85,9% trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn e mà trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,120 m²/g đến 0,250 m²/g, và tốt hơn nữa là từ 0,150 m²/g đến 0,250 m²/g, còn tốt hơn nữa là từ 0,150 m²/g đến 0,230 m²/g, và còn tốt hơn nữa là từ 0,155 m²/g đến 0,230 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là từ 18 đến 40, và tốt hơn nữa là từ 20 đến 35. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,01 đến 2,5, và tốt hơn nữa là từ 1,15 đến 2,2.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là từ bằng hoặc nhỏ hơn 0,405, tốt hơn nữa là từ bằng hoặc nhỏ hơn 0,35, và còn tốt hơn nữa là từ bằng hoặc nhỏ hơn 0,30. Tốt hơn nếu tỷ lệ này lớn hơn 0,16.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4800 đến 5700 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 5600 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5500 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là từ 0,44 đến 0,64, và tốt hơn nữa là từ 0,50 đến 0,63. Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt

hơn là từ 1,10 đến 1,30.

Hiệu suất chất rắn của nó tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 71,0% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 75,0% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 78,0% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn e.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn e, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 170 đến 289°C, tốt hơn nữa là từ 200 đến 285°C, và còn tốt hơn nữa là từ 220 đến 280°C.

Hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam: nhiên liệu rắn f

Theo một phương án của sáng chế, khi nguyên liệu bao gồm hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn f) là như sau. Tỷ lệ trộn của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam là không bị giới hạn cụ thể, nhưng ví dụ, nó có thể được trộn sao cho tỷ lệ trọng lượng thỏa mãn cây vân sam: cây thông: cây lãnh sam = 20 đến 40: 30 đến 60: 10 đến 40. Trong nguyên liệu của nhiên liệu rắn f, hàm lượng của hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 70% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 80% trọng lượng, và có thể là 100% trọng lượng.

Nhiệt độ đạt tới tối đa của nhiên liệu rắn f là nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng.

Lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn f tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 74,3% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 74,5% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 75,0% trọng lượng. Tốt hơn là lượng này nhỏ hơn 85,6% trọng lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 85,0%

trọng lượng. Khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) nằm trong khoảng này, nhiên liệu rắn f mà trong đó đặc tính tự nung nóng được ngăn chặn là dễ dàng thu được.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nó tốt hơn là từ 0,200 m²/g đến 0,317 m²/g, và tốt hơn nữa là từ 0,230 m²/g đến 0,317 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là từ 19 đến 39, và tốt hơn nữa là 20 đến 38. Tỷ lệ HGI tốt hơn là từ 1,20 đến 2,20, và tốt hơn nữa là từ 1,50 đến 2,10.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,34, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,33. Tốt hơn nếu tỷ lệ này lớn hơn 0,17, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,18.

Nhiệt trị cao (trên cơ sở khô) của nó tốt hơn là từ 4800 đến 5560 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 5550 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4900 đến 5500 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là lớn hơn 0,47 và bằng hoặc nhỏ hơn 0,61, và tốt hơn nữa là từ 0,48 đến 0,60. Tỷ lệ mol của hydro H với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là lớn hơn 1,10 và bằng hoặc nhỏ hơn 1,26, và tốt hơn nữa là từ 1,11 đến 1,25.

Hiệu suất chất rắn của nó tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 75,5% trọng lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 76,0% trọng lượng, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 76,5% trọng lượng. Giới hạn trên là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 95% trọng lượng.

Phần mô tả nêu trên là khoảng được ưu tiên của các đặc tính của nhiên liệu rắn f.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn f, nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 170°C và nhỏ hơn 280°C, tốt hơn nữa là từ 200 đến 279°C, và còn tốt hơn nữa là từ 220 đến 279°C.

Như đã mô tả ở trên, nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế là nhiên liệu sinh khối dạng rắn có đặc tính tự nung nóng thấp và dễ vận chuyển và bảo quản, và có các đặc tính làm nhiên liệu tốt.

Các tác giả sáng chế cho rằng, trong phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn, do phương pháp này có thứ tự các bước là bước nung nóng để nung nóng các khối sinh khối chưa nung nóng được thực hiện sau bước ép khuôn, sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì bằng cách sử dụng các thành phần có nguồn gốc từ nguyên liệu sinh khối mà không sử dụng chất kết dính, điều này cho phép tạo ra các nhiên liệu sinh khối dạng rắn có độ bền nước cao không phân rã khi ngâm trong nước. Theo phân tích của các tác giả sáng chế, các phát hiện sau đây đã thu được liên quan đến cơ chế mà các nhiên liệu sinh khối dạng rắn có được độ bền nước.

Các tác giả sáng chế đã thực hiện việc phân tích FT-IR, phân tích GC-MS, và quan sát SEM đối với ba loại nhiên liệu sinh khối dạng rắn được sản xuất bằng các phương pháp sản xuất khác nhau, cụ thể là nhiên liệu rắn chưa nung nóng thu được bằng cách ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột (viên trắng (white pellet, có thể được gọi là "WP")), và nhiên liệu rắn thu được bằng cách nung nóng sau khi ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột (tạo viên trước khi nung (Pelletizing before Torrefaction, có thể được gọi là "PBT")), và phân tích cơ chế của độ bền nước của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn này. Ở đây, các chất kết dính không được sử dụng trong WP hoặc PBT. Fig.5 đến Fig.8 thể hiện các ví dụ về các kết quả của việc phân tích FT-IR của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn, và Fig.9 thể hiện kết quả của việc phân tích GC-MS dung dịch chiết bằng axeton của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (về các chi tiết, xem phần Ví dụ).

Trước hết, các dịch chiết bằng axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bằng phương pháp FT-IR. Trong PBT thu được bằng bước nung nóng, hàm

lượng của các nhóm COOH ưa nước là nhỏ, nhưng hàm lượng của liên kết C=C là lớn so với WP chưa được nung nóng. Điều này gợi ý rằng cấu trúc hóa học của các thành phần tạo thành sinh khối đã thay đổi và trở thành kỵ nước do nung nóng.

Ngoài ra, các thành phần của dịch chiết bằng axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bằng phương pháp phân tích GC-MS. Được gợi ý là các terpen như axit abietic và các dẫn xuất của nó (sau đây, có thể được gọi là "axit abietic và chất tương tự") phân hủy nhiệt khi nung nóng, và điều này liên quan đến độ bền nước của nhiên liệu sinh khối dạng rắn. Axit abietic và chất tương tự là các thành phần chính của các nhựa thông chứa trong cây thông và cây tương tự.

Fig.4 là hình vẽ sơ lược minh họa cơ chế (đánh giá) sự phát triển của liên kết ngang hóa rắn trong PBT. Trong trường hợp PBT, trong bước nung nóng sau bước ép khuôn, chất lỏng nóng chảy của axit abietic tách vào khoảng không sinh khối (khoảng trống giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột liên kết đã được ép bằng cách ép khuôn sau khi nghiền thành bột; ở đây sinh khối cũng có thể được gọi là "sinh khối nghiền thành bột") cùng với sự tăng nhiệt độ, và quá trình bay hơi và quá trình phân hủy nhiệt của axit abietic xảy ra để tạo thành các chất kỵ nước, các chất này được cố định trong khoảng không các hạt sinh khối nghiền thành bột để phát triển liên kết ngang (liên kết ngang hóa rắn). Do đó, không cần bổ sung chất kết dính, sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì bởi axit abietic và chất tương tự có nguồn gốc từ nguyên liệu sinh khối. Do đó, phỏng đoán rằng do các hạt sinh khối nghiền thành bột được nối hoặc liên kết với nhau để ngăn ngừa sự xâm nhập của nước, độ bền nước được cải thiện.

Mặt khác, trong trường hợp WP chưa được nung nóng và chỉ thu được bằng cách ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột, không có liên kết ngang hóa rắn nào của sinh khối nghiền thành bột giữa các hạt bột tồn tại không giống với PBT nêu trên. Do có nhiều nhóm COOH ưa nước và nhóm tương tự trên bề mặt của các hạt sinh khối

nghiền thành bột dạng thô tạo thành WP, nước dễ dàng xâm nhập. Nước xâm nhập vào này làm cho khoảng trống giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột mở rộng ra, và do đó, các hạt đã ép khuôn và tương tự phân rã dễ dàng.

Hơn nữa, trong trường hợp các nhiên liệu rắn được ép khuôn sau khi nung nóng các hạt sinh khối nghiền thành bột (Tạo viên sau khi nung (Pelletizing After Torrefaction, sau đây có thể được gọi là PAT)), chính các hạt sinh khối nghiền thành bột riêng rẽ trở thành kỵ nước trên bề mặt do sự rửa trôi axit abietic, v.v.. Tuy nhiên, do quá trình nghiền thành bột và ép khuôn được thực hiện sau khi chúng trở thành kỵ nước khi nung nóng, sự tạo liên kết ngang giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột không được mong đợi không giống như PBT nêu trên. Do đó, trong trường hợp PAT trong đó quá trình nung nóng được thực hiện trước khi ép khuôn, nước dễ dàng xâm nhập vào khoảng trống giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được ép, và do đó nó có độ bền nước kém so với PBT.

Điểm nóng chảy của axit abietic hoặc các dẫn xuất của nó là khoảng từ 139 đến 142°C, và điểm sôi là khoảng 250°C. Do đó, axit abietic và chất tương tự nóng chảy khi nung nóng ở nhiệt độ gần bằng điểm nóng chảy để tạo thành liên kết ngang ở trạng thái lỏng, và axit abietic và chất tương tự phân hủy nhiệt ở nhiệt độ gần bằng điểm sôi để phát triển sự tạo liên kết ngang hóa rắn.

Cần lưu ý rằng các terpen, bao gồm axit abietic, là có chứa trong sinh khối nói chung (xem tài liệu, Hokkaido Forest Products Research Institute monthly report 171, tháng 4.1966, Public Interest Incorporated Association Japan Wood Protection Association, "Wood Preservation" Vol.34-2 (2008), v.v..). Mặc dù có sự khác nhau nhỏ về hàm lượng phụ thuộc vào loại sinh khối (xem tài liệu: "use of essential oil", Ohira Tatsuro, Japan Wood Society the 6th Research Subcommittee Report p72, Bảng 1, Japan Wood Society 1999, v.v..), tất cả các ví dụ được mô tả dưới đây cho thấy sự tạo ra độ bền nước khi nung nóng ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 230°C (sự phân rã

không xảy ra ngay cả sau khi ngâm trong nước, xem bảng 2), và do đó đã cho rằng việc nung nóng sinh khối nói chung ở nhiệt độ ít nhất 230°C hoặc cao hơn đến 250°C hoặc cao hơn tạo ra độ bền nước.

Ngoài ra, trong trường hợp PBT, độ bền của nhiên liệu rắn được cải thiện do sự phát triển của liên kết ngang hóa rắn, và do đó có lẽ là khả năng nghiền tốt (khả năng nghiền bằng máy nghiền bi (ball mill grindability, HGI)) và khả năng xử lý tốt (các thử nghiệm độ bền cơ học và sự phân rã) đã thu được mà không bổ sung chất kết dính, khi nung nóng ở nhiệt độ ít nhất 230°C hoặc cao hơn đến 250°C hoặc cao hơn giống như độ bền nước. Như nêu trên, COD được giảm đi khi PBT được sử dụng. Điều này được cho là do thành phần hắc ín của nguyên liệu sinh khối bay hơi khi nung nóng, và đồng thời axit abietic đã hóa rắn và chất tương tự che phủ bề mặt của nhiên liệu rắn PBT, điều này làm tăng thêm tính kỵ nước của bề mặt của nhiên liệu rắn để ngăn ngừa sự rửa trôi của thành phần hắc ín còn lại trong nguyên liệu sinh khối.

Như được thể hiện in Fig.1 và các ví dụ được mô tả sau đây, khi nhiệt độ nung nóng (còn được gọi là “nhiệt độ hóa rắn” hoặc “nhiệt độ mục tiêu”) trong bước nung nóng ở thời điểm tạo ra nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) tăng lên, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng có xu hướng cao hơn. Tác giả sáng chế đã nghiên cứu mối quan hệ chi tiết giữa nhiệt độ hóa rắn và đặc tính tự nung nóng, và bằng cách đó đã thu được các phát hiện sau đây.

Khi nhiệt độ hóa rắn nhiên liệu rắn tăng lên, diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của nhiên liệu rắn tăng lên (Fig.2). Lý do của điều này được cho là khi tăng nhiệt độ hóa rắn, quá trình phân hủy nhiệt của nhiên liệu rắn diễn ra và lượng chất dễ bay hơi được giảm đi, và các lỗ rỗng phát triển trên bề mặt của nhiên liệu rắn nên nhiên liệu rắn trở nên xốp. Theo nghiên cứu chi tiết về khí tạo ra từ mỗi nhiên liệu rắn, đã cho thấy rằng khi nhiệt độ hóa rắn tăng lên, lượng O₂ được hấp thụ vào bề mặt của nhiên liệu rắn tăng lên do nồng độ O₂ trong khí tạo ra giảm đi (Fig.3A). Mặt khác,

khi nhiệt độ hóa rắn tăng lên, nồng độ của CO và CO₂ tăng lên, và đã gợi ý rằng phản ứng oxy hóa (phản ứng phát nhiệt) diễn ra do O₂ được hấp thụ này (Fig.3B và Fig.3C). Fig.1 đến Fig.3C thể hiện các kết quả phân tích trong trường hợp sử dụng cây cao su làm nguyên liệu, nhưng các kết quả tương tự cũng thu được khi sử dụng cây thông (*Pinus radiata*) làm nguyên liệu (đối với các chi tiết, xem các ví dụ được mô tả sau đây).

Từ các kết quả này, cơ chế phản ứng sau đây có thể được xem xét đối với mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn của nhiên liệu rắn và đặc tính tự nung nóng. Trước hết, trong khi nhiệt độ nung nóng trong quá trình tạo ra nhiên liệu rắn tăng lên, quá trình phân hủy nhiệt diễn ra trong nhiên liệu rắn, lượng chất dễ bay hơi giảm đi, bề mặt viên nhiên liệu trở nên xốp, và diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET tăng lên. Do đó, lượng O₂ được hấp thụ vào bề mặt của nhiên liệu rắn tăng lên, và bằng cách đó phản ứng oxy hóa (phản ứng phát nhiệt) diễn ra. Do đó, có lẽ là khi nhiệt độ hóa rắn vượt quá nhiệt độ nhất định, lượng tích nhiệt vượt quá lượng bức xạ nhiệt, và bằng cách đó nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng trở thành bằng hoặc lớn hơn 200°C.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể dựa vào các ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Các ký hiệu viết tắt sử dụng trong bản mô tả này là như sau.

FC: cacbon liên kết

VM: chất dễ bay hơi

HHV: nhiệt trị cao (trên cơ sở khô)

HGI: Chỉ số khả năng nghiền Hardgrove

AD: trên cơ sở hong khô trong không khí

daf: trên cơ sở khô không chứa tro

dry: trên cơ sở khô

Phương pháp phân tích được thực hiện trong các ví dụ đối với mỗi nhiên liệu sinh khối dạng rắn được mô tả dưới đây.

Trước khi ngâm trong nước

Hiệu suất

Hiệu suất chất rắn là tỷ lệ trọng lượng trước và sau khi nung nóng ($100 \times$ trọng lượng khô sau khi nung nóng / trọng lượng khô trước khi nung nóng (%)), và hiệu suất nhiệt là tỷ lệ của nhiệt trị trước và sau khi nung nóng (nhiệt trị cao sau khi nung nóng (trên cơ sở khô) $\times$ hiệu suất chất rắn / nhiệt trị cao trước khi nung nóng (trên cơ sở khô)). Như nêu sau đây, nhiệt độ không được duy trì ở nhiệt độ mục tiêu (nhiệt độ nung nóng) trong mỗi ví dụ.

Hơn nữa, nhiệt trị cao (trên cơ sở khô), tỷ lệ nhiên liệu được tính dựa trên các giá trị phân tích gần đúng (trên cơ sở hong khô trong không khí), và các kết quả gồm giá trị phân tích cuối cùng (trên cơ sở khô) và các tỷ lệ mol của oxy O, cacbon C và hydro H thu được dựa trên phân tích cuối cùng được tính. HGI là dựa trên JIS M 8801 như đã mô tả ở trên, và giá trị này cao hơn cho biết khả năng nghiền tốt hơn. Tỷ lệ HGI được tính bằng HGI sau khi nung nóng / HGI trước khi nung nóng. Trong các bảng 1A, 1B và 3A được mô tả sau đây, "HHV" là nhiệt trị cao (trên cơ sở khô), "FC" là cacbon liên kết (trên cơ sở hong khô trong không khí), "VM" là chất dễ bay hơi (AD là trên cơ sở hong khô trong không khí và daf là trên cơ sở khô không chứa tro), và tỷ lệ nhiên liệu là giá trị được tính bằng "FC (AD) / VM (AD)".

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET được xác định bằng cách sử dụng thiết bị xác định phân bố cỡ hạt/diện tích bề mặt riêng tự động (Nippon Bell Co., Ltd. BELSORP-min II) đối với mỗi nhiên liệu rắn đã được cắt thành kích thước từ 2 đến 6mm, được nạp vào bộ phận chứa, và loại khí trong chân không trong 2 giờ ở

nhệt độ 100°C dưới dạng xử lý sơ bộ. Khí nitơ được sử dụng làm khí hấp thụ.

Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi

Thời gian nghiền thành bột của mỗi nhiên liệu sinh khối dạng rắn là 20 phút, và tỷ lệ trọng lượng lọt qua rây có cỡ lỗ 150µm sau 20 phút được xác định là điểm nghiền thành bột. Ở đây, việc xác định được thực hiện bằng cách sử dụng máy nghiền bi theo JIS M4002, trong đó bộ phận chứa hình trụ có đường kính trong 305mm × chiều dài trục 305mm được nạp các vòng bi loại thông thường như được xác định theo JIS B1501 (Φ36,5 mm × 43 bi, Φ30,2 mm × 67 bi, Φ24,4 mm × 10 bi, Φ19,1 mm × 71 bi và Φ15,9 mm × 94 bi) và bộ phận chứa này được quay ở tốc độ 70 vòng/phút. Giá trị cao hơn cho thấy rằng khả năng nghiền được cải thiện.

Kích thước trước khi ngâm trong nước (đường kính và chiều dài)

Chiều dài viên (L1 (mm)) và đường kính của viên (φ1 (mm)) của mỗi nhiên liệu rắn trước khi ngâm trong nước được đo. Đối với chiều dài của viên, mười viên trước khi ngâm được chọn ngẫu nhiên đối với mỗi nhiên liệu rắn, và chiều dài của chúng được đo bằng thước cặp điện tử (là sản phẩm của Mitutoyo: CD-15CX, độ chính xác lặp lại là 0,01mm và vị trí thập phân thứ hai được làm tròn). Trong trường hợp đầu của viên bị chéo, chiều dài cho tới phần đầu xa nhất được đo. Đường kính viên cũng được đo bằng cách sử dụng thước cặp điện tử này. Các giá trị đo được của chiều dài viên và đường kính viên là các giá trị trung bình của 10 viên.

Độ bền của chất rắn trước khi ngâm trong nước (độ bền cơ học)

Đối với mỗi nhiên liệu rắn, độ bền cơ học DU được xác định dựa trên công thức sau theo tiêu chuẩn của ngành nông nghiệp Mỹ ASAE S 269.4 và Tiêu chuẩn công nghiệp của Đức DIN EN 15210-1. Trong công thức này, m0 là trọng lượng của mẫu trước khi xử lý quay, m1 là trọng lượng trên rây của mẫu sau khi xử lý quay, trong đó rây được sử dụng là rây dạng tấm có các lỗ tròn có đường kính 3,15mm.

$$DU = (m1 / m0) \times 100$$

Mật độ khối

Đối với mỗi nhiên liệu rắn, theo tiêu chuẩn quốc gia của Vương quốc Anh BS EN15103: 2009, mật độ khối BD được tính bằng công thức sau:

$$BD = (m_2 - m_1) / V.$$

Để xác định mật độ khối, bộ phận chứa có đường kính trong 167mm × chiều cao 228mm được sử dụng. Trong công thức này, m_1 là trọng lượng của bộ phận chứa, m_2 là tổng của trọng lượng của bộ phận chứa và trọng lượng của mẫu, và V là thể tích của bộ phận chứa.

Sau khi ngâm trong nước

Phương pháp xác định COD trong nước ngâm khi các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được ngâm trong nước, và các phương pháp đo đường kính, chiều dài, độ pH, hàm lượng ẩm của chất rắn, và độ bền cơ học sau khi các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được ngâm trong nước trong 168 giờ là như sau.

COD

Nhu cầu oxy hóa học (COD) trong nước ngâm được xác định khi mỗi nhiên liệu sinh khối dạng rắn được ngâm trong nước. Mẫu nước ngâm để xác định COD được chuẩn bị theo Thông báo của Cơ quan môi trường Nhật Bản số 13 "(A) a method for detecting a metal or the like contained in an industrial waste", 1973, và COD được phân tích theo JIS K0102(2010)-17.

Kích thước sau khi ngâm trong nước (đường kính và chiều dài)

Chiều dài viên (L_2 (mm)) và đường kính viên (ϕ_2 (mm)) của mỗi nhiên liệu rắn sau khi ngâm trong nước được đo. Đối với chiều dài của viên, mười viên trước khi ngâm được chọn ngẫu nhiên đối với mỗi nhiên liệu rắn, và chiều dài của chúng được đo bằng thước cặp điện tử (sản phẩm của Mitutoyo: CD-15CX, độ chính xác lặp lại là 0,01mm và vị trí thập phân thứ hai được làm tròn.). Trong trường hợp đầu của viên bị chéo, chiều dài cho tới phần đầu xa nhất được đo. Đường kính viên cũng được đo bằng

cách sử dụng thước cặp điện tử này. Các giá trị đo được của chiều dài viên và đường kính viên là các giá trị trung bình của 10 viên.

Độ pH

Mỗi nhiên liệu rắn được ngâm trong nước ở tỷ lệ rắn-lỏng là 1:3, và giá trị pH được đo.

Hàm lượng ẩm của chất rắn sau khi ngâm trong nước

Nhiên liệu rắn của mỗi ví dụ được ngâm trong nước, lấy ra sau 168 giờ, và lượng ẩm trên bề mặt chất rắn được lau bằng vải bỏ đi để đo hàm lượng ẩm của chất rắn. Hàm lượng ẩm được tính bằng công thức:

$$100 \times (\text{trọng lượng của chất rắn sau khi ngâm trong nước} - \text{trọng lượng khô của chất rắn sau khi ngâm trong nước}) / \text{trọng lượng của chất rắn sau khi ngâm trong nước}.$$

Độ bền cơ học sau khi ngâm trong nước

Độ bền cơ học của mỗi viên ví dụ sau khi ngâm trong nước trong 168 giờ được đo bằng phương pháp giống như trước khi ngâm trong nước.

Đặc tính tự nung nóng

Đặc tính tự nung nóng được đánh giá dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances". Nhiên liệu sinh khối dạng rắn được nạp vào bộ phận chứa mẫu (khối lập phương dạng lưới bằng thép không gỉ có chiều dài cạnh 10cm) và bộ phận chứa mẫu được treo bên trong lò điều nhiệt ở nhiệt độ 140°C, và nhiệt độ của mẫu được đo trong 24 giờ liên tục. Nhiệt độ cao nhất của nó được xác định là “nhiệt độ đạt tới tối đa”. Chất mà trong đó sự bốc cháy hoặc sự tăng nhiệt độ đến giá trị bằng hoặc lớn hơn 200°C được quan sát được xác định là chất tự nung nóng.

Trong ví dụ a đến ví dụ f sau đây, các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được sản xuất lần lượt bằng các phương pháp sản xuất sau đây. Ngoài ra, trong tất cả các ví dụ

và các ví dụ so sánh, không chất kết dính nào được sử dụng để sản xuất các nhiên liệu sinh khối dạng rắn. Các đặc tính và thông số tương tự của các nhiên liệu rắn này được thể hiện trong các bảng 1A, 1B, 2, 3A và 3B.

Ví dụ a: cây cao su

Trong các ví dụ a1 đến a5 và các ví dụ so sánh a1 đến a3 sau đây, các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra khi sử dụng cây cao su làm nguyên liệu sinh khối như được mô tả dưới đây.

Các ví dụ a1 đến a5, các ví dụ so sánh a2 đến a3

Nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) đã thu được bằng bước ép khuôn gồm nghiền thành bột sinh khối sau khi nghiền và ép khuôn các hạt sinh khối nghiền thành bột, và bước nung nóng sau đó. Chất kết dính không được sử dụng trong bước bất kỳ. Trong quá trình ép khuôn của mỗi ví dụ, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 7,5mm. Trong bước nung nóng của mỗi ví dụ, 4kg nguyên liệu (sinh khối ép khuôn) được nạp vào lò nung điện kiểu gián đoạn có đường kính 600mm và được nung nóng tới nhiệt độ mục tiêu (các nhiệt độ nung nóng trong bảng 1A) trong các ví dụ tương ứng với tốc độ nung nóng 2°C/phút, và quá trình nung nóng được thực hiện với nồng độ oxy bằng hoặc nhỏ hơn 5% trong khí thổi nitơ. Sau đây, nhiệt độ mục tiêu và nhiệt độ nung nóng để chỉ cùng một nghĩa. Trong các ví dụ a1 đến a5 và các ví dụ so sánh a2 và a3, nhiệt độ không được duy trì ở nhiệt độ mục tiêu (nhiệt độ nung nóng) (điều này cũng áp dụng cho các ví dụ b đến f sau đây). Bảng 1A và bảng 2 thể hiện các nhiệt độ nung nóng trong bước nung nóng và các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được sau bước nung nóng trong các ví dụ a1 đến a5 và các ví dụ so sánh a2 và a3. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong các nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng.

Ví dụ so sánh a1

Ví dụ so sánh a1 là nhiên liệu sinh khối dạng rắn chưa được nung nóng (WP) thu được chỉ bằng cách ép khuôn sau khi nghiền và nghiền thành bột, và không qua bước nung nóng. Chất kết dính cũng không được sử dụng trong ví dụ so sánh a1. Bảng 1A và bảng 2 còn thể hiện các đặc tính của nhiên liệu rắn thu được của Ví dụ so sánh a1. Sau khi ngâm nhiên liệu sinh khối dạng rắn chưa được nung nóng (WP) của ví dụ so sánh a1 trong nước trong 168 giờ, các viên phân rã và do đó mỗi đặc tính không thể được xác định.

Nhiên liệu rắn (PBT) của các ví dụ so sánh a2 và a3 có nhiệt độ đạt tới tối đa bằng hoặc lớn hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã cho thấy rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ a1 đến a5 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 1A và bảng 2 cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh a1 (WP: nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được chỉ bằng cách ép khuôn và không qua bước nung nóng) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, trong các nhiên liệu rắn của các ví dụ a1 đến a5, sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì và chúng phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Giá trị HGI thông thường (dựa trên JIS M 8801) của than đá (than bitum) là khoảng 50. Trong các nhiên liệu rắn của các ví dụ a1 đến a5, các đặc tính bị thay đổi khi nung nóng và các giá trị HGI (dựa trên JIS M 8801) là cao hơn các giá trị này của ví dụ so sánh a1 (WP). Giá trị HGI thông thường của than đá (than bitum) là khoảng 50, và các đặc tính nghiền thành bột của các ví dụ a1 đến a5 là gần giống với than đá

và tốt hơn ví dụ so sánh a1.

Đối với độ bền cơ học (DU), trong các ví dụ a1 đến a5 (PBT) thu được bằng bước nung nóng, độ bền gần như không giảm đi, và sự rã thành bột hầu như không xảy ra thậm chí là so với ví dụ so sánh a1 (WP) trước khi ngâm nước và PBT tương ứng trước khi ngâm trong nước, và do đó đã cho thấy rằng khả năng xử lý được duy trì. Việc xác định độ bền cơ học của nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh a1 không thể thực hiện được do nó bị phân rã khi ngâm trong nước.

Các giá trị độ pH bằng khoảng 6 sau khi ngâm trong nước, cho thấy rằng không có vấn đề đặc biệt xảy ra liên quan đến các giá trị pH của nước xả ra khi các nhiên liệu rắn được bảo quản ngoài trời.

Từ các kết quả về khả năng nghiền bằng máy nghiền bi, đã khẳng định được rằng điểm nghiền thành bột là tốt.

Các kết quả này đã thu được do sự rửa trôi và hóa rắn của các thành phần hữu cơ như hắc ín liên quan đến quá trình nung nóng làm cho bề mặt của nhiên liệu sinh khối dạng rắn có tính kỵ nước, cho thấy rằng chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời. Do các nhiên liệu rắn ở dạng viên đã được ép chủ yếu theo hướng kính và do đó, có lẽ là sự nở ra theo hướng kính trở nên lớn (điều giống như vậy trong trường hợp ví dụ b đến ví dụ f).

Ví dụ b: cây keo

Trong các ví dụ b1 đến b3 (PBT) và các ví dụ so sánh b2 đến b4 (PBT), các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra theo cách giống như ví dụ a1, chỉ khác là cây keo được sử dụng làm nguyên liệu sinh khối, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 8mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng đến các nhiệt độ nung nóng được mô tả trong bảng 1A. Các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (các ví dụ b1 đến b3 và các ví dụ so sánh b2 đến b4) thu được sau bước nung nóng được đo bằng phương pháp được mô tả ở trên. Trong ví

dự so sánh b1 (WP), nguyên liệu giống như trong các ví dụ b1 đến b3 và các ví dụ so sánh b2 đến b4 được sử dụng chỉ khác là không thực hiện bước nung nóng, và các đặc tính của nó được xác định. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng. Trong ví dụ so sánh b1, ngay sau khi ngâm trong nước, các viên phân rã và do đó việc xác định mỗi đặc tính không thể thực hiện được. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1A và bảng 2.

Các ví dụ so sánh b2 đến b4 (PBT) có nhiệt độ đạt tới tối đa là 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã chứng tỏ rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ b1 đến b3 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 1A và bảng 2 cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh b1 (WP) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, các nhiên liệu rắn của các ví dụ b1 đến b3 duy trì được sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột và không phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Hơn nữa, các nhiên liệu rắn của các ví dụ b1 đến b3 còn có các đặc tính vật lý tốt như HGI, độ bền cơ học (DU), độ pH sau khi ngâm trong nước, và khả năng nghiền bằng máy nghiền bi.

Ví dụ c: cây họ Dầu (Dipterocarpaceae)

Trong các ví dụ c1 đến c4 và ví dụ so sánh c2 (PBT), các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra theo cách giống như ví dụ a1, chỉ khác là nguyên liệu sinh khối

chủ yếu bao gồm các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae) (selangan batu: 55% trọng lượng, keruing: 24% trọng lượng, sepetir: 4% trọng lượng, scaphium: 9% trọng lượng, và các cây lá rộng nhiệt đới khác: 8% trọng lượng, trong đó mỗi % trọng lượng là tỷ lệ phần trăm dựa trên tổng trọng lượng sinh khối) được sử dụng, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 8mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng tới các nhiệt độ nung nóng được mô tả trong bảng 1A. Các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (các ví dụ c1 đến c4 và ví dụ so sánh c2) thu được sau bước nung nóng được đo bằng phương pháp được mô tả ở trên. Trong ví dụ so sánh c1 (WP), nguyên liệu giống như trong các ví dụ c1 đến c4 được sử dụng chỉ khác là không thực hiện bước nung nóng, và các đặc tính của nó được xác định. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng. Trong ví dụ so sánh c1, ngay sau khi ngâm trong nước, các viên phân rã và do đó việc xác định mỗi đặc tính không thể thực hiện được. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1A và bảng 2.

Ví dụ so sánh c2 (PBT) có nhiệt độ đạt tới tối đa bằng 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã chứng tỏ rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ c1 đến c4 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 1A và bảng 2 cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh c1 (WP) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, các nhiên liệu rắn của các ví dụ c1 đến c4 duy trì được sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột và không phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm

nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Hơn nữa, các nhiên liệu rắn của các ví dụ c1 đến c4 còn có các đặc tính vật lý tốt như HGI, độ bền cơ học (DU), độ pH sau khi ngâm trong nước, và khả năng nghiền bằng máy nghiền bi.

Ví dụ d: cây thông (*Pinus radiata*)

Trong các ví dụ d1 đến d4 và ví dụ so sánh d2 (PBT), các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra theo cách giống như ví dụ a1, chỉ khác là cây thông (*Pinus radiata*) được sử dụng làm nguyên liệu sinh khối, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 6mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng tới các nhiệt độ nung nóng được mô tả trong bảng 1B. Các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (các ví dụ d1 đến d4 và các ví dụ so sánh d2) thu được sau bước nung nóng được đo bằng phương pháp được mô tả ở trên. Trong ví dụ so sánh d1 (WP), nguyên liệu giống như trong các ví dụ d1 đến d4 và ví dụ so sánh d2 được sử dụng chỉ khác là không thực hiện bước nung nóng, và các đặc tính của nó được xác định. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng. Trong ví dụ so sánh d1, ngay sau khi ngâm trong nước, các viên phân rã và do đó việc xác định mỗi đặc tính không thể thực hiện được. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1B và bảng 2.

Các ví dụ so sánh d2 (PBT) có nhiệt độ đạt tới tối đa bằng 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã chứng tỏ rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ d1 đến d4 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 1B và bảng 2 cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh d1 (WP) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, các nhiên liệu rắn của các ví dụ d1 đến d4 duy trì được sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột và không phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Hơn nữa, các nhiên liệu rắn của các ví dụ d1 đến d4 còn có các đặc tính vật lý tốt như HGI, độ bền cơ học (DU), độ pH sau khi ngâm trong nước, và khả năng nghiền bằng máy nghiền bi.

Ví dụ e: hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô

Trong các ví dụ e1 đến e3 (PBT) và các ví dụ so sánh e2 (PBT), các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra theo cách giống như ví dụ a1, chỉ khác là hỗn hợp của 50% trọng lượng cây thông rụng lá, 45% trọng lượng cây vân sam và 5% trọng lượng cây bulô được sử dụng làm nguyên liệu sinh khối, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 8mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng tới các nhiệt độ nung nóng được mô tả trong bảng 1B. Các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (các ví dụ e1 đến e3 và ví dụ so sánh e2) thu được sau bước nung nóng được xác định bằng phương pháp được mô tả ở trên. Trong ví dụ so sánh e1 (WP), các nguyên liệu giống như trong các ví dụ e1 đến e3 và ví dụ so sánh e2 được sử dụng chỉ khác là không thực hiện bước nung nóng, và các đặc tính của nó được xác định. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng. Trong ví dụ so sánh e1, ngay sau khi ngâm trong nước, các viên phân rã và do đó việc xác định mỗi đặc tính không thể thực hiện được. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1B và bảng 2.

Các ví dụ so sánh e2 (PBT) có nhiệt độ đạt tới tối đa bằng 200°C trong thử

nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã chứng tỏ rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ e1 đến e3 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 1B và bảng 2 cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh e1 (WP) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, các nhiên liệu rắn của các ví dụ e1 đến e3 duy trì được sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột và không phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Hơn nữa, các nhiên liệu rắn của các ví dụ e1 đến e3 còn có các đặc tính vật lý tốt như HGI, độ bền cơ học (DU), độ pH sau khi ngâm trong nước, và khả năng nghiền bằng máy nghiền bi.

Ví dụ f: hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam

Trong các ví dụ f1 đến f6 và ví dụ so sánh f2 (PBT), các nhiên liệu sinh khối dạng rắn được tạo ra theo cách giống như các ví dụ a1, chỉ khác là hỗn hợp của 30% trọng lượng cây vân sam, 45% trọng lượng cây thông và 25% trọng lượng cây lãnh sam được sử dụng làm nguyên liệu sinh khối, sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 6 mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng tới các nhiệt độ nung nóng được mô tả trong bảng 3A. Các đặc tính của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (các ví dụ f1 đến f6 và ví dụ so sánh f2) thu được sau bước nung nóng được đo bằng phương pháp được mô tả ở trên. Trong ví dụ so sánh f1 (WP), nguyên liệu giống như trong các ví dụ f1 đến f6 và ví dụ so sánh f2 được sử dụng chỉ khác là không thực hiện bước nung nóng, và các đặc tính của nó được xác

định. Do hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong nước là hàm lượng ẩm sau khi ngâm trong 168 giờ, hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn được cho là gần như đạt tới cân bằng. Trong ví dụ so sánh f1, ngay sau khi ngâm trong nước, các viên phân rã và do đó việc xác định mỗi đặc tính không thể được thực hiện. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3A và bảng 3B.

Ví dụ so sánh f2 (PBT) có nhiệt độ đạt tới tối đa bằng 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng. Ngược lại, đã chứng tỏ rằng các nhiên liệu rắn của các ví dụ f1 đến f6 có nhiệt độ đạt tới tối đa thấp trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng và do đó chúng dễ vận chuyển và bảo quản. Các kết quả trong bảng 3A và bảng 3B cho thấy rằng khi lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) của nhiên liệu rắn (PBT) càng cao, nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng càng thấp.

Ví dụ so sánh f1 (WP) không thể duy trì hình dạng của viên và phân rã khi ngâm trong nước (168 giờ) như đã mô tả ở trên. Ngược lại, các nhiên liệu rắn của các ví dụ f1 đến f6 duy trì được sự liên kết hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột và không phân rã khi ngâm trong nước, và COD của nước xả ra trong thời gian bảo quản ngoài trời là thấp, và do đó chúng có các đặc tính có lợi để làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản ngoài trời.

Hơn nữa, các nhiên liệu rắn của các ví dụ f1 đến f6 còn có các đặc tính vật lý tốt như HGI, độ bền cơ học (DU), độ pH sau khi ngâm trong nước, và khả năng nghiền bằng máy nghiền bi.

Bảng 1A

Nguyên liệu	Nhiệt độ nung nóng	Hiệu suất chất rắn (khô)	Hiệu suất nhiệt	FC	VM	VM	VM	Tỷ lệ nhiên liệu FC/VM	HHV	Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET	O	H	C	O/C (tỷ lệ mol)	H/C (tỷ lệ mol)	Tỷ lệ HGI
Đơn vị	°C	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -daf		kcal/kg -khô	m ² /g	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô			
Cây cao su (ví dụ a)	Comp-Ex. a1	100	100	14,7	71,6	83,0	0,21	4,553			42,9	5,0	48,4	0,66	1,24	17
	Ex. a1	93,3	98,0	17,0	72,0	80,9	0,24	4,780			41,1	5,2	50,0	0,62	1,25	26
	Ex. a2	88,3	95,3	19,4	70,4	78,4	0,28	4,912			39,6	5,3	51,4	0,58	1,24	29
	Ex. a3	85,6	93,4	20,2	69,7	77,5	0,29	4,968			38,9	5,3	52,1	0,56	1,22	31
	Ex. a4	83,8	-	21,1	68,9	76,6	0,31	-			-	-	-	-	-	-
	Ex. a5	83,4	92,1	21,2	68,6	76,4	0,31	5,027			38,5	5,1	52,8	0,55	1,16	32
	Comp-Ex. a2	76,8	87,6	24,2	65,8	73,1	0,37	5,192			36,0	5,2	54,7	0,49	1,14	35
																2,06

Comp-Ex. a3	270	68,4	81,8	29,0	60,9	67,7	0,48	5,444	0,457	33,3	5	57,3	0,44	1,05	42	2,47
Comp-Ex. b1	25	100,0	100,0	14,8	72,7	83,1	0,20	4,780	0,313	42,3	5,5	50,2	0,63	1,31	18	1,00
Ex. b1	230	94,0	98,3	16,5	74,5	81,9	0,22	5,001	0,378	40,8	5,5	52,0	0,59	1,27	43	2,39
Ex. b2	240	89,7	95,2	18,1	73,2	80,2	0,25	5,075	-	39,8	5,6	53,0	0,56	1,27	42	2,33
Ex. b3	250	85,7	93,7	20,2	72,1	78,1	0,28	5,225	0,412	38,2	5,5	54,6	0,52	1,21	52	2,89
Comp-Ex. b2	253	83,4	91,9	20,8	71,2	77,4	0,29	5,270	-	38,1	5,5	54,8	0,52	1,20	40	2,22
Comp-Ex. b3	255	82,0	91,1	21,6	71,1	76,7	0,30	5,312	-	37,8	5,5	55,0	0,52	1,20	-	-
Comp-Ex. b4	260	80,1	89,5	22,9	69,5	75,2	0,33	5,342	-	36,7	5,5	56,0	0,49	1,18	42	2,33
Comp-Ex. c1	25	100,0	100,0	13,7	74,3	84,4	0,18	4,759	0,296	42,2	5,5	50,6	0,63	1,30	23	1,00
Ex. c1	230	95,0	99,2	16	74,7	82,4	0,21	4,975	0,330	40,8	5,6	51,8	0,59	1,30	33	1,43
Ex. c2	240	92,4	98,6	17,5	74,1	80,9	0,24	5,084	-	40,0	5,6	52,8	0,57	1,27	54	2,35
Ex. c3	250	87,0	94,3	19,1	72,6	79,2	0,26	5,156	0,351	38,6	5,7	54,0	0,54	1,27	41	1,78
Ex. c4	255	86,5	95,0	19,7	72,0	78,5	0,27	5,231	-	38,6	5,5	54,5	0,53	1,21	43	1,87

Cây keo
(ví dụ
b)

Các cây
họ Dầu
v.v..
(Ví dụ
c)

	Comp-Ex. c2	260	84,2	93,7	21,1	71,2	77,1	0,30	5,302	-	37,6	5,6	55,2	0,51	1,22	54	2,35
--	----------------	-----	------	------	------	------	------	------	-------	---	------	-----	------	------	------	----	------

Comp-Ex. = Ví dụ so sánh

Ex. = Ví dụ

Bảng 1B

Nguyên liệu		Nhiệt độ nung nóng	Hiệu suất chất rắn (khô)	Hiệu suất nhiệt	FC	VM	VM	VM	Tỷ lệ nhiên liệu FC/VM	HHV	Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET	O	H	C	O/C (tỷ lệ mol)	H/C (tỷ lệ mol)	Tỷ lệ HGI
	Đơn vị	°C	% trọng lượng -khô	%	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -daf		kcal/kg -khô	m ² /g	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô			
cây thông Pinus radiata (Ví dụ d)	Comp-Ex. d1	25	100,0	100,0	11,2	76,6	87,2		0,15	4,754	-	43,1	5,6	50,6	0,64	1,33	24
	Ex. d1	250	92,1	99,4	16,1	75,4	82,4		0,21	5,131	-	40,5	5,7	53,0	0,57	1,29	33
	Ex. d2	260	89,1	97,6	17,3	74,4	81,1		0,23	5,207	0,321	39,6	5,7	54,0	0,55	1,27	33
	Ex. d3	265	84,9	94,3	18,0	74,4	80,5		0,24	5,282	0,330	38,8	5,8	54,8	0,53	1,27	29
	Ex. d4	270	81,9	92,8	20,3	72,0	78,0		0,28	5,387	-	37,9	5,6	55,7	0,51	1,21	39
	Comp-Ex. d2	275	79,2	90,7	21,4	72,4	77,2		0,30	5,446	0,334	37,4	5,4	56,5	0,50	1,15	38
																	1,58

cây thông	Comp-Ex. e1	25	100,0	100,0	12,4	75,8	85,9	0,16	4,752	0,113	43,7	5,5	50,4	0,65	1,31	17	1,00
rừng lá + cây vân sam + cây bulô (Ví dụ e)	Ex. e1	230	93,7	97,3	13,3	77,1	85,3	0,17	4,936	0,161	42,8	5,3	51,4	0,62	1,24	21	1,24
	Ex. e2	250	89,2	95,2	15,6	76,3	83,0	0,20	5,076	0,199	41,3	5,5	52,8	0,59	1,25	22	1,29
	Ex. e3	270	79,6	90,3	20,6	72,3	77,8	0,28	5,395	0,218	38,5	5,4	55,6	0,52	1,17	32	1,88
	Comp-Ex. e2	290	70,2	84,8	27,4	66,8	70,9	0,41	5,741	-	34,0	5,3	59,8	0,43	1,06	46	2,71

Comp-Ex. = Ví dụ so sánh

Ex. = Ví dụ

Bảng 2

		Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi	Kích thước ban đầu ($\Phi 1(\text{mm})$ $\times L1(\text{mm})$)	Độ bền cơ học (DU)	Mật độ khối	Nhiệt độ đạt tối tối đa trong thử nghiệm tự nung nóng	COD	Sau khi ngâm trong nước				
								Thời gian ngâm	Kích thước ($\Phi 2(\text{mm})$ $\times L2(\text{mm})$)	pH	Hàm lượng ẩm	Độ bền cơ học (DU)
Đơn vị	Điểm				kg/m ³	°C	mg/l	h			% trọng lượng	
Ex. a	Comp-Ex. a1	21	$\Phi 7,9 \times 47,1$	98,7	661	142	1100		phân rã			
	Ex. a1	42	$\Phi 7,8 \times 42,3$	98,8	643	146	930	168	$\Phi 8,7 \times 42,8$	5,8	29,4	98,1
	Ex. a2	21	$\Phi 7,7 \times 44,0$	98,2	626	156	630	168	$\Phi 8,2 \times 44,3$	5,9	25,9	98,2
	Ex. a3	72	$\Phi 7,6 \times 41,6$	98,0	626	156	570	168	$\Phi 8,0 \times 41,9$	5,9	24,8	98,2
	Ex. a4	70	$\Phi 7,6 \times 33,1$	-	637	167	-	168	$\Phi 7,9 \times 33,4$	6,0	24,3	-
	Ex. a5	78	$\Phi 7,6 \times 36,4$	-	634	172	-	168	$\Phi 7,8 \times 36,3$	6,2	23,3	-
	Comp-Ex. a2	93	$\Phi 7,4 \times 38,1$	97,2	594	200	330	168	$\Phi 7,6 \times 38,3$	6,5	25,2	97,3
	Comp-Ex. a3	99	$\Phi 7,3 \times 32,4$	96,0	570	200	200	168	$\Phi 7,4 \times 32,8$	7,1	25,4	96,4
Ex. b	Comp-Ex. b1	5	$\Phi 8,1 \times 22,4$	98,3	723	142	310		phân rã			
	Ex. b1	26	$\Phi 7,9 \times 25,1$	97,2	684	147	400	168	$\Phi 8,6 \times 25,7$	4,8	24,0	96,2
	Ex. b2	47	$\Phi 7,8 \times 23,9$	95,9	673	156	340	168	$\Phi 8,2 \times 24,9$	5,0	21,9	96,3
	Ex. b3	73	$\Phi 7,7 \times 22,9$	95,2	656	156	300	168	$\Phi 8,0 \times 23,2$	5,0	21,1	96,1
	Comp-Ex. b2	78	$\Phi 7,7 \times 23,6$	94,6	646	200	360	168	$\Phi 8,0 \times 23,7$	5,4	21,4	95,6
	Comp-Ex. b3	-	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-
	Comp-Ex. b4	88	$\Phi 7,5 \times 22,1$	94,1	640	200	210	168	$\Phi 7,8 \times 22,5$	5,5	21,2	95,5

Ex. c	Comp-Ex. c1	20	Φ8,1×22,6	98,1	776	142	560		phân rã			
	Ex. c1	52	Φ8,0×31,3	97,2	737	147	460	168	Φ8,8×32,9	5,1	25,3	92,5
	Ex. c2	80	Φ7,9×22,1	95,7	717	153	340	168	Φ8,4×22,6	5,2	21,9	95,7
	Ex. c3	90	Φ7,9×32,1	96,2	703	161	250	168	Φ8,2×32,6	5,4	19,5	96,4
	Ex. c4	94	Φ8,0×21,9	95,0	687	178	-	168	Φ8,0×22,2	5,5	20,7	-
	Comp-Ex. c2	95	Φ7,8×22,5	94,6	686	200	240	168	Φ8,1×23,0	5,5	19,0	96,1
Ex. d	Comp-Ex. d1	14	Φ6,6×15,0	98,7	719	143	750		phân rã			
	Ex. d1	66	Φ6,4×18,1	96,5	655	148	800	168	Φ6,8×18,6	4,8	24,7	96,3
	Ex. d2	74	Φ6,4×17,4	96,2	642	151	740	168	Φ6,6×17,9	4,7	22,9	96,6
	Ex. d3	85	Φ6,3×16,7	94,8	613	157	610	168	Φ6,5×17,0	5,0	23,4	95,5
	Ex. d4	88	Φ6,2×17,3	94,0	610	165	460	168	Φ6,4×17,5	5,2	22,5	95,5
	Comp-Ex. d2	93	Φ6,2×19,1	93,4	597	200	340	168	Φ6,4×19,2	5,1	21,7	95,4
Ex. e	Comp-Ex. e1	8	Φ8,1×22,6	99,5	713	143	3,600		phân rã			
	Ex. e1	27	Φ7,8×22,9	99,0	685	144	950	168	Φ8,8×24,0	5,0	28,6	98,4
	Ex. e2	51	Φ7,8×22,9	98,4	662	149	740	168	Φ8,2×23,6	5,0	23,4	98,7
	Ex. e3	98	Φ7,7×22,8	97,0	619	157	330	168	Φ7,9×23,0	5,1	21,4	97,8
	Comp-Ex. e2	94	Φ7,5×26,0	95,7	580	200	72	168	Φ7,5×25,9	5,8	21,7	96,0

Comp-Ex. = Ví dụ so sánh

Ex. = Ví dụ

Bảng 3A

Nguyên liệu		Nhiệt độ nung nóng	Hiệu suất chất rắn (khô)	Hiệu suất nhiệt	FC	VM	VM	VM	Tỷ lệ nhiên liệu FC/VM	HHV	Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET	O	H	C	O/C (tỷ lệ mol)	H/C (tỷ lệ mol)	Tỷ lệ HGI
	Đơn vị	°C	% trọng lượng -khô	%	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -daf			kcal/kg -khô	m ² /g	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô	% trọng lượng -khô			
cây ván sam + cây thông + cây lảnh sam (Ex. f)	Comp-Ex. f1	25	100,0	100,0	12,7	75,8	85,6	0,17	4,794	0,183	42,6	5,4	51,2	0,62	1,27	18	1,00
	Ex. f1	250	90,0	96,5	17,3	74,5	81,2	0,23	5,140	0,271	40,3	5,3	53,8	0,56	1,18	35	1,94
	Ex. f2	255	88,0	95,7	18,3	74,4	80,3	0,25	5,211	0,277	39,7	5,4	54,3	0,55	1,19	32	1,78
	Ex. f3	260	86,2	94,4	18,1	74,2	80,4	0,24	5,249	0,283	39,3	5,3	54,8	0,54	1,16	35	1,94
	Ex. f4	265	83,5	92,8	20,2	72,8	78,3	0,28	5,330	0,297	38,1	5,4	55,7	0,51	1,16	36	2,00
	Ex. f5	270	80,4	91,4	21,3	72,1	77,2	0,30	5,452	0,302	37,9	5,3	56,2	0,51	1,13	37	2,06
	Ex. f6	275	77,8	88,9	22,7	70,7	75,7	0,32	5,477	0,305	36,9	5,4	57,0	0,49	1,14	37	2,06
	Comp-Ex. f2	280	75,1	87,2	24,0	69,2	74,2	0,35	5,565	0,318	36,2	5,3	57,8	0,47	1,10	40	2,22

Bảng 3B

	Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi	Kích thước ban đầu (Φ1(mm) ×L1(mm))	Độ bền cơ học (DU)	Mật độ khối	Nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm tự nung nóng	COD	Sau khi ngâm trong nước				
							Thời gian ngâm	Kích thước (Φ2(mm) ×L2(mm))	pH	Hàm lượng ẩm	Độ bền cơ học (DU)
Đơn vị	Điểm			kg/m ³	°C	mg/l	h			% trọng lượng	
Comp-Ex. f1 Ex. f1 Ex. f2 Ex. f3 Ex. f4 Ex. f5 Ex. f6 Comp-Ex. f2	13	Φ6,6×21,9	98,7	720	143	1.500	168	phân rã			
	71	Φ6,4×17,2	96,0	658	149	970	168	Φ6,9×17,7	5,13	23,6	94,3
	82	Φ6,4×20,1	95,2	643	152	930	168	Φ6,7×20,7	5,07	21,9	93,9
	79	Φ6,3×21,6	95,1	639	153	860	168	Φ6,6×21,8	5,09	20,4	94,7
	85	Φ6,3×21,0	94,1	610	156	790	168	Φ6,5×21,2	5,13	20,3	94,7
	88	Φ6,3×21,3	93,2	603	164	600	168	Φ6,4×21,6	5,20	22,1	93,5
	89	Φ6,2×21,1	92,8	595	166	420	168	Φ6,4×21,1	5,29	21,7	93,8
93	Φ6,2×18,5	91,9	567	200	130	168	Φ6,3×18,6	5,41	21,8	91,6	

Comp-Ex. = Ví dụ so sánh, Ex. = Ví dụ

Liên quan đến mối quan hệ giữa nhiệt độ nung nóng khi các nhiên liệu rắn được tạo ra và đặc tính tự nung nóng

Đối với các nhiên liệu rắn của các ví dụ a1 và a3 và các ví dụ so sánh a2 và a3 trong ví dụ a (cây cao su được sử dụng làm nguyên liệu), Fig.1 thể hiện mối quan hệ giữa các nhiệt độ hóa rắn và nhiệt độ đạt tới tối đa của các nhiên liệu rắn trong thử nghiệm giỏ lưới thép của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn, thử nghiệm này là giống như thử nghiệm đặc tính tự nung nóng nêu trên. Nhiệt độ đạt tới tối đa trong các ví dụ a1 và a3 là nhỏ hơn 200°C , trong khi các nhiệt độ này trong các ví dụ so sánh a2 và a3 tăng lên đến giá trị bằng hoặc lớn hơn 200°C . Các phép xác định sau đây được thực hiện khi sử dụng các nhiên liệu rắn tạo ra trong ví dụ a1, ví dụ a3, ví dụ so sánh a2 và ví dụ so sánh a3 để nghiên cứu mối quan hệ giữa các nhiệt độ nung nóng và các đặc tính tự nung nóng của các nhiên liệu rắn chi tiết hơn.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET

Fig.2 thể hiện mối quan hệ giữa các nhiệt độ hóa rắn và các diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của các nhiên liệu rắn của ví dụ a1, ví dụ a3, ví dụ so sánh a2 và ví dụ so sánh a3. Khi nhiệt độ hóa rắn tăng lên, diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET tăng lên. Được cho là khi tăng nhiệt độ hóa rắn, quá trình phân hủy nhiệt diễn ra và lượng chất dễ bay hơi giảm đi (xem bảng 1A), và các lỗ rỗng phát triển trên bề mặt viên nhiên liệu nên nhiên liệu rắn trở nên xốp.

Phân tích khí tạo ra

Hơn nữa, khí tạo ra của các nhiên liệu rắn được đo. Để phân tích khí tạo ra, mẫu được nạp đến thể tích 95% vào lọ thủy tinh dung tích 500ml có miệng rộng và lọ này được bịt kín bằng nút cao su silicon có vách ngăn. Lọ này được cho vào buồng có nhiệt độ và độ ẩm không đổi ở nhiệt độ 40°C và độ ẩm tương đối 55%, và khí (H_2 , O_2 , N_2 , CO , CH_4 , CO_2) tạo ra sau 1 ngày được phân tích bằng phương pháp sắc ký khí. Fig.3A, Fig.3B và Fig.3C lần lượt thể hiện mối quan hệ giữa các nhiệt độ hóa rắn và

nồng độ của O₂, CO, CO₂. Do nồng độ O₂ giảm đi khi tăng nhiệt độ hóa rắn, đã khẳng định được rằng lượng O₂ hấp thụ vào bề mặt của nhiên liệu rắn tăng lên (Fig.3A). Mặt khác, khi tăng nhiệt độ hóa rắn, nồng độ của CO và CO₂ tăng lên, và đã gợi ý rằng phản ứng oxy hóa (phản ứng phát nhiệt) diễn ra do O₂ được hấp thụ (Fig.3B, Fig.3C).

Theo cách giống như vậy, việc phân tích còn được thực hiện đối với các nhiên liệu rắn của ví dụ d2, ví dụ d3 và ví dụ so sánh d2 (nguyên liệu là cây thông (*Pinus radiata*)). Bảng 4 cho thấy mối quan hệ giữa các nhiệt độ hóa rắn và nhiệt độ đạt tới tối đa trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng, các diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET, và nồng độ O₂ trong phân tích khí tạo ra. Cũng đã thấy rằng khi nguyên liệu là cây thông (*Pinus radiata*), có mối quan hệ tương tự giữa các nhiệt độ hóa rắn và các diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET và nồng độ O₂ theo phương pháp phân tích khí tạo ra.

Bảng 4

	Đơn vị	Ví dụ d2	Ví dụ d3	Ví dụ so sánh d2
Nhiệt độ hóa rắn	°C	260	265	275
Nhiệt độ đạt tới cực đại trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng	°C	151	157	200
Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET	m ² /g	0,321	0,330	0,334
Nồng độ O ₂ (phân tích khí tạo ra)	% thể tích	18,96	18,52	17,56

Từ các kết quả của Fig.1 đến Fig.3C và bảng 4, cơ chế phản ứng sau đây có thể được xem xét đối với mối quan hệ giữa nhiệt độ hóa rắn và đặc tính tự nung nóng của nhiên liệu rắn. Trước hết, khi nhiệt độ nung nóng ở thời điểm tạo ra nhiên liệu rắn tăng lên, hàm lượng chất dễ bay hơi được giảm đi và bề mặt viên nhiên liệu trở nên xốp, và bằng cách đó diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET tăng lên. Do đó,

lượng O_2 được hấp thụ vào bề mặt của nhiên liệu rắn tăng lên, và phản ứng oxy hóa (phản ứng phát nhiệt) diễn ra. Do đó, có lẽ là khi nhiệt độ hóa rắn vượt quá nhiệt độ nhất định, lượng tích nhiệt vượt quá lượng bức xạ nhiệt và đặc tính tự nung nóng trở thành bằng hoặc lớn hơn $200^\circ C$.

Tính dễ cháy

Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã lần lượt nghiên cứu các đặc tính vật lý nhiệt của nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế và nhiên liệu rắn thu được bằng bước nổi hơi nước sinh khối như được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, và đã phát hiện được rằng nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế rất dễ cháy. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn sử dụng trong thử nghiệm tính dễ cháy là như sau.

-Ví dụ a11: nhiên liệu rắn (PBT) thu được theo cách giống như trong ví dụ a1 khi sử dụng cây cao su làm nguyên liệu chỉ khác là sinh khối nghiền thành bột được ép khuôn thành dạng viên có đường kính 8mm trong bước ép khuôn và viên này được nung nóng đến $250^\circ C$ là nhiệt độ mục tiêu trong bước nung nóng sau đó.

-Ví dụ b3: nhiên liệu rắn (PBT) thu được trong ví dụ b3 nêu trên khi sử dụng cây keo làm nguyên liệu.

-Ví dụ c3: nhiên liệu rắn (PBT) thu được trong ví dụ c3 nêu trên khi sử dụng các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae) làm nguyên liệu.

-Ví dụ so sánh q: nhiên liệu rắn q thu được bằng cách nổi hơi nước hỗn hợp của các cây lá kim và các cây lá rộng làm nguyên liệu sinh khối và ép khuôn nó thành các khối sinh khối và sau đó nung nóng các khối sinh khối này ở nhiệt độ $250^\circ C$ (nhiên liệu rắn thu được bằng phương pháp sản xuất được mô tả trong tài liệu sáng chế 1)

Đối với các ví dụ a11, ví dụ b3, ví dụ c3, và ví dụ so sánh q nêu trên, phương pháp đo nhiệt trọng (thermogravimetric, TG) và phân tích nhiệt vi sai (differential thermal analysis, DTA) được thực hiện. Phương pháp đo TG và DTA là như sau.

TG và DTA

TG và DTA được đo bằng cách sử dụng máy phân tích STA7300 là sản phẩm của Hitachi High-Tech Sciences để đo đồng thời nhiệt trọng và nhiệt vi sai. 5mg mẫu có cỡ hạt được điều chỉnh đến 45 đến 90 μ m bằng máy nghiền cắt được nung nóng trong máy phân tích nêu trên ở tốc độ tăng nhiệt độ 5°C/phút đến nhiệt độ 600°C trong khí 4% thể tích khí hỗn hợp oxy-nitơ được cho đi qua ở tốc độ 200 cc/phút và duy trì ở 600°C trong 60 phút.

Các kết quả được thể hiện trên Fig.12 và Fig.13. Từ các kết quả của TG, do ví dụ so sánh q có sự giảm trọng lượng chậm, chất dễ bay hơi của nó là ít và do đó tính dễ cháy của nó là thấp so với ví dụ a11, ví dụ b3 và ví dụ c3. Ngoài ra, từ các kết quả của DTA, ví dụ so sánh q cho thấy rằng sự sinh nhiệt xảy ra từ phía nhiệt độ cao và do đó tính dễ cháy của nó là thấp so với ví dụ a11, ví dụ b3 và ví dụ c3. Lý do của điều này được cho là như sau. Trong ví dụ so sánh q, nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được bằng phương pháp theo thứ tự gồm bước nghiền thành bột và sấy, nổ hơi nước, ép khuôn và nung nóng sinh khối, và trong bước nổ hơi nước, các chất hữu cơ xuất hiện trên bề mặt của các hạt sinh khối nghiền thành bột và được làm bay hơi bởi bước nung nóng sau đó (than hóa). Mặt khác, trong PBT bao gồm các ví dụ a11, b3 và c3, đã suy ra rằng lượng còn lại của các chất dễ bay hơi là lớn do không được thực hiện bước nổ hơi nước.

Do đó, có lẽ là do nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế thu được bằng phương pháp không bao gồm bước nổ hơi nước, nó rất dễ cháy ngoài việc làm giảm chi phí so với ví dụ so sánh q.

Hơn nữa, có lẽ là do lượng còn lại của các terpen tạo thành liên kết ngang hóa rắn trong PBT tăng lên với lý do giống như vậy và sự liên kết ngang hóa rắn mạnh hơn đã đạt được, PBT có độ bền và độ bền nước tốt hơn ví dụ so sánh q.

Phân tích FT-IR đối với PBT và WP

Fig.5 đến Fig.9 là các đồ thị thể hiện kết quả phân tích FT-IR của nhiên liệu sinh khối dạng rắn r thu được từ cây thông đỏ châu Âu làm nguyên liệu bằng phương pháp giống như ví dụ b3 (nhiên liệu rắn (PBT) thu được bằng cách nghiền thành bột và ép khuôn nguyên liệu thành dạng viên và nung nóng ở nhiệt độ 250°C). Ngoài ra, dữ liệu của nhiên liệu rắn chưa được nung nóng (WP) thu được bằng cách nghiền thành bột và ép khuôn nguyên liệu này, nhưng không nung nóng cũng được thể hiện. Trong cả mặt ngoài của viên (Fig.5) và ở tâm của mặt cắt ngang (Fig.6), lượng nhóm COOH là $WP > PBT$, và lượng liên kết C=C là $PBT > WP$. Ngoài ra, lượng nhóm COOH rửa giải vào dịch chiết axeton (Fig.7) là $WP > PBT$, cho thấy rằng PBT có ít nhóm COOH ưa nước hơn. Ngoài ra, trong các chất rắn sau khi chiết bằng axeton (Fig.8), PBT có nhiều liên kết C=C hơn WP. Do đó, đã hiểu rằng PBT có độ bền nước rất tốt.

Fig.9 là đồ thị thể hiện kết quả phân tích GC-MS của dung dịch chiết bằng axeton. Nhiên liệu rắn r (PBT) và nhiên liệu rắn chưa được nung nóng (WP) được sử dụng giống như trường hợp với Fig.5 đến Fig.8. Như được thể hiện trên Fig.9, lượng rửa giải của axit abietic và chất tương tự, là một loại của các terpen, vào axeton nhỏ hơn trong trường hợp PBT so với trong trường hợp WP. Do đó, các kết quả được xem xét cho thấy rằng axit abietic nóng chảy khi nung nóng để tạo thành liên kết ngang ở trạng thái lỏng, và liên kết ngang hóa rắn được tạo ra do sự bay hơi của axit abietic và chất tương tự. Có lẽ là do nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế cũng là PBT thu được bằng cách ép khuôn và nung nóng các hạt sinh khối nghiền thành bột, PBT có độ bền nước rất tốt theo cơ chế giống như nhiên liệu sinh khối dạng rắn r.

Sự phân bố hấp thụ nước trong PBT và PAT

Để so sánh độ bền nước của PAT và PBT, các tác giả sáng chế đã kiểm tra sự phân bố natri của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn sau khi hấp thụ nước khi sử dụng dung dịch nước muối. Để làm mẫu PAT, nhiên liệu rắn thu được bằng cách nung nóng nguyên liệu cây thông đỏ châu Âu ở nhiệt độ 250°C và sau đó ép khuôn thành viên có

đường kính 6mm được sử dụng. Để làm mẫu PBT, nhiên liệu rắn thu được bằng cách ép khuôn nguyên liệu cây thông đỏ châu Âu thành viên có đường kính 6mm và sau đó nung nóng nó ở nhiệt độ 250°C. PBT và PAT được ngâm trong dung dịch nước muối 0,9% trọng lượng trong 5 ngày. Kết quả là, như Fig.10 thể hiện hình thức bên ngoài của viên, PBT duy trì được hình dạng viên của nó (Fig.10, bên trái), trong khi PAT phân rã phần lớn (Fig.10, bên phải). Ngoài ra, đối với mỗi PAT và PBT, các mẫu trước và sau khi ngâm trong dung dịch nước muối 0,9% trọng lượng trong 5 ngày được phân tích ở mặt cắt ngang của nó bằng máy vi phân tích đầu dò điện tử (Electron Probe MicroAnalyser, EPMA), để so sánh sự phân bố Na. Trong PBT, sự phân bố Na vẫn ở bề mặt của viên và không xâm nhập vào bên trong, trong khi, trong PAT, Na được phân bố rộng rãi vào bên trong (xem Fig.11). Điều này có nghĩa là mức độ xâm nhập của dung dịch nước muối trong PBT là ít hơn so với trong PAT. Từ kết quả này, có lẽ là trong PBT, các sản phẩm phân hủy nhiệt của các thành phần được chiết tạo thành liên kết ngang hóa rắn trong khoảng không giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột liên kết và trở thành kỵ nước để ngăn ngừa sự xâm nhập của nước, trong khi, trong PAT, do nước có thể xâm nhập vào khoảng trống giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột, nước xâm nhập vào bên trong của viên và làm mở rộng khoảng trống giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột, dẫn tới sự phân rã.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được bằng cách ép khuôn sinh khối nghiền thành bột thành khối sinh khối chưa nung nóng và nung nóng các khối sinh khối chưa nung nóng này, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì, và nhiên liệu này có nhiệt độ đạt tới tối đa nhỏ hơn 200°C trong thử nghiệm đặc tính tự nung nóng dựa trên tài liệu: "UNITED NATIONS Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS: Manual of Test and Criteria: 5th revised Edition: Test method for Self-heating substances", với điều kiện là nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột không chứa hỗn hợp gồm 40% trọng lượng gỗ linh sam, 58% trọng lượng cây độc cần, 1% trọng lượng cây tuyết tùng và 1% trọng lượng cây bách trong đó nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) là từ 65,0 đến 95,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu từ 0,10 đến 0,45.

2. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo điểm 1, trong đó sự liên kết lẫn nhau hoặc sự bám dính giữa các hạt sinh khối nghiền thành bột được duy trì sau khi ngâm trong nước.

3. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó đáp ứng ít nhất một điều kiện được chọn từ nhóm bao gồm các điều kiện (a1) đến (f1) sau đây:

điều kiện (a1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây cao su, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 74,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,37;

điều kiện (b1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây keo, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,285;

điều kiện (c1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm các loài cây họ Dầu (Dipterocarpaceae), và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,2% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,295;

điều kiện (d1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm cây thông (*Pinus radiata*), và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 77,5% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,295;

điều kiện (e1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm hỗn hợp của cây thông rụng lá, cây vân sam và cây bulô, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 71,0% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,405; và

điều kiện (f1): nguyên liệu của sinh khối nghiền thành bột bao gồm hỗn hợp của cây vân sam, cây thông và cây lãnh sam, và nhiên liệu sinh khối dạng rắn có lượng chất dễ bay hơi (trên cơ sở khô không chứa tro) bằng hoặc lớn hơn 74,3% trọng lượng và tỷ lệ nhiên liệu bằng hoặc nhỏ hơn 0,34.

4. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo điểm 3, trong đó đáp ứng điều kiện (b1) và diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET bằng hoặc nhỏ hơn $0,412\text{m}^2/\text{g}$.

Fig. 1

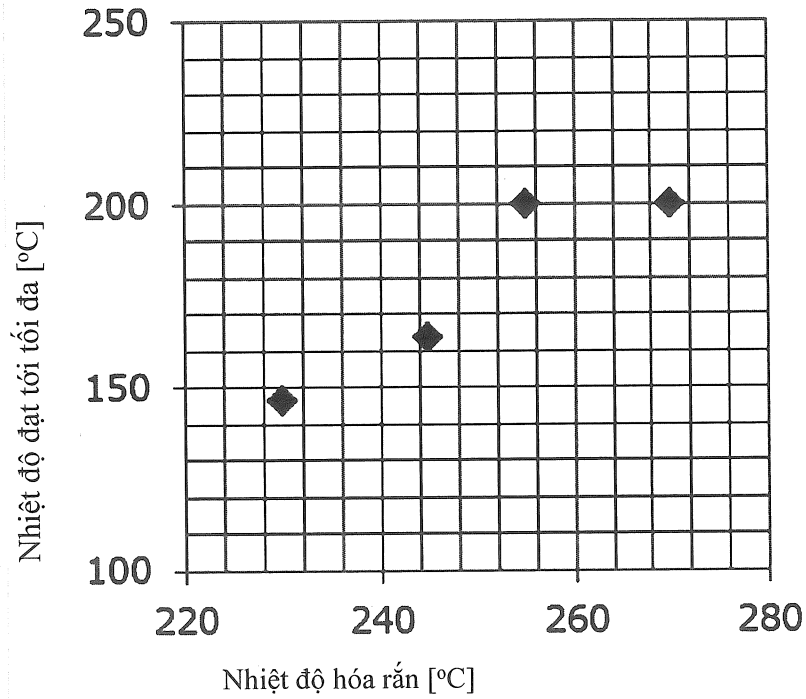


Fig. 2

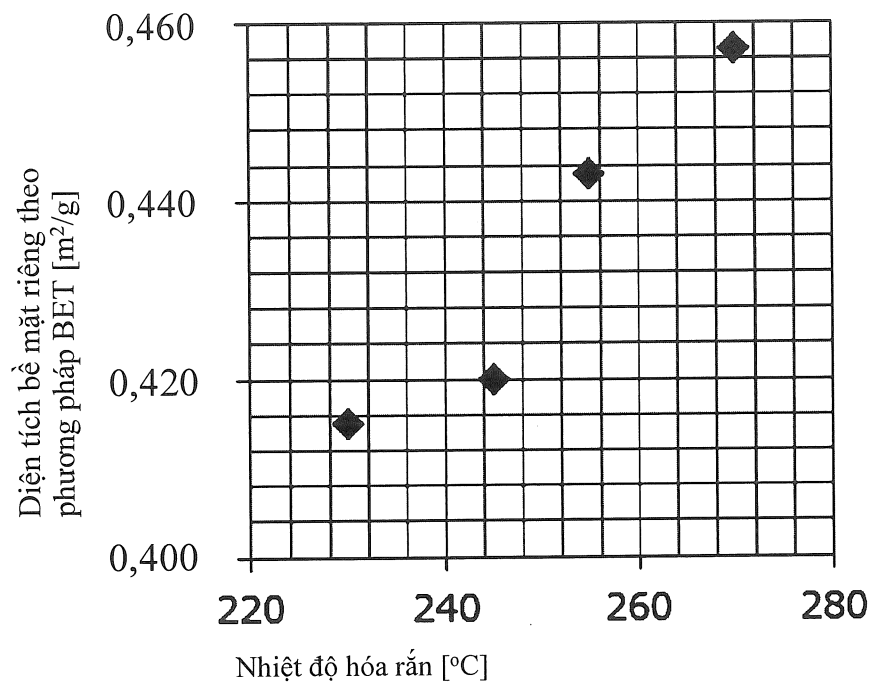


Fig. 3A

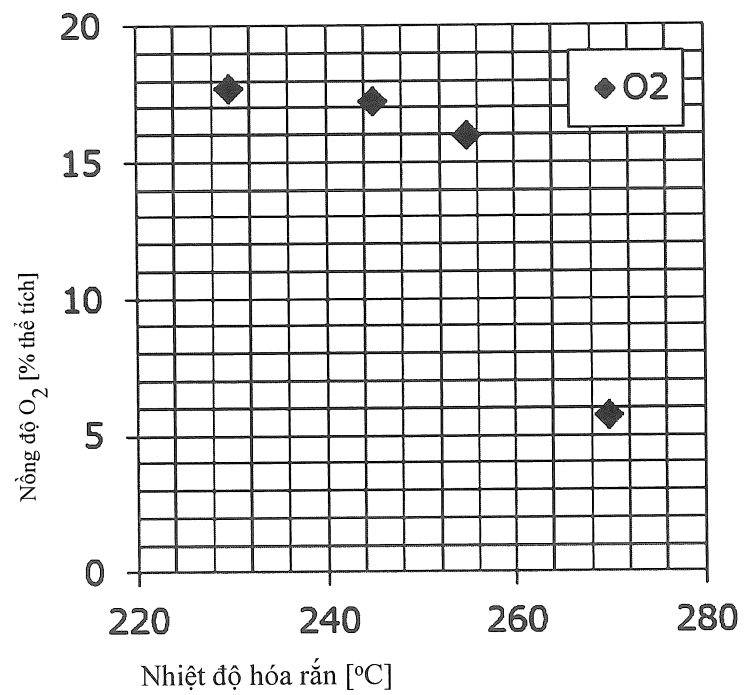


Fig. 3B

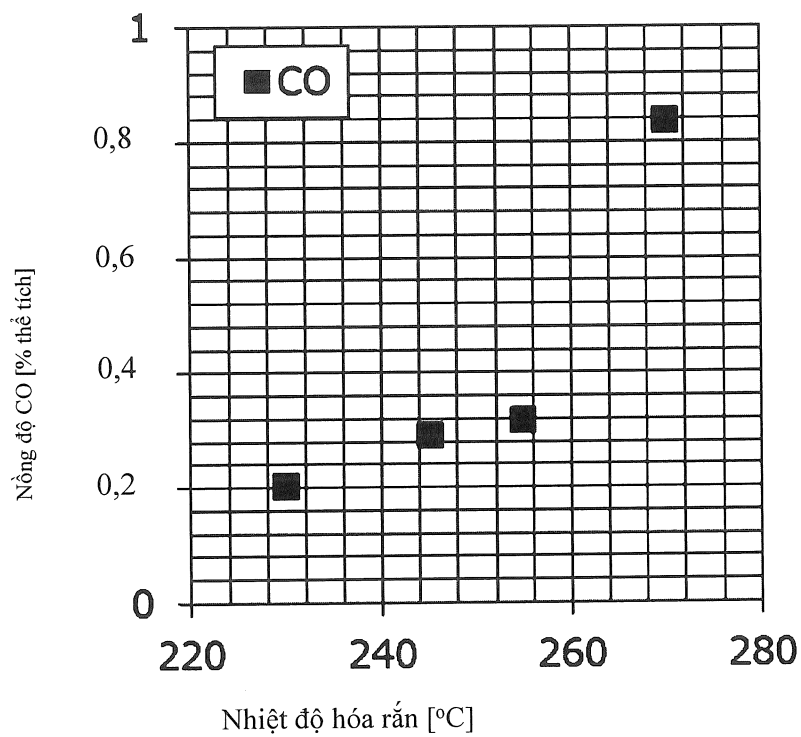


Fig. 3C

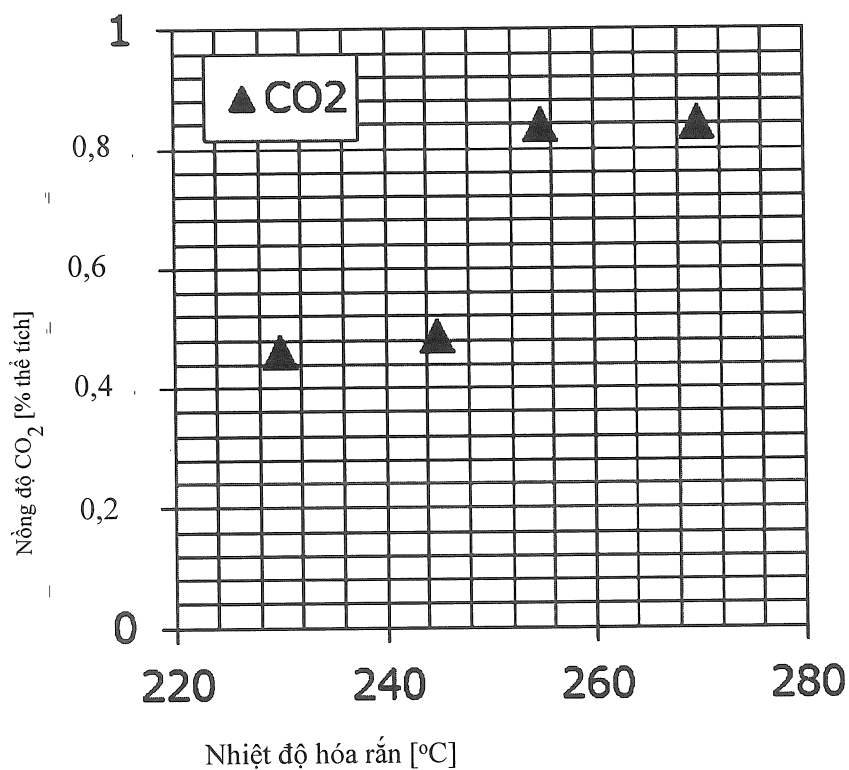


Fig. 4

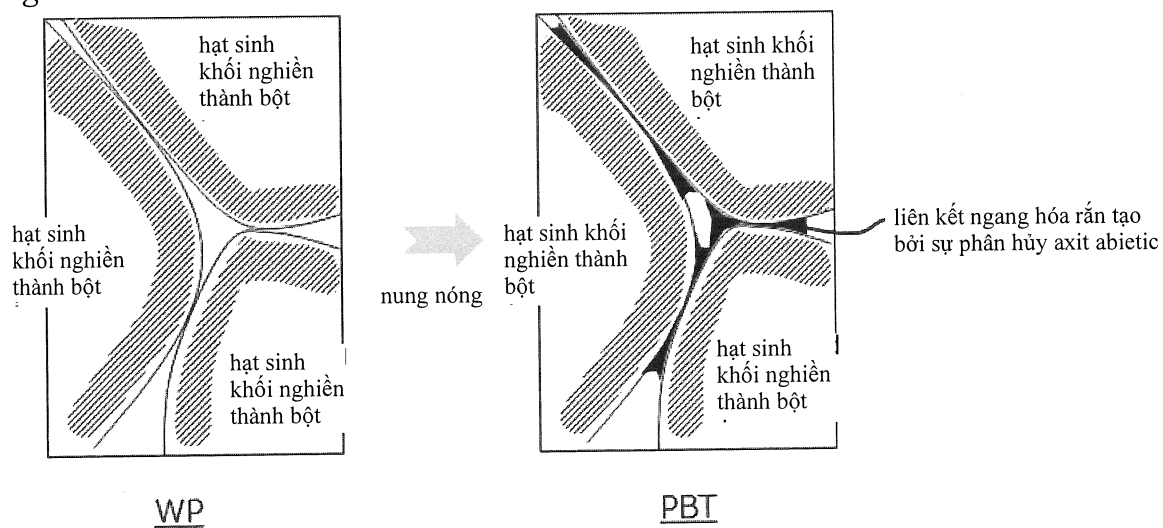


Fig. 5

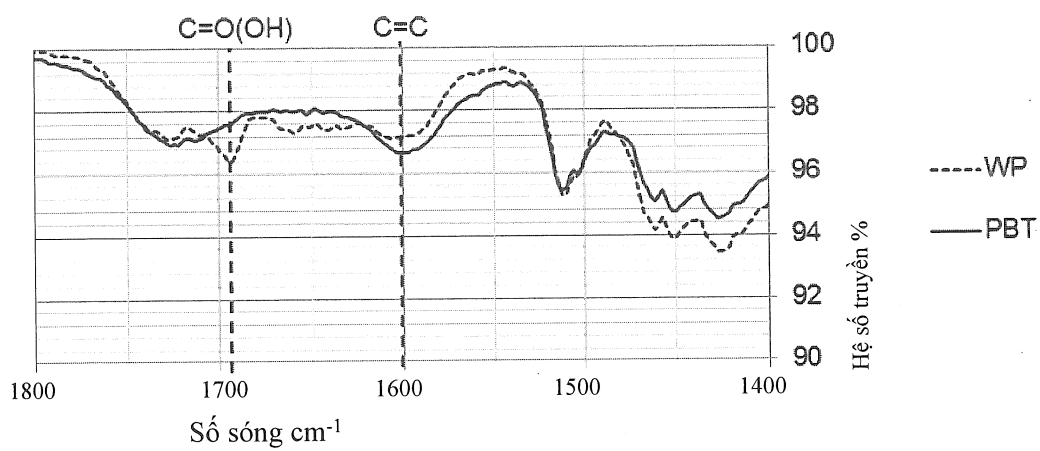


Fig. 6

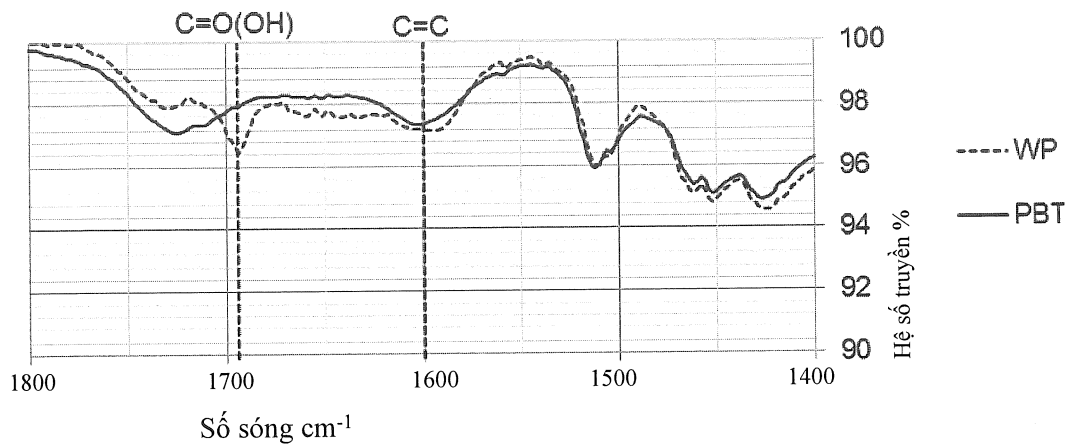


Fig. 7

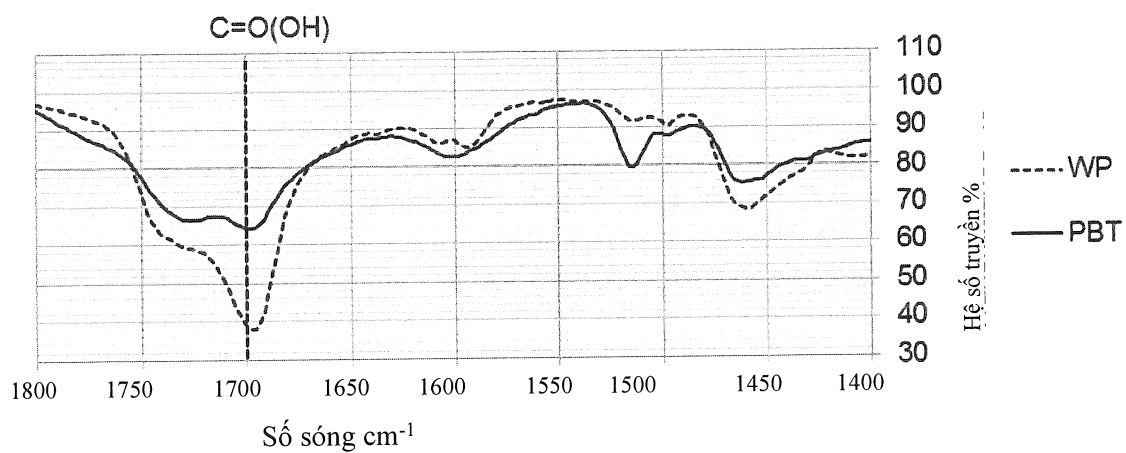


Fig. 8

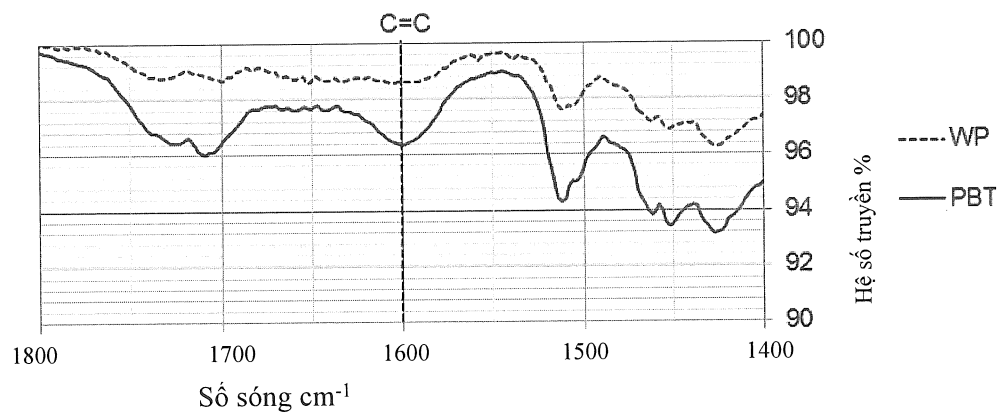


Fig. 9

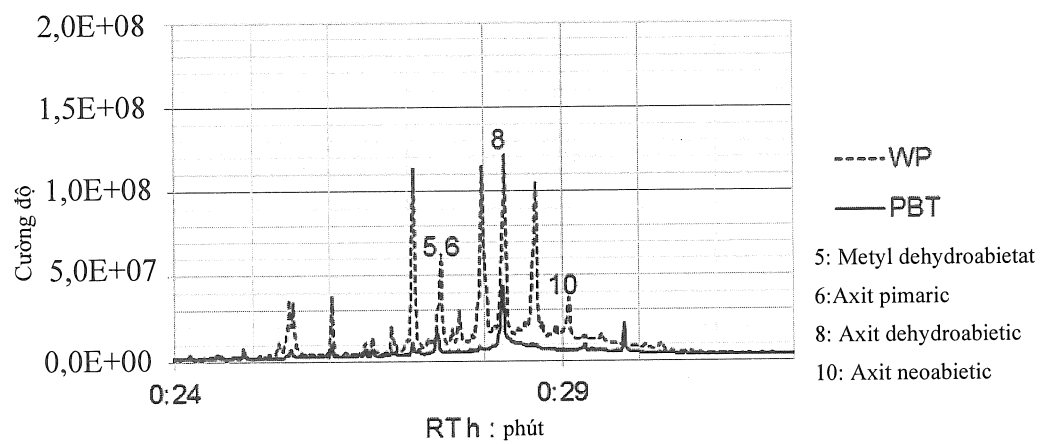


Fig. 10

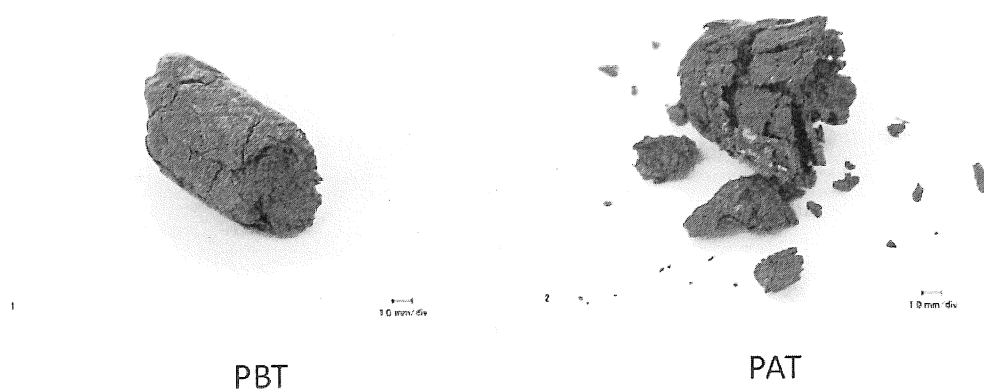


Fig. 11

Sau khi ngâm



Trước khi ngâm

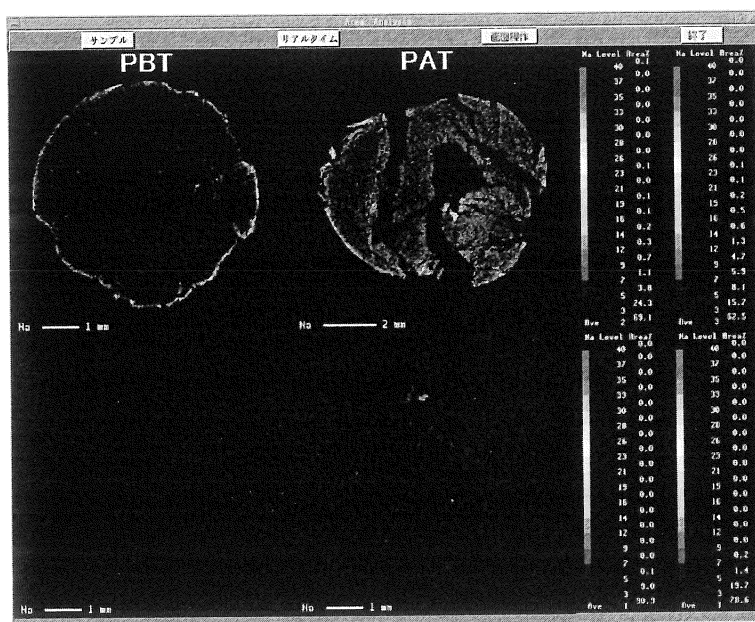


Fig. 12

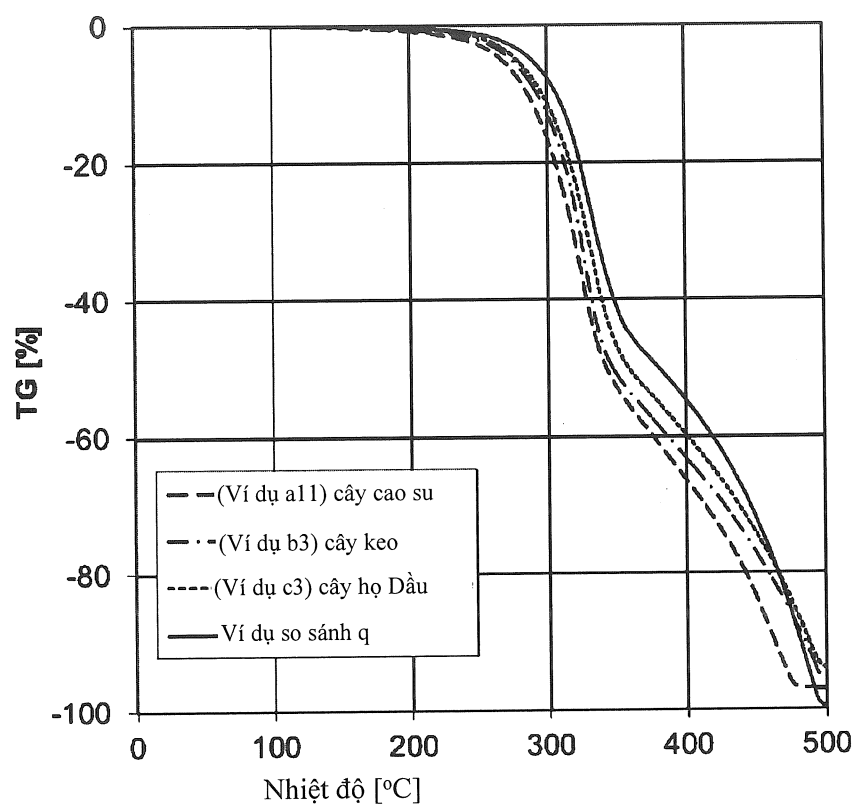


Fig. 13

