



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

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

(11)



1-0044884

(51)^{2020.01} C10L 5/44

(13) B

(21) 1-2021-00921

(22) 07/10/2015

(62) 1-2017-01676

(86) PCT/JP2015/078552 07/10/2015

(87) WO2016/056608 A1 14/04/2016

(30) 2014-206118 07/10/2014 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/06/2021 399A

(71) Mitsubishi UBE Cement Corporation (JP)

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

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

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU SINH KHỐI RẮN

(21) 1-2021-00921

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn, mà có COD trong nước thải giảm khi gặp nước mưa và có đặc tính tan rã thấp, đồng thời ngăn làm tăng chi phí. Sáng chế đề cập đến nhiên liệu sinh khối rắn thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền, có tỷ lệ nhiên liệu (cacbon cố định/chất dễ bay hơi) là 0,2 đến 0,8, trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô là 4800 đến 7000 (kcal/kg), tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) là 0,1 đến 0,7, và tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) là 0,8 đến 1,3.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nhiên liệu sinh khối rắn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trước đây, các nhiên liệu rắn thu được bằng cách đúc sinh khối có nguồn gốc từ gỗ đã được biết đến. Tuy nhiên, chúng gặp vấn đề là khó xử lý vì chúng tan rã khi gặp nước mưa và tương tự khi cất giữ ngoài trời, và cả COD (nhu cầu oxy hóa học) của nước thải tăng do các chất hữu cơ bị rửa giải như hắc ín và tương tự. Do đó tài liệu sáng chế 1 mô tả nhiên liệu rắn thu được bằng cách tiến hành đúc và gia nhiệt sau khi nổi hơi nước nguyên liệu gốc có nguồn gốc từ thực vật, trong đó nhiên liệu rắn thu được không tan rã khi gặp nước mưa và tương tự khi cất giữ ngoài trời dù chất gắn kết và tương tự không được sử dụng, và ngoài ra, ngăn chặn rửa giải thành phần hắc ín và làm giảm COD trong nước thải.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế số 2012-266635

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên kỹ thuật trước đây cần có bước nổi hơi nước dẫn đến làm tăng chi phí.

Sáng chế đã được hoàn thành để giải quyết vấn đề này, và mục đích của nó là đề xuất nhiên liệu sinh khối rắn có đặc tính tan rã thấp và có được COD giảm trong nước thải khi gặp nước mưa và tương tự, đồng thời ngăn làm tăng chi phí.

Cách thức giải quyết vấn đề

Nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế là nhiên liệu sinh khối rắn thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền, và có tỷ lệ nhiên liệu (cacbon cố định/chất dễ bay hơi) là 0,2 đến 0,8, trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô là 4800 đến 7000 (kcal/kg), tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C)

là 0,1 đến 0,7, và tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) là 0,8 đến 1,3.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế đề xuất nhiên liệu sinh khối rắn có đặc tính tan rã thấp và có được COD giảm trong nước thải khi gặp nước mưa, đồng thời ngăn làm tăng chi phí, mà không cần sử dụng quy trình nổi hơi nước và chất gắn kết hoặc tương tự.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ thể hiện COD và pH đối với nhiệt độ gia nhiệt của các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện sự tương quan về nhiệt độ của bước gia nhiệt với chỉ số nghiền và tốc độ nghiền của các nhiên liệu sinh khối rắn thu được.

Fig.3 là biểu đồ thể hiện phân bố kích thước hạt của các nhiên liệu sinh khối rắn được thử nghiệm tan rã.

Fig.4 là biểu đồ thể hiện kết quả thử nghiệm nhúng nước (hàm lượng ẩm của chất rắn) các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.5 là biểu đồ thể hiện độ bền của chất rắn (độ bền quay) trước và sau khi thử nghiệm nhúng nước.

Fig.6 là biểu đồ thể hiện độ bền của chất rắn (độ bền cơ học) trước và sau khi thử nghiệm nhúng nước.

Fig.7 là biểu đồ thể hiện diện tích bề mặt riêng BET của các nhiên liệu rắn.

Fig.8 là biểu đồ thể hiện đường kính lỗ trung bình của bề mặt các nhiên liệu rắn.

Fig.9 là biểu đồ thể hiện tổng thể tích lỗ của bề mặt các nhiên liệu rắn.

Fig.10 là biểu đồ thể hiện sản lượng của các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.11 là biểu đồ thể hiện chỉ số tự cháy (SCI) của các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.12 là ảnh mặt cắt ngang trước khi nhúng vào nước của ví dụ A-2.

Fig.13 là ảnh mặt cắt ngang sau khi nhúng vào nước (2 phút) của ví dụ A-2.

Fig.14 là ảnh mặt cắt ngang sau khi nhúng vào nước (20 phút) của ví dụ A-2.

Fig.15 là ảnh mặt cắt ngang trước khi nhúng vào nước của ví dụ so sánh A.

Fig.16 là ảnh mặt cắt ngang sau khi nhúng vào nước (2 phút) của ví dụ so sánh A.

Fig.17 là ảnh mặt cắt ngang sau khi nhúng vào nước (20 phút) của ví dụ so sánh A.

Fig.18 là biểu đồ thể hiện cơ chế tạo ra liên kết ngang ngang rắn (ước đoán) ở PBT.

Fig.19 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR bề mặt ngoài của các viên nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.20 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR trung tâm mặt cắt ngang của các viên nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.21 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR dung dịch chiết axeton của các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.22 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR chất rắn của các nhiên liệu sinh khối rắn sau khi chiết axeton.

Fig.23 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích GC-MS dung dịch chiết axeton của các nhiên liệu sinh khối rắn.

Fig.24 là ảnh thể hiện hình dạng của viên sau khi nhúng vào dung dịch nước muối sinh lý ở ví dụ B.

Fig.25 là biểu đồ thể hiện sự phân bố của natri trước và sau khi nhúng vào nước muối sinh lý ở ví dụ B.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế là sản phẩm rắn đã đúc thu được bởi các bước bao gồm bước đúc để ép và đúc sinh khối mà đã được ép và nghiền nhỏ thành trạng thái mảnh vụn hoặc bột thành các khối sinh khối, và bước gia nhiệt để gia nhiệt các khối sinh khối này. Các sản phẩm đã đúc được sử dụng làm nhiên liệu (tương ứng với PBT đề cập dưới đây). Do nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế không cần có bước nổi hơi nước và sử dụng chất gắn kết, nên ngăn được chi phí tăng lên. Trong bản mô tả này, các khối

sinh khối thu được bởi quy trình đúc và bước gia nhiệt trước đó còn được gọi là "các khối sinh khối chưa được gia nhiệt".

Sinh khối dưới dạng nguyên liệu thô có thể là nguyên liệu có nguồn gốc gỗ và thảo mộc bất kỳ, và các loại cây và các bộ phận của nó hoặc tương tự không bị giới hạn cụ thể, nhưng các ví dụ bao gồm gỗ thông Mỹ, cây độc cần, cây tuyết tùng, cây bách, gỗ thông đỏ Châu Âu, cây hạnh cổ thụ, vỏ hạnh, phần gỗ ở cây keo, vỏ cây keo, vỏ quả óc chó, cây cọ sagu, EFB (chùm quả rỗng là phần còn lại của xử lý dầu cọ), gỗ meranti, cây cao su và tương tự. Chúng có thể được sử dụng riêng hoặc ở dạng hỗn hợp gồm hai hoặc nhiều loại.

Trong quá trình đúc, các khối sinh khối được tạo ra bằng cách sử dụng các kỹ thuật đúc đã biết. Các khối sinh khối tốt hơn nếu ở dạng viên hoặc than bánh, và nó có kích thước bất kỳ. Ở bước gia nhiệt, các khối sinh khối đã đúc được gia nhiệt.

Ở nhiên liệu sinh khối rắn thu được sau bước gia nhiệt, COD (Chemical Oxygen Demand-nhu cầu oxy hóa học) của nước để nhúng được sử dụng để nhúng nước tốt hơn là 3000 ppm hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, tỷ lệ COD được cho bởi (COD của nhiên liệu sinh khối rắn sau bước gia nhiệt/COD của nhiên liệu sinh khối rắn chưa được gia nhiệt) của nhiên liệu sinh khối rắn tốt hơn là 0,98 hoặc nhỏ hơn. Ở đây, COD (nhu cầu oxy hóa học) của nước để nhúng được sử dụng để nhúng nước nhiên liệu sinh khối rắn (đơn giản, có thể được gọi là "COD") có nghĩa là trị số COD được phân tích theo JIS K0102(2010)-17 đối với mẫu nước để nhúng để xác định COD được chuẩn bị theo Thông cáo của cơ quan Môi trường Nhật Bản số 13 "(A) phương pháp phát hiện kim loại hoặc tương tự có trong chất thải công nghiệp", 1973.

Nhiên liệu sinh khối rắn thu được sau bước gia nhiệt có chỉ số nghiền Hardgrove (HGI) theo JIS M 8801 tốt hơn nếu là 15 hoặc lớn hơn và 60 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 20 hoặc lớn hơn và 60 hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, diện tích bề mặt riêng BET của nó là 0,15 đến 0,8 m²/g, và tốt hơn nữa nếu là 0,15 đến 0,7 m²/g. Tốt hơn nếu hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước là 15 đến 65% trọng lượng, và tốt hơn nữa nếu là 15 đến 60% trọng lượng.

Nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế có tỷ lệ nhiên liệu (cacbon cố định/chất dễ bay hơi) là 0,2 đến 0,8, trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô là 4800 đến 7000 (kcal/kg), tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C)

là 0,1 đến 0,7, và tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) là 0,8 đến 1,3. Nếu nhiên liệu sinh khối rắn có các tính chất vật lý trong các phạm vi trên, COD của nước thải khi cất giữ có thể được làm giảm, có thể giảm tan rã và khả năng xử lý khi cất giữ có thể được cải thiện. Nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế có thể thu được bằng cách điều chỉnh, chẳng hạn, các loại cây của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu thô, các bộ phận của chúng, và nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt và tương tự. Trị số phân tích gần đúng (phân tích công nghiệp), trị số phân tích cuối cùng (phân tích cơ bản), và trị số gia nhiệt cao hơn trong bản mô tả này dựa vào JIS M 8812, 8813, và 8814.

Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế bao gồm bước đúc để đúc sinh khối đã nghiền là sinh khối mà đã được ép và được nghiền để thu được các khối sinh khối chưa được gia nhiệt, và bước gia nhiệt để gia nhiệt các khối sinh khối chưa được gia nhiệt bằng cách đó tạo ra sản phẩm rắn đã gia nhiệt, trong đó nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 150°C đến 400°C. Với nhiệt độ của bước gia nhiệt trong phạm vi trên, có thể thu được nhiên liệu sinh khối rắn có các đặc tính trên. Nhiệt độ gia nhiệt được xác định một cách thích hợp tùy theo các nguyên liệu thô của sinh khối và hình dạng và kích thước của các khối sinh khối, nhưng tốt hơn là 150 đến 400°C, tốt hơn nữa 200 đến 350°C. Hơn nữa tốt hơn, nếu là 230 đến 300°C. Còn tốt hơn nữa nếu là 250 đến 290°C. Thời gian gia nhiệt ở bước gia nhiệt không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn nếu là 0,2 đến 3 giờ. Kích thước hạt của sinh khối đã nghiền không bị giới hạn cụ thể, nhưng kích thước trung bình là khoảng 100 đến 3000 μm , và tốt hơn nếu là 400 đến 1000 μm . Về phương pháp đo kích thước hạt sinh khối đã nghiền, các phương pháp đo đã biết có thể được sử dụng. Do sự liên kết hoặc lực bám dính với nhau trong sinh khối đã nghiền được duy trì bởi liên kết ngang rắn trong nhiên liệu sinh khối rắn (PBT) theo sáng chế như được mô tả dưới đây, kích thước hạt của sinh khối đã nghiền không bị giới hạn cụ thể với điều kiện nằm trong giới hạn có thể đúc được. Hơn nữa, do việc nghiền mịn trở thành nguyên nhân làm tăng chi phí, nên kích thước hạt có thể ở phạm vi đã biết với điều kiện cả chi phí lẫn khả năng đúc cùng được duy trì.

Nếu A biểu thị cho mật độ khối của các khối sinh khối chưa được gia nhiệt trước bước gia nhiệt và B biểu thị cho mật độ khối của sản phẩm rắn đã gia nhiệt sau bước gia nhiệt, tốt hơn nếu $B/A = 0,7$ đến 1. Trị số của mật độ khối A không bị giới hạn cụ thể với điều kiện nằm trong phạm vi đã biết sao cho có thể thu được các khối sinh khối chưa được gia nhiệt bằng cách đúc

sinh khối đã nghiền. Mật độ khối khác nhau tùy theo loại nguyên liệu thô của sinh khối, và do đó có thể được điều chỉnh một cách thích hợp. Ngoài ra, nếu H1 biểu thị cho HGI (chỉ số nghiền Hardgrove của JIS M8801) của các khối sinh khối chưa được gia nhiệt và H2 biểu thị cho HGI của các sản phẩm rắn đã gia nhiệt, tốt hơn nếu thỏa mãn $H2/H1 = 1,1$ đến $2,5$. Bằng cách tiến hành gia nhiệt sao cho một hoặc cả hai trị số B/A và H2/H1 nằm trong các phạm vi này, có thể thu được nhiên liệu sinh khối rắn có khả năng xử lý được cải thiện khi cất giữ bằng cách làm giảm bớt tan rã đồng thời làm giảm bớt COD trong nước thải khi cất giữ.

Trong tài liệu này, các đặc điểm của nhiên liệu sinh khối rắn có thể là được xác định theo phạm vi thích hợp hơn tùy theo các loại cây của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu thô. Dưới đây, ví dụ của nó sẽ được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các loại cây này và sự kết hợp giữa chúng. Dưới đây, các phạm vi ưu tiên sẽ được mô tả về các loại nguyên liệu thô của sinh khối được sử dụng trong sáng chế và các đặc tính của các nhiên liệu rắn thu được (tương ứng với PBT như được đề cập dưới đây) và phương pháp sản xuất chúng.

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

Gỗ thông Mỹ, cây độc cần, cây tuyết tùng và cây bách: Nhiên liệu rắn A)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô chứa ít nhất một loại được chọn từ gỗ thông Mỹ, cây độc cần, cây tuyết tùng và cây bách, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn A) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 1000 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 900 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 800 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,80 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,70 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,68 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 15% trọng lượng đến 45% trọng lượng, tốt hơn nữa là 18% trọng lượng đến 35% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 18% trọng lượng đến 32% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là $0,25 \text{ m}^2/\text{g}$ đến $0,8 \text{ m}^2/\text{g}$, tốt hơn nữa là $0,28 \text{ m}^2/\text{g}$ đến $0,6 \text{ m}^2/\text{g}$, và còn tốt hơn nữa là $0,32 \text{ m}^2/\text{g}$ đến $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$.

HGI của nó tốt hơn là 20 đến 60, tốt hơn nữa là 20 đến 55, và còn tốt hơn nữa 22 đến 55. Do HGI của than đá (than bitum) thích hợp làm nhiên liệu nồi hơi để sinh ra công suất điện là khoảng 50, HGI gần sát với 50 hơn được ưu tiên, với lưu ý là nó được trộn và nghiền với than đá. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 đến 2,5.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,7, và còn tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,65.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa nếu từ 4900 đến 7000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa nếu là 4950 đến 7000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,1 đến 0,62, tốt hơn nữa là 0,1 đến 0,61, và còn tốt hơn nữa là 0,1 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,85 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,3.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn A.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn A, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 210 đến 330°C, và còn tốt hơn nữa là 220 đến 300°C.

(Gỗ thông đỏ Châu Âu: Nhiên liệu rắn B)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là gỗ thông đỏ Châu Âu, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn B) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 900 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 800 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 700 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,75 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,68 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,64 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 15% trọng lượng đến 45% trọng lượng, tốt hơn nữa là 18% trọng lượng đến 40% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 18% trọng lượng đến 31% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,30 m²/g đến 0,7 m²/g, tốt hơn nữa là 0,30 m²/g đến 0,6 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,30 m²/g đến 0,5 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 25 đến 60, tốt hơn nữa là 30 đến 55, và còn tốt hơn nữa là 35 đến 55. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 đến 2,5.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,7, và còn tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,65.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4950 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa từ 5000 đến 7000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5100 đến 7000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,1 đến 0,60, tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,3 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,85 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,3.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn B.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn B, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Cây hạnh cổ thụ: Nhiên liệu rắn C)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là cây hạnh cổ thụ, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn C) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2100 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2000 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1500 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,80 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,75 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,55 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 25% trọng lượng đến 60% trọng lượng, tốt hơn nữa là 30% trọng lượng đến 50% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 30% trọng lượng đến 45% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,20 m²/g đến 0,70 m²/g, tốt hơn nữa là 0,22 m²/g đến 0,65 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,25 m²/g đến 0,60 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 15 đến 60, tốt hơn nữa là 18 đến 55, và còn tốt hơn nữa là 20 đến 55. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 đến 2,0.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,25 đến 0,7, và còn tốt hơn nữa là 0,3 đến 0,65.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 6500 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 4900 đến 6500 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,10 đến 0,70, tốt hơn nữa là 0,20 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,85 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,20.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn C.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn C, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Hỗn hợp gồm vỏ hạnh và cây hạnh cổ thụ: Nhiên liệu rắn D)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là hỗn hợp gồm vỏ hạnh và cây hạnh cổ thụ, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn D) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2500 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2000 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1500 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,75 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,68 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,50 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 15% trọng lượng đến 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 40% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 35% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,20 m²/g đến 0,70 m²/g, tốt hơn nữa là 0,27 m²/g đến 0,70 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,30 m²/g đến 0,60 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 20 đến 60, tốt hơn nữa là 20 đến 55, và còn tốt hơn nữa là 23 đến 55. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 đến 2,0.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,7, và còn tốt hơn nữa là 0,35 đến 0,65.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa từ 4800 đến 6500 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 4900 to 6300 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,10 đến 0,70, tốt hơn nữa là 0,20 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,55.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,8 đến 1,25, và còn tốt hơn nữa 0,85 đến 1,20.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn D.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn D, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Phần gỗ của cây keo: Nhiên liệu rắn E)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là phần gỗ của cây keo, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn E) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 950 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 850 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 800 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,95 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,85 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,80 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 20% trọng lượng đến 60% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 55% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 23% trọng lượng đến 53% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,40 m²/g đến 0,70 m²/g, tốt hơn nữa là 0,50 m²/g đến 0,70 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,55 m²/g đến 0,70 m²/g.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,6, tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,5, và còn tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,4.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa từ 4800 đến 6000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 4800 đến 5500 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,40 đến 0,70, tốt hơn nữa là 0,45 đến 0,70, và còn tốt hơn nữa là 0,48 đến 0,65.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 1,0 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 1,1 đến 1,3.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn E.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn E, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Vỏ cây keo: Nhiên liệu rắn F)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là vỏ cây keo, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn F) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2500 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2000 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1200 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,30 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,20 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,15 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 15% trọng lượng đến 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 45% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 25% trọng lượng đến 40% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,35 m²/g đến 0,55 m²/g, tốt hơn nữa là 0,40 m²/g đến 0,55 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,40 m²/g đến 0,50 m²/g.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,4 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,42 đến 0,75, và còn tốt hơn nữa là 0,45 đến 0,75.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 5000 đến 7000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5200 đến 6500 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,25 đến 0,60, tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,55.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,8 đến 1,2, và còn tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,2.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn F.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn F, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Hỗn hợp gồm vỏ hạnh và vỏ quả óc chó: Nhiên liệu rắn G)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là hỗn hợp gồm vỏ hạnh và vỏ quả óc chó, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn G) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2500 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2100 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1500 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,65 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,55 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,45 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 20% trọng lượng đến 45% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 40% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 25% trọng lượng đến 35% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,15 m²/g đến 0,35 m²/g, tốt hơn nữa là 0,19 m²/g đến 0,33 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,20 m²/g đến 0,30 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 18 đến 60, và tốt hơn nữa là 20 đến 60. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 hoặc lớn hơn.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,7, tốt hơn nữa là 0,25 đến 0,65, và còn tốt hơn nữa là 0,28 đến 0,60.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 6000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5000 đến 6000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,30 đến 0,65, tốt hơn nữa là 0,40 đến 0,70, và còn tốt hơn nữa là 0,40 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,25, và còn tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,2.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn G.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn G, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(Sagu: Nhiên liệu rắn H)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là sagu, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn H) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2000 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1600 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 800 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,85 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,60 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,4 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 20% trọng lượng đến 35% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 33% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 22% trọng lượng đến 30% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,15 m²/g đến 0,35 m²/g, tốt hơn nữa là 0,18 m²/g đến 0,33 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,18 m²/g đến 0,30 m²/g.

HGI của nó tốt hơn là 20 đến 60, tốt hơn nữa là 25 đến 55, và còn tốt hơn nữa là 30 đến 55. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là 1,0 đến 2,5, tốt hơn nữa là 1,3 đến 2,3 và còn tốt hơn nữa là 1,5 đến 2,2.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,25 đến 0,8, và còn tốt hơn nữa là 0,5 đến 0,8.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 6500 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5000 đến 6000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,20 đến 0,65, tốt hơn nữa là 0,20 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,55.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,85 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 0,85 đến 1,2.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn H.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn H, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 290°C.

(EFB: Nhiên liệu rắn I)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là EFB (chùm quả rỗng là phần còn lại của xử lý dầu cọ), thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn I) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 2350 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2300 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 2000 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,98 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,96 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,85 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 23% trọng lượng đến 45% trọng lượng, tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 40% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 20% trọng lượng đến 35% trọng lượng.

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là 0,25 m²/g đến 0,65 m²/g, tốt hơn nữa là 0,30 m²/g đến 0,60 m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,35 m²/g đến 0,55 m²/g.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,25 đến 0,8, tốt hơn nữa là 0,30 đến 0,8, và còn tốt hơn nữa là 0,36 đến 0,8.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 7000 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa 5000 đến 7000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,15 đến 0,65, tốt hơn nữa là 0,15 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,15 đến 0,55.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,5 đến 1,3, tốt hơn nữa là 0,55 đến 1,3, và còn tốt hơn nữa là 0,6 đến 1,2.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn I.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn I, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 240 đến 260°C.

(Gỗ meranti: Nhiên liệu rắn J)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là gỗ meranti, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn J) là như dưới đây.

COD của nó tốt hơn là 330 ppm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 320 ppm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 300 ppm hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ COD của nó tốt hơn là 0,98 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,95 hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,90 hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng vào nước của nó tốt hơn là 15% trọng lượng đến 30% trọng lượng, tốt hơn nữa là 15% trọng lượng đến 27% trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là 18% trọng lượng đến 25% trọng lượng.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,6, tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,5, và còn tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,45.

Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 6500 kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 4800 đến 6000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,3 đến 0,60, tốt hơn nữa là 0,35 đến 0,60, và còn tốt hơn nữa là 0,40 đến 0,60.

Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,9 đến 1,2, tốt hơn nữa là 0,95 đến 1,2, và còn tốt hơn nữa là 1,0 đến 1,2.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn J.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn J, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 230 đến 290°C.

(Cây cao su: Nhiên liệu rắn K)

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu nguyên liệu thô là cây cao su, thì các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn (dưới đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn K) là như dưới đây.

Tỷ lệ nhiên liệu của nó tốt hơn là 0,2 đến 0,8, và tốt hơn nữa là 0,2 đến 0,7. Trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô tốt hơn là 4800 đến 7000 kcal/kg.

Tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) của nó tốt hơn là 0,1 đến 0,70. Tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) của nó tốt hơn là 0,8 đến 1,3.

Phần mô tả nói trên là phạm vi ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn K.

Ngoài ra, khi sản xuất nhiên liệu rắn K, nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt tốt hơn là 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là 230 đến 290°C.

Các tác giả sáng chế cho là, ở phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn, vì phương pháp này có trình tự các bước sao cho bước gia nhiệt để gia nhiệt các khối sinh khối chưa được gia nhiệt được tiến hành sau bước đúc, nên liên kết hoặc lực bám dính với nhau ở sinh khối đã nghiền được duy trì bằng cách sử dụng các thành phần bắt nguồn từ sinh khối nguyên liệu thô mà không cần sử dụng chất gắn kết, điều này cho phép sản xuất các nhiên liệu sinh khối rắn có khả năng chống nước cao mà không tan rã do nhúng vào nước. Theo phân tích của các tác giả sáng chế, thu được các phát hiện dưới đây về cơ chế các nhiên liệu sinh khối rắn có được khả năng chống nước.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành phân tích FT-IR, phân tích GC-MS, và quan sát SEM về ba loại nhiên liệu sinh khối rắn được sản xuất bởi các phương pháp sản xuất khác nhau, cụ thể nhiên liệu rắn không được gia nhiệt thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền (White Pellet-viên trắng: dưới đây có thể được gọi là WP), và nhiên liệu rắn thu được bằng cách gia nhiệt sau khi đúc sinh khối đã nghiền (Pelletizing Before Torrefaction-tạo viên trước khi sao; dưới đây có thể được gọi là PBT), và đã phân tích cơ chế chống nước của các nhiên liệu sinh khối rắn. Ở đây, các chất gắn kết không được sử dụng ở cả WP lẫn PBT.

Trước tiên, các chất chiết axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bằng FT-IR. Ở PBT thu được nhờ bước gia nhiệt, 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 gia nhiệt. Điều này nói lên là cấu trúc hóa học của các thành phần tạo nên sinh khối đã thay đổi và trở thành kỵ nước do cách gia nhiệt.

Ngoài ra, các thành phần chiết axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bởi phép phân tích GC-MS. Các terpen như axit abietic

và các dẫn xuất của nó (dưới đây, có thể được gọi là "axit abietic và tương tự") được gợi ý là bị phân hủy bởi nhiệt bằng cách gia nhiệt, và vấn đề này đề cập đến khả năng chống nước của nhiên liệu sinh khối rắn. Axit abietic và tương tự là các thành phần chính của các colophan có trong gỗ thông và tương tự.

Fig.18 là biểu đồ minh họa cơ chế tạo ra (ước đoán) liên kết ngang rắn ở PBT. Trong trường hợp PBT, ở bước gia nhiệt sau bước đúc, dung dịch nóng chảy của axit abietic rửa giải trong khoảng trống ở giữa sinh khối (khoảng trống ở giữa các hạt sinh khối đã nghiền cạnh nhau mà đã kết lại thành khối bằng cách đúc sau khi nghiền; ở đây sinh khối có thể được gọi là sinh khối đã nghiền) cùng với tăng nhiệt độ, và sự bay hơi và phân hủy axit abietic do nhiệt xảy ra để tạo ra các nguyên liệu kỵ nước, mà bám vào khoảng trống ở giữa các hạt sinh khối đã nghiền để tạo ra liên kết ngang (liên kết ngang rắn). Do đó, khi không bổ sung chất gắn kết, liên kết hoặc lực bám dính với nhau ở sinh khối đã nghiền được duy trì bởi axit abietic và tương tự thu được từ nguyên liệu thô của sinh khối. Do đó, được suy xét là do các hạt sinh khối đã nghiền đã gắn hoặc liên kết với nhau để ngăn nước xâm nhập vào, nên khả năng chống nước được cải thiện.

Mặt khác, trong trường hợp WP mà chưa được gia nhiệt và chỉ thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền, trái với PBT ở trên, không có liên kết ngang rắn của sinh khối đã nghiền ở giữa các hạt bột. Do có nhiều nhóm COOH ưa nước và tương tự trên bề mặt của sinh khối thô đã nghiền tạo nên WP, nên nước dễ dàng đi vào. Nước xâm nhập làm cho khoảng trống ở giữa các hạt sinh khối đã nghiền rộng ra, và do đó, các viên đã đúc và tương tự tan rã một cách dễ dàng.

Hơn nữa, trong trường hợp các nhiên liệu rắn được đúc sau khi gia nhiệt sinh khối đã nghiền (Pelletizing After Torrefaction-về viên sau khi sao; dưới đây có thể được gọi là PAT), chính các hạt sinh khối đã nghiền riêng biệt trở nên kỵ nước trên bề mặt do rửa giải axit abietic, v.v.. Tuy nhiên, do việc nghiền và đúc được tiến hành sau khi chúng trở nên kỵ nước bằng cách gia nhiệt, nên trái với PBT ở trên sự tạo ra liên kết ngang giữa các hạt sinh khối đã nghiền không được kỳ vọng. Do đó, trong trường hợp PAT trong đó gia nhiệt được tiến hành trước khi đúc, nước dễ dàng xâm nhập vào khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền đã kết lại thành khối, và do đó nó có khả năng chống nước kém so với PBT.

Điểm nóng chảy của axit abietic hoặc các dẫn xuất của nó là khoảng 139 đến 142°C, và điểm sôi là khoảng 250°C. Do đó, axit abietic và tương tự nóng chảy bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ gần điểm nóng chảy để tạo ra liên kết ngang lỏng, và axit abietic và tương tự phân hủy do nhiệt ở nhiệt độ gần điểm sôi để tạo ra liên kết ngang rắn.

Lưu ý là các terpen, bao gồm axit abietic, có trong sinh khối nói chung (xem, Hokkaido Forest Products Research Institute monthly report 171, April 1966, Public Interest Incorporated Association Japan Wood Protection Association, "Wood Preservation" Vol.34-2 (2008), etc.). Dù có một chút khác nhau về hàm lượng tùy theo loại sinh khối (xem, "use of essential oil", Ohira Tatsuro, Japan Wood Society the 6th Research Subcommittee Report p72, Table 1, Japan Wood Society 1999, etc.), tất cả <ví dụ A> đến < ví dụ I> được mô tả dưới đây cho thấy khả năng chống nước sinh ra bằng cách gia nhiệt ở 230°C hoặc cao hơn (không xảy ra tan rã ngay cả sau khi nhúng vào nước, xem bảng 6), và do đó việc gia nhiệt sinh khối nói chung ở nhiệt độ ít nhất 230°C hoặc cao hơn đến 250°C hoặc cao hơn được xem là tạo ra khả năng chống nước.

Các Fig.19 đến 22 là các đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế. Nguyên liệu thô là gỗ thông Châu Âu của ví dụ B dưới đây, và phép phân tích này được thực hiện đối với nhiên liệu rắn đã gia nhiệt (PBT) thu được bằng cách nghiền và đúc nguyên liệu thô thành dạng viên và gia nhiệt ở 250°C. Ngoài ra, số liệu về nhiên liệu rắn chưa gia nhiệt (WP) thu được bằng cách nghiền và đúc cùng một nguyên liệu thô, nhưng không được gia nhiệt cũng được thể hiện. Cả ở bề mặt ngoài của viên (Fig.19) lẫn ở trung tâm mặt cắt ngang (Fig.20), lượng nhóm COOH là WP> PBT, và lượng liên kết C=C là PBT> WP. Hơn nữa, lượng nhóm COOH được rửa giải vào chất chiết axeton (Fig.21) là WP> PBT, từ đó cho thấy là PBT có ít nhóm COOH ưa nước hơn. Ngoài ra, ở các chất rắn sau khi chiết bằng axeton (Fig.22), PBT có nhiều liên kết C=C hơn WP. Do đó, PBT được hiểu là vượt trội về khả năng chống nước.

Fig.23 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích GC-MS dung dịch chiết axeton. Các nguyên liệu thô là gỗ thông Châu Âu của ví dụ B là giống như đối với các Fig.19 đến 22 nói trên, và phép phân tích này được thực hiện đối với nhiên liệu rắn đã gia nhiệt (PBT) thu được bằng cách nghiền và đúc nguyên liệu thô thành dạng viên và gia nhiệt ở 250°C và nhiên liệu rắn chưa được gia nhiệt (WP). Như được thể hiện trong Fig.23, lượng axit abietic rửa

giải và tương tự, mà là một trong các loại terpen, đối với axeton là nhỏ hơn trong trường hợp PBT chứ không phải trong trường hợp WP. Do đó, các kết quả này được xem là thể hiện axit abietic nóng chảy bằng cách gia nhiệt để tạo ra liên kết ngang lỏng, và liên kết ngang rắn được tạo ra do sự bay hơi của axit abietic và tương tự.

Ngoài ra, trong trường hợp PBT, độ bền của nhiên liệu rắn được cải thiện do tạo ra liên kết ngang rắn, và do đó khả năng nghiền tốt (HGI được mô tả dưới đây, tốc độ nghiền) và khả năng xử lý tốt (thử nghiệm tan rã được mô tả dưới đây) được cho là thu được mà không cần bổ sung chất gắn kết, bằng cách gia nhiệt ít nhất ở 230°C hoặc cao hơn đến 250°C hoặc cao hơn tương tự như với khả năng chống nước. Như được đề cập ở trên, COD được làm giảm nếu sử dụng PBT. Điều này được xem là do thành phần hắc ín của nguyên liệu thô của sinh khối bay hơi bằng cách gia nhiệt, và đồng thời axit abietic hóa rắn và tương tự bao phủ bề mặt của nhiên liệu rắn PBT, điều mà còn làm tăng tính kỵ nước của bề mặt nhiên liệu rắn để ngăn sự rửa giải thành phần hắc ín còn lại trong nguyên liệu thô của sinh khối.

Ví dụ thực hiện sáng chế

<Ví dụ A>

(Các ví dụ A-1 đến A-6)

Nhiên liệu sinh khối rắn A (PBT) thu được nhờ bước đúc để nghiền sinh khối sau khi ép và đúc sinh khối được nghiền, và bước gia nhiệt tiếp theo. Chất gắn kết không được sử dụng ở bất kỳ bước nào. Nguyên liệu thô của sinh khối được sử dụng là hỗn hợp gồm gỗ thông Mỹ 40% trọng lượng, cây độc cần 58% trọng lượng, cây tuyết tùng 1% trọng lượng và cây bách 1% trọng lượng. Trong quá trình đúc của mỗi ví dụ, nguyên liệu thô được đúc thành dạng viên có đường kính là 8 mm. Ở bước gia nhiệt của mỗi ví dụ, 4kg nguyên liệu thô cho vào lò đốt từng mẻ bằng điện có đường kính 600mm và được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (nhiệt độ gia nhiệt trong bảng 1) ở các ví dụ tương ứng với tốc độ gia nhiệt là 2°C/phút. Dưới đây, nhiệt độ mong muốn và nhiệt độ gia nhiệt có nghĩa như nhau. Ở các ví dụ A-1 đến A-6, nhiệt độ không được duy trì ở nhiệt độ mong muốn (nhiệt độ gia nhiệt) (điều kiện này cũng áp dụng đối với các ví dụ B đến K dưới đây). Bảng 1 cho thấy nhiệt độ gia nhiệt của bước gia nhiệt ở các ví dụ A-1 đến A-6 và thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn thu được A sau bước gia nhiệt.

(Ví dụ so sánh A)

Ví dụ so sánh A là nhiên liệu sinh khối rắn chưa được gia nhiệt (WP) mà thu được bằng cách chỉ đúc sau khi ép và nghiền, và không qua bước gia nhiệt. Chất gắn kết không được sử dụng cả ở ví dụ so sánh A. Sinh khối thô là giống như ở ví dụ A-1. Bảng 1 còn cho thấy các đặc tính của nhiên liệu rắn thu được của ví dụ so sánh A.

Ở bảng 1, HGI theo JIS M 8801 như đã mô tả, và trị số càng lớn cho thấy khả năng nghiền càng tốt. Bảng 1 cho thấy trị số gia nhiệt càng cao (trọng lượng khô), thì tỷ lệ nhiên liệu được tính toán theo các trị số phân tích gần đúng (độ tro), và các kết quả của các trị số phân tích cuối cùng (độ tro) và tỷ lệ mol của oxy O, cacbon C và hydro H thu được theo phân tích cuối cùng.

Bảng 1

			Ví dụ so sánh	Ví dụ					
Các mẫu <Ví dụ A>			A không gia nhiệt	A-1 230°C	A-2 250°C	A-3 270°C	A-4 280°C	A-5 290°C	A-6 300°C
				PBT					
phân tích gần đúng	hàm lượng ẩm	AD theo% trọng lượng	11,0	8,4	7,7	7,2	6,9	6,7	6,3
	hàm lượng tro	AD theo% trọng lượng	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9
	chất dễ bay hơi	AD theo% trọng lượng	73,6	74,1	74,5	70,9	68,9	64,8	57,4
	cacbon cố định	AD theo% trọng lượng	14,8	16,9	17,3	21,4	23,6	27,8	35,4
tỷ lệ nhiên liệu		-	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
trị số gia nhiệt cao hơn		Chất khô theo kcal/kg	4,719	5,000	5,146	5,366	5,478	5,734	6,105
Phân tích cuối cùng	hàm lượng tro	Chất khô theo% trọng lượng	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0
	cacbon	Chất khô theo% trọng lượng	50,7	52,2	53,4	56,0	57,2	60,0	63,9
	hydro	Chất khô theo% trọng lượng	5,5	5,6	5,7	5,5	5,4	5,2	5,2
	oxy	Chất khô theo% trọng	42,7	41,2	40,0	37,5	36,4	33,9	29,5

	lượng								
nitơ	Chất khô theo% trọng lượng	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	
lưu huỳnh dễ cháy	Chất khô theo% trọng lượng	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	
O/C	mol/mol	0,63	0,59	0,56	0,50	0,48	0,42	0,35	
H/C	mol/mol	1,30	1,29	1,28	1,18	1,13	1,04	0,98	
lưu huỳnh tổng số	Chất khô theo% trọng lượng	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	
lưu huỳnh không dễ cháy	Chất khô theo% trọng lượng	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
mật độ khối	g/cm ³	0,69	0,69	0,66	0,63	0,63	0,59	0,55	
tỷ lệ mật độ khối (B/A)	-	-	1,00	0,96	0,91	0,91	0,86	0,80	
HGI	-	21	24	29	38	35	38	46	
tỷ lệ HGI (H2/H1)	-	-	1,14	1,38	1,81	1,67	1,81	2,19	

Hơn nữa các phân tích được tiến hành như được mô tả dưới đây với các nhiên liệu sinh khối rắn thu được ở các ví dụ và ví dụ so sánh trên.

[COD]

Fig.1 cho thấy sự tương quan giữa nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt và COD (nhu cầu oxy hóa học) và độ pH (độ pH được mô tả dưới đây) trong nước để nhúng khi các nhiên liệu sinh khối rắn thu được được nhúng trong nước. Mẫu nước để nhúng để xác định COD được chuẩn bị theo Thông cáo của cơ quan Môi trường Nhật Bản số 13 "(A) phương pháp phát hiện kim loại hoặc tương tự có trong chất thải công nghiệp", 1973, và COD được phân tích theo JIS K0102(2010)-17.

Từ Fig.1, COD của ví dụ so sánh A (WP: nhiên liệu sinh khối rắn thu được chỉ bằng cách đúc mà không có bước gia nhiệt) là cao, tức là xấp xỉ 1200ppm. Ngược lại, các trị số COD của các nhiên liệu sinh khối rắn mà đã

được gia nhiệt ở 230°C hoặc cao hơn nhỏ hơn 800 ppm, từ đó cho thấy là sự rửa giải thành phần hắc ín là thấp. Do đó, được cho thấy là các nhiên liệu sinh khối rắn của ví dụ A-1 đến A-6 là các nhiên liệu có các đặc tính xử lý vượt trội do sự rửa giải thành phần hắc ín thấp ngay cả khi cất giữ ngoài trời. Các trị số COD của các nhiên liệu sinh khối rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 được gia nhiệt ở 230°C hoặc cao hơn giảm khi nhiệt độ gia nhiệt trở nên cao hơn. Điều này được cho là trị số COD giảm do bay hơi hắc ín hoặc tương tự do gia nhiệt. Do đó, ngay cả trong trường hợp nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn 230°C, cụ thể là nhiệt độ gia nhiệt là 150°C hoặc cao hơn và thấp hơn 230°C, các trị số COD thấp hơn được kỳ vọng so với các trị số của ví dụ so sánh A.

[Độ PH]

Các nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 và ví dụ so sánh A được nhúng vào nước ở tỷ lệ rắn/lỏng là 1:3, và các trị số pH được đo. Fig.1 cho thấy là dù các trị số hơi thấp quan sát được đối với ví dụ A-2 và ví dụ A-3, nhưng các trị số pH là xấp xỉ khoảng 6 ở tất cả các ví dụ A-1 đến A-6, từ đó cho thấy là không có thay đổi đặc biệt nào so với ví dụ so sánh A chưa được gia nhiệt. Do đó, cho thấy là không có vấn đề đặc biệt nào xảy ra liên quan đến các trị số pH của nước thải nếu các ví dụ A-1 đến A-6 được cất giữ ngoài trời.

[Khả năng nghiền]

Fig.2 cho thấy mối quan hệ giữa nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt và chỉ số nghiền Hradgrove (HGI) và tốc độ nghiền (được mô tả dưới đây) của nhiên liệu sinh khối rắn A thu được, đối với các nhiên liệu sinh khối rắn ở ví dụ so sánh A và các ví dụ A-1 đến A-6.

Như có thể thấy rõ ràng từ bảng 1 và Fig.2, các đặc tính đã biến đổi do gia nhiệt ở các ví dụ A-1 đến A-6, và các trị số HGI (theo JIS M 8801) cao hơn các trị số của các ví dụ so sánh A (WP: nhiên liệu sinh khối rắn chưa được gia nhiệt sau khi đúc). Trị số HGI tiêu biểu cho than đá (than bitum) là gần 50, và các đặc tính nghiền của các ví dụ A-1 đến A-6 gần với than đá hơn và tốt hơn ví dụ so sánh A.

Tốc độ nghiền ở Fig.2 là trọng lượng đã nghiền trên một đơn vị thời gian (g/phút) như được xác định bằng cách đo trọng lượng của mẫu đã nghiền là các mảnh đi qua rây có đường kính lỗ 150 μm sau khi nghiền mẫu với lượng 700 cc bằng máy nghiền bi. Ở đây, tiến hành đo bằng cách sử dụng máy nghiền bi theo JIS M4002, trong đó các ổ bi loại thông thường

như được xác định trong JIS B1501 ($\Phi 36,5 \text{ mm} \times 43 \text{ bi}$, $\Phi 30,2 \text{ mm} \times 67 \text{ bi}$, $\Phi 24,4 \text{ mm} \times 10 \text{ bi}$, $\Phi 19,1 \text{ mm} \times 71 \text{ bi}$ và $\Phi 15,9 \text{ mm} \times 94 \text{ bi}$) được cho vào vật chứa hình trụ có đường kính trong là 305 mm $\times$ chiều dài trục là 305 mm và vật chứa này được quay ở tốc độ là 70 vòng/phút. Việc gia nhiệt cải thiện tốc độ nghiền, cụ thể, việc gia nhiệt ở 230°C hoặc cao hơn làm tăng đáng kể tốc độ nghiền. Việc rửa giải và hóa rắn kết hợp gia nhiệt các thành phần hữu cơ như hắc ín có thể được xem là dẫn đến làm tăng độ cứng của nhiên liệu sinh khối rắn và cải thiện hiệu quả nghiền. Do đó, ngay cả trong trường hợp nhiệt độ gia nhiệt là 150°C hoặc cao hơn và thấp hơn 230°C , sự cải thiện HGI và tốc độ nghiền được kỳ vọng so với các trị số của ví dụ so sánh A chưa được gia nhiệt.

[Thử nghiệm tan rã]

Bảng 2 cho thấy tỷ lệ phần trăm qua rây tích lũy của nhiên liệu sinh khối rắn A sau khi được thử nghiệm tan rã, và Fig.3 là biểu đồ về sự phân bố kích thước hạt. Để đánh giá các đặc tính xử lý của các viên này, thử nghiệm tan rã được tiến hành. 1kg mẫu được đóng gói vào túi bằng chất dẻo và bị đánh rơi 20 lần từ độ cao 8,6m, và được kiểm tra độ bền quay theo JIS Z 8841, để đánh giá phân bố kích thước hạt. Sự phân bố kích thước hạt thu được được thể hiện ở Fig.3. Ở đây, mẫu có phân bố kích thước hạt trong đó lượng hạt đi qua rây có đường kính lỗ rây 2mm là 30% trọng lượng hoặc nhỏ hơn và lượng hạt đi qua rây có đường kính lỗ rây 0,5mm là 15% trọng lượng hoặc nhỏ hơn, được xác định như mẫu có kích thước hạt có thể xử lý được khi cất giữ và tương tự. Các kết quả của bảng 2 và Fig.3 cho thấy là khi kích thước hạt mẫu sau khi kiểm tra độ bền quay trở nên càng nhỏ khi nhiệt độ gia nhiệt trở nên càng cao, tất cả các mẫu làm sáng tỏ các tiêu chuẩn đánh giá được mô tả ở trên và do đó chúng có thể xử lý mà không gặp bất kỳ vấn đề gì.

Bảng 2

Lỗ rây	Ví dụ so sánh A	Ví dụ					
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
(mm)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)	(% trọng lượng)
16	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
9,5	90,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4,75	12,9	14,4	19,5	20,9	32,3	19,1	18,4
3,35	10,2	10,1	14,9	16,9	26,2	15,8	16,8
2	8,0	7,4	11,2	12,7	20,0	13,4	14,5
1	6,3	5,8	9,0	10,4	16,1	11,6	12,3
0,5	5,1	4,7	7,2	8,6	13,2	10,0	10,3
0,212	3,0	2,8	4,0	4,9	8,6	6,8	6,3
0,1	1,2	1,0	1,2	1,7	3,5	2,7	2,4
0,075	0,7	0,6	0,6	0,8	1,7	1,5	1,3

[Nhúng nước]

Bảng 3 và Fig.4 cho thấy kết quả thử nghiệm nhúng nước của các nhiên liệu sinh khối rắn A. Các nhiên liệu rắn từ các ví dụ và ví dụ so sánh tương ứng được nhúng vào nước và được loại bỏ sau thời gian đã định thể hiện ở bảng 3 và Fig.4. Sau khi lau khô nước, hàm lượng ẩm của chất rắn được đo. Nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh A (WP) bị tan rã do nhúng vào nước, và không thể đo hàm lượng ẩm của chất rắn. Ngược lại, ở nhiên liệu rắn của ví dụ A-1, hàm lượng ẩm đạt cân bằng trong khoảng 10 giờ sau khi nhúng, và hàm lượng ẩm cân bằng là khoảng 27% trọng lượng. Ở nhiên liệu rắn của ví dụ A-2, hàm lượng ẩm đạt cân bằng sau khoảng 100 giờ, và hàm lượng ẩm cân bằng là khoảng 25% trọng lượng. Ngoài ra, ở các nhiên liệu rắn của các ví dụ A-3 đến A-5, hàm lượng ẩm đạt cân bằng khoảng 23% trọng lượng sau khoảng 100 giờ. Ngoài ra, ở nhiên liệu rắn của ví dụ A-6, hàm lượng ẩm gần đạt được cân bằng sau khoảng 100 giờ, và hàm lượng ẩm cân bằng là khoảng 28% trọng lượng (dù sự dao động lớn hơn ở các ví dụ A-3 đến A-5, nhưng được cho là do sự khác nhau về các nguyên liệu thô). Các kết quả này có thể xem là có được do sự rửa giải và hóa rắn các thành phần hữu cơ như hắc ín kết hợp gia nhiệt làm cho bề mặt nhiên liệu sinh khối rắn kỵ nước, từ đó cho thấy là các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT) có các đặc tính có lợi làm nhiên liệu rắn mà thường được cất giữ ngoài trời.

Bảng 3

Thời gian nhúng (giờ)		0	6	24	48	72	96	144	168	192	240
Hàm lượng ẩm sau khi nhúng (% trọng lượng)	Ví dụ A-1	2,83	27,34	28,76	28,81	27,35	27,79		27,97		
	Ví dụ A-2	2,37	21,91	23,74	25,02	24,59	24,71		23,80		
	Ví dụ A-3	1,71	14,39	19,66	20,30	22,09	22,85		23,00		
	Ví dụ A-4	1,13	12,00	16,78	18,43	20,31		23,83	22,58	22,41	
	Ví dụ A-5	1,31	11,10	14,87	17,16	18,67		23,93	22,09	23,04	
	Ví dụ A-6	2,48	9,99	14,94	17,05	18,73		25,02	27,21	28,13	26,97

[Độ bền rắn trước và sau khi nhúng nước]

(Độ bền quay)

Fig.5 cho thấy các kết quả của độ bền rắn đo được trước và sau khi nhúng vào nước (theo JIS Z-8841 phương pháp kiểm tra độ bền quay) đối với các ví dụ A-1 đến A-6 và ví dụ so sánh A. Như được đề cập ở trên, nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh A (WP) bị tan rã do nhúng vào nước, và không thể đo được độ bền quay sau khi nhúng. Đối với các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT), các mẫu được sử dụng là các mẫu được làm khô trong 22 giờ ở 35 °C trong lò ổn nhiệt, sau khi lau khô nước trên bề mặt của các nhiên liệu rắn đã đạt được hàm lượng ẩm cân bằng. Ở các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT) mà đã trải qua bước gia nhiệt, độ bền thực chất không giảm, và việc nghiền thành bột khó xảy ra ngay cả so với ví dụ so sánh A trước khi nhúng nước (WP), và do đó có thể nói là khả năng xử lý được duy trì.

(Độ bền cơ học)

Fig.6 là biểu đồ thể hiện kết quả đo được đối với độ bền cơ học trước và sau khi nhúng vào nước. Đối với các nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 và ví dụ so sánh A, độ bền cơ học DU được xác định theo biểu thức dưới đây theo tiêu chuẩn công nghiệp nông nghiệp Mỹ ASAE S 269.4 và Tiêu chuẩn công nghiệp Đức DIN EN 15210-1. Trong biểu thức này, m0 là trọng lượng mẫu trước xử lý quay, m1 là trọng lượng trên rây của mẫu sau

khi xử lý quay, trong đó rây được sử dụng là rây hình đĩa có các lỗ tròn có đường kính 3,15 mm.

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

Về độ bền cơ học, tương tự như với độ bền quay quay, ở các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT) đã trải qua bước gia nhiệt, độ bền này thực chất không giảm, và việc nghiền thành bột khó xảy ra ngay cả so với ví dụ so sánh A trước khi nhúng nước (WP), và do đó cho thấy là khả năng xử lý được duy trì.

[Đặc tính tự cháy]

Đặc tính tự cháy được đánh giá theo "Thử nghiệm tự cháy" trong "the Manual of Tests and Criteria, the United Nations: Regulations for the Carriage and Storage of Dangerous Goods by Ship, 16th revised edition". 1 đến 2 cm³ nhiên liệu sinh khối rắn của ví dụ A-2 (nhiệt độ gia nhiệt: 250 °C) bị đánh rơi xuống tấm cách điện vô cơ từ độ cao 1 m, và được xác định sự bốc cháy khi rơi hoặc trong năm phút sau khi rơi có xảy ra hay không. Thử nghiệm này được thực hiện sáu lần. Do sự bốc cháy không xảy ra trong 6 thử nghiệm, ví dụ A-2 (PBT) được xác định là không rơi vào loại vật liệu đệm kín I của Hướng dẫn thử nghiệm và các tiêu chuẩn UN ở trên.

[Đặc tính tự gia nhiệt]

Đặc tính tự gia nhiệt được đánh giá theo "thử nghiệm tự cháy" trong "Regulations for the Carriage and Storage of Dangerous Goods by Ship, 16th revised edition". Nhiên liệu sinh khối rắn của ví dụ A-2 (nhiệt độ gia nhiệt 250 °C) được cho vào vật chứa mẫu (khối lập phương có mắt lưới bằng thép không gỉ có chiều dài cạnh là 10 cm) và được tạo huyền phù bên trong lò ổn nhiệt ở nhiệt độ là 140 °C, và nhiệt độ của nguyên liệu được đo trong 24 giờ liên tục. Nguyên liệu mà với nguyên liệu này sự bốc cháy hoặc nhiệt độ tăng hơn 200 độ được phát hiện được xác định là nguyên liệu tự gia nhiệt, và tiếp tục được thử nghiệm tương tự bằng cách sử dụng vật chứa mẫu có chiều dài cạnh là 2,5 cm và xác nhận sự bốc cháy hoặc nhiệt độ tăng hơn 60 độ có xảy ra không. Theo các kết quả thử nghiệm, ví dụ A-2 (PBT) được xác định là không thuộc vào nguyên liệu tự gia nhiệt.

[Phân bố kích thước lỗ]

(Diện tích bề mặt riêng BET)

Fig.7 là biểu đồ thể hiện các kết quả đo diện tích bề mặt riêng BET của nhiên liệu rắn A. Diện tích bề mặt riêng BET được xác định bằng cách

sử dụng diện tích bề mặt riêng ngẫu nhiên/thiết bị xác định sự phân bố kích thước lỗ (Nippon Bell Co., Ltd. BELSORP-min II) đối với các mẫu nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 và ví dụ so sánh A mà đã được cắt thành kích thước là 2 đến 6 mm, được đổ vào vật chứa, và được khử khí trong chân không trong 2 giờ ở 100°C như là xử lý sơ bộ. Khí nitơ được sử dụng làm khí hấp phụ. Từ Fig.7, diện tích bề mặt riêng BET tăng lên với sự tăng nhiệt độ gia nhiệt, từ đó cho thấy là các lỗ mở ra khi được gia nhiệt (sự nhiệt phân).

(Đường kính lỗ trung bình, tổng thể tích lỗ)

Fig.8 là biểu đồ thể hiện đường kính lỗ trung bình ở bề mặt của nhiên liệu rắn A, và Fig.9 là biểu đồ thể hiện tổng thể tích lỗ. Đường kính lỗ trung bình và tổng thể tích lỗ được đo bằng cách sử dụng cùng một thiết bị sử dụng đối với diện tích bề mặt riêng BET. Thuật ngữ "lỗ" được sử dụng ở đây có nghĩa là lỗ có đường kính là 2nm đến 100 nm. Đường kính lỗ trung bình trở nên nhỏ đi khi nhiệt độ gia nhiệt được tăng lên như ở ví dụ A-2 và các ví dụ tiếp theo, từ đó cho thấy là đã sinh ra lượng lớn các lỗ nhỏ hơn. Điều này được tin là do sự phân hủy của xenluloza.

[Sản lượng]

Fig.10 là biểu đồ thể hiện sản lượng của nhiên liệu sinh khối rắn A sau bước gia nhiệt (sản lượng chất rắn và hiệu suất nhiệt). Sản lượng chất rắn là tỷ lệ trọng lượng trước và sau khi gia nhiệt, và hiệu suất nhiệt là tỷ lệ của trị số gia nhiệt trước và sau khi gia nhiệt. Như được đề cập ở trên, nhiệt độ không được duy trì ở nhiệt độ mong muốn (nhiệt độ gia nhiệt) ở mỗi ví dụ (điều kiện này cũng áp dụng đối với các ví dụ B đến K dưới đây).

Từ các kết quả của các ví dụ A-1 đến A-6, theo sáng chế, nhiên liệu sinh khối rắn A (PBT) được thấy là có thể thu được với chi phí thấp, trong đó COD được làm giảm, khả năng nghiền được cải thiện, giảm hấp thụ nước, cải thiện độ bền rắn và cải thiện hiệu suất.

[Đặc tính tự cháy]

Đặc tính tự cháy của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 được đo theo phương pháp dưới đây. 1kg chứa các mẫu được cho vào vật chứa, và được đặt trong lò ổn nhiệt ở 80°C. Không khí được thổi vào mẫu, và nồng độ O₂, CO, và CO₂ trong khí thu được được đo. Lượng hấp phụ O₂, lượng tạo ra CO, lượng tạo ra CO₂ bằng cách gia nhiệt các mẫu được tính toán từ nồng

độ trước và sau khi gia nhiệt, theo biểu thức (1) dưới đây để tính chỉ số tự gia nhiệt (self-heating index-SCI).

Chỉ số tự cháy (SCI) = {lượng hấp phụ O₂ × nhiệt hấp thu O₂ × (1/100)} + {lượng tạo ra CO × (nhiệt tạo ra CO + (1/2) × nhiệt tạo ra H₂O × H/C) × (1/100)} + {lượng tạo ra CO₂ × (nhiệt tạo ra CO₂ + (1/2) × nhiệt tạo ra H₂O × H/C) × (1/100)} ... công thức (1)

Lượng hấp phụ, lượng tạo ra, và H/C của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 như dưới đây.

Lượng hấp phụ O₂ 0,42 [ml/kg · phút]

Lượng tạo ra CO 0,03 [ml/kg · phút]

Lượng tạo ra CO₂ 0,02 [ml / kg · phút]

H/C (tỷ lệ mol của hydro và cacbon trong nhiên liệu rắn của ví dụ A-2) 1,28 [mol/mol] (xem bảng 1)

Hơn nữa, nhiệt hấp phụ và nhiệt tạo ra tương ứng được sử dụng trong biểu thức (1) như dưới đây.

nhiệt hấp thu O₂ 253 [kJ/mol] (trị số giống với nhiệt hấp thu O₂ vào than đá)

nhiệt tạo ra CO 110,5 [kJ/mol]

nhiệt tạo ra H₂O 285,83 [kJ/mol]

nhiệt tạo ra CO₂ 393,5 [kJ/mol]

SCI của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 được tính toán theo như trên, và tìm thấy SCI=1,3. Ở đây, do các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn A theo sáng chế gần với than đá, nên trị số giống với nhiệt hấp phụ lên than đá được sử dụng làm nhiệt hấp thu O₂.

Bằng cách sử dụng cùng một phương pháp như sử dụng để tính SCI ở ví dụ A-2, tính toán được SCI của các ví dụ A-1 đến A-3, A-6 và SCI của ví dụ A-2 sau thử nghiệm tan rã (xem bảng 2, Fig.3). Các kết quả tính toán được thể hiện ở Fig.11. Để so sánh, SCI của than bitum ở bảng 4 còn được thể hiện trong Fig.11. Trục ngang của Fig.11 là hàm lượng ẩm của sản phẩm (arrival-basis), và các trị số SCI của than bitum ở Fig.11 được tính toán với bốn mẫu được chuẩn bị bằng cách bổ sung nước vào than bitum thể hiện trong bảng 4 để bốn mẫu có hàm lượng ẩm khác nhau.

Trị số của SCI càng thấp thể hiện đặc tính tự cháy càng thấp như được thể hiện bởi công thức (1). Do đó, khi so sánh các ví dụ A-1 đến A-3, A-6, ví dụ A-2 sau thử nghiệm tan rã (xem, bảng 2 và Fig.3), và than bitum, nếu hàm lượng ẩm có thể so sánh, thì các nhiên liệu sinh khối rắn (PBT) theo sáng chế có SCI (chỉ số tự cháy) thấp hơn than bitum và do đó có cùng mức SCI (chỉ số tự cháy) như của than bitum có hàm lượng ẩm cao. Do đó, nhiên liệu sinh khối rắn A (PBT) theo sáng chế có thể nói là nhiên liệu tốt có nguy cơ bốc cháy thấp khi xử lý.

Bảng 4

			than bitum
phân tích gần đúng	hàm lượng ẩm	% trọng lượng (độ tro)	3,3
	hàm lượng tro		12,3
	chất dễ bay hơi		30,5
	cacbon cố định		53,9
trị số gia nhiệt cao hơn		kcal/kg (trọng lượng khô)	7135
phân tích cuối cùng	hàm lượng tro	% trọng lượng (trọng lượng khô)	12,8
	cacbon		73,6
	hydro		4,5
	oxy		6,9
	nito		1,7
	lưu huỳnh dễ cháy		0,46

[Ảnh bề mặt]

Các Fig.12 đến Fig.14 là các ảnh mặt cắt ngang SEM của các nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 (PBT) trước và sau khi nhúng vào nước. Fig.12 là ảnh trước khi nhúng, Fig.13 là ảnh 2 phút sau khi nhúng, và Fig.14 là ảnh 20 phút sau khi nhúng. Tương tự, các Fig.15 đến 17 là các ảnh mặt cắt ngang SEM của các nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh A (WP) trước và sau khi nhúng vào nước. Fig.15 là ảnh trước khi nhúng, Fig.16 là ảnh 2 phút sau khi nhúng, và Fig.17 là ảnh 20 phút sau khi nhúng. Ở ví dụ A-2 và ví dụ so sánh A, mặt cắt ngang sau khi nhúng có nghĩa là mặt cắt ngang thu được bằng cách cắt nhiên liệu rắn sau 2 phút hoặc 20 phút sau khi nhúng. Ngoài ra, sự phóng đại và mỗi tỷ lệ được thể hiện ở phần cuối ảnh.

Khi so sánh các ảnh trước và sau khi nhúng vào nước được so sánh, các lỗ rỗng ra sau khi nhúng nước ở ví dụ so sánh A (các Fig.15 đến 17).

Điều này được cho là do ví dụ so sánh A (WP) là sản phẩm đúc của sinh khối đã nghiền, sinh khối được hấp thụ nước bằng cách nhúng bằng cách đó làm các lỗ rộng ra (khoảng trống ở giữa các hạt sinh khối đã nghiền). Do đó, nước được xem là còn đi vào các lỗ đã được làm lớn để tách sinh khối đã nghiền khỏi nhau, từ đó gây ra sự tan rã của chính nhiên liệu rắn (xem, Fig.4).

Ngược lại, ở bề mặt của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 (các Fig.12 đến Fig.14), các lỗ không mở rộng quá nhiều ngay cả sau khi nhúng vào nước, và sự thay đổi bằng cách nhúng là nhỏ. Điều này được cho là ở ví dụ A-2, liên kết ngang rắn hình thành giữa các hạt sinh khối đã nghiền bằng cách gia nhiệt, và việc hấp thụ nước trở nên khó do tính kỵ nước được cải thiện, từ đó gây ra sự thay đổi nhỏ bằng cách nhúng. Do đó, vì liên kết hoặc lực bám dính giữa sinh khối mà đã được ép được duy trì bởi liên kết ngang rắn ngay cả sau khi nhúng, nên sự tan rã như ở ví dụ so sánh A ít có khả năng xảy ra. Do đó, ở các nhiên liệu rắn đã gia nhiệt của các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT), như được thể hiện trong Fig.4, các nhiên liệu sinh khối rắn thu được trong đó sự tan rã giảm bớt khi gặp nước mưa và tương tự, và đặc tính xử lý khi cất giữ ngoài trời được đảm bảo.

<Ví dụ B>

Ở các ví dụ B-1 đến B-4 (PBT), trừ việc sử dụng gỗ thông đỏ Châu Âu làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A. Bảng 5 và bảng 6 cho thấy các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn B thu được (các ví dụ B-1 đến B-4) thu được sau bước gia nhiệt. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh B (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ B-1 đến B-4 và ví dụ so sánh B, như ở ví dụ A. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ B), hàm lượng ẩm trong nhiên liệu rắn B được xem là đã đạt cân bằng. Các phương pháp xác định đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn là giống như được mô tả ở ví dụ A ở trên. Khả năng nghiền của máy nghiền bi được mô tả ở bảng 6 được xác định như dưới đây.

[Khả năng nghiền của máy nghiền bi]

Thời gian nghiền của mỗi nhiên liệu sinh khối rắn B là 20 phút, và tỷ lệ trọng lượng qua rây có đường kính lỗ rây là 150 μm sau 20 phút được xác định là điểm nghiền. Ở đây, tiến hành đo bằng cách sử dụng máy nghiền bi

theo JIS M4002, trong đó, các ổ bi loại thông thường như được xác định trong JIS B1501 ($\Phi 36,5 \text{ mm} \times 43 \text{ bi}$, $\Phi 30,2 \text{ mm} \times 67 \text{ bi}$, $\Phi 24,4 \text{ mm} \times 10 \text{ bi}$, $\Phi 19,1 \text{ mm} \times 71 \text{ bi}$ và $\Phi 15,9 \text{ mm} \times 94 \text{ bi}$) được cho vào vật chứa hình trụ có đường kính trong là 305 mm $\times$ chiều dài trục là 305 mm và vật chứa này được quay ở tốc độ là 70 vòng/phút. Trị số càng cao cho thấy là khả năng nghiền được cải thiện. Điều này chứng minh là khi nhiệt độ gia nhiệt tăng lên, thì điểm nghiền sẽ tăng lên.

Ví dụ so sánh B tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Ngược lại, ở các ví dụ B-1, B-3 và B-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng vào nước (168 giờ), và chúng không tan rã. Do đó, do các dạng rắn được duy trì ngay cả sau khi nhúng, nên có thể đo hàm lượng ẩm, và do đó sự tạo ra khả năng chống nước được chứng minh. Hơn nữa, khả năng nghiền được cải thiện so với ví dụ so sánh B, và cả COD được làm giảm. Theo quan điểm về khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), nhiên liệu sinh khối rắn của ví dụ B-3 đặc biệt lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất, các nhiên liệu sinh khối rắn của các ví dụ B-2 và B-3 thể hiện các tính chất vật lý đặc biệt lý tưởng.

Ngoài ra, ví dụ B-2 được cho là có khả năng chống nước và khả năng nghiền lý tưởng theo sự hình thành của liên kết ngang rắn, và là nhiên liệu có COD giảm.

<Ví dụ C>

Trừ việc sử dụng cây hạnh cổ thụ làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ C-1 đến C-4: PBT). Khả năng nghiền của máy nghiền bi được đo theo cách tương tự như ở ví dụ B ở trên. Bảng 5 và bảng 6 cho thấy các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn C thu được thu được sau bước gia nhiệt. Tương tự ví dụ B, do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ C), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh C (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ C-1 đến C-4 và ví dụ so sánh C.

Ví dụ so sánh C tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Ngược lại, ở các ví dụ C-1 đến C-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng vào nước, và chúng không tan rã, từ đó cho thấy khả năng chống nước được cải thiện. Ngoài ra, cho thấy khả

năng nghiền được cải thiện và làm giảm COD. Theo quan điểm về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ C-2, C-3 và C-4 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ C-1, C-2 và C-3 là lý tưởng. Ở đây, dù HGI của ví dụ C-1 thấp hơn của ví dụ so sánh C, điều này được cho là do sự khác nhau về các nguyên liệu thô và sai số của phép đo, và do đó, ví dụ C-1 được cho là có trị số HGI bằng hoặc lớn hơn ít nhất là ví dụ so sánh C.

<Ví dụ D>

Trừ việc sử dụng hỗn hợp (30% trọng lượng vỏ hạnh + 70% trọng lượng cây hạnh cổ thụ) làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ D-1 đến D-4: PBT). Khả năng nghiền của máy nghiền bi được xác định theo cách tương tự như ở ví dụ B ở trên. Bảng 5 và bảng 6 cho thấy các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn D thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ D), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh D (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ D-1 đến D-4 và ví dụ so sánh D.

Ví dụ so sánh D tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Ngược lại, ở các ví dụ D-1 đến D-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng vào nước, và chúng không tan rã, từ đó cho thấy khả năng chống nước được cải thiện. Ngoài ra, cho thấy khả năng nghiền được cải thiện và làm giảm COD. Theo quan điểm về COD, các ví dụ D-2, D-3 và D-4 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ D-1, D-2 và D-3 cho thấy các tính chất vật lý đặc biệt lý tưởng.

<Ví dụ E>

Trừ việc sử dụng phần gỗ ở cây keo làm nguyên liệu thô của sinh khối và đúc nó thành dạng viên nén, và trừ việc sử dụng lò hình ống có đường kính $\phi 70$ mm làm thiết bị gia nhiệt, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ E-1 đến E-3: PBT). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy đã thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn E thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ E), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so

sánh E (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ E-1 đến E-3 và ví dụ so sánh E. Ở ví dụ E, phép đo độ pH được tiến hành bằng cách nhúng các nhiên liệu rắn có tỷ lệ chất rắn-chất lỏng là 1:13. Ở đây, thời gian nhúng của ví dụ so sánh E ở bảng 6 là thời gian mà độ pH được đo, tức là, có nghĩa là độ pH được đo ở 96 giờ sau khi nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh E được nhúng.

Ví dụ so sánh E tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ E-1 đến E-3, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó thể hiện khả năng chống nước. Theo quan điểm về khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ E-2 và E-3 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ E-1 và E-2 là lý tưởng. Ở ví dụ E, ước đoán là liên kết ngang rắn được mô tả ở trên được tạo ra còn ở PBT được gia nhiệt ở 240 đến 270°C, và do đó khả năng chống nước, COD, và khả năng nghiền và tương tự được xem là lý tưởng. Trong khi hiệu suất nhiệt của ví dụ E-1 vượt quá 100%, là do sự khác nhau về các nguyên liệu thô và sai số của phép đo.

<Ví dụ F>

Trừ việc sử dụng vỏ cây keo làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ E (các ví dụ F-1 đến F-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy đã thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn F thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ F), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh F (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ F-1 đến F-4 và ví dụ so sánh F. Ở ví dụ F, phép đo độ pH được tiến hành bằng cách nhúng các nhiên liệu rắn với tỷ lệ chất rắn-chất lỏng là 1:13. Ở đây, thời gian nhúng của ví dụ so sánh F ở bảng 6 là thời gian mà độ pH được đo, cụ thể, có nghĩa là độ pH được đo ở 96 giờ sau khi nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh F được nhúng.

Ví dụ so sánh F tan rã một giờ sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ F-1 đến F-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó thể hiện khả năng chống nước. Theo quan điểm về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ F-2, F-3 và F-4 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ F-1, F-2 và F-3 là lý tưởng.

<Ví dụ G>

Trừ việc sử dụng hỗn hợp (70% trọng lượng vỏ hạnh + 30% trọng lượng vỏ quả óc chó), làm nguyên liệu thô của sinh khối, và trừ việc sử dụng lò hình ống có đường kính $\phi 70$ mm làm thiết bị gia nhiệt, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ G-1 đến G-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy là thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn G thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (144 giờ ở ví dụ G), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh F (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ G-1 đến G-4 và ví dụ so sánh G.

Ví dụ so sánh G tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ G-1 đến G-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó thể hiện khả năng chống nước. Theo quan điểm về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ G-2, G-3 và G-4 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ G-1, G-2 và G-3 là lý tưởng. Trong khi hiệu suất nhiệt của ví dụ G-2 vượt quá 100%, đó là do sự khác nhau về các nguyên liệu thô và sai số của phép đo.

<Ví dụ H>

Trừ việc sử dụng cây cọ sagu làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ H-1 đến H-4: PBT). Khả năng nghiền của máy nghiền bi được xác định theo cách tương tự như ở ví dụ B ở trên. Bảng 5 và bảng 6 cho thấy là thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn H thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ H), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh H (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ H-1 đến H-4 và ví dụ so sánh H. Ở đây, thời gian nhúng của ví dụ so sánh H trong bảng 6 là thời gian mà độ pH được đo, cụ thể, có nghĩa là độ pH được đo ở 24 giờ sau khi nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh H được nhúng.

Ví dụ so sánh H tan rã ba giờ sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ H-1 đến H-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã

nghiên được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó thể hiện khả năng chống nước. Theo quan điểm về COD, độ pH (hơi thấp) và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ H-2, H-3 và H-4 là lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ H-1, H-2 và H-3 là lý tưởng.

<Ví dụ I>

Trừ việc sử dụng EFB (chùm quả rỗng là phần còn lại của xử lý dầu cọ) làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ I-1 đến I-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn I thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ I), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt được cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh I (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ I-1 đến I-4 và ví dụ so sánh I.

Độ bền cơ học trước và sau khi nhúng vào nước đối với ví dụ I-3 mà đã được gia nhiệt ở 270°C và ví dụ I-4 mà đã được gia nhiệt ở 300°C được xác định bằng phương pháp dưới đây. 50g mẫu được đổ đầy vào vật chứa có dung tích 1000 cc làm từ polypropylen, và được quay ở tốc độ 60 vòng/phút trong 30 phút (tổng cộng 1800 vòng) bằng cách sử dụng Mazemazeman (tên thương mại) SKH-15DT do MISUGI LTD sản xuất. Mẫu sau khi xử lý quay được rây bằng rây có đường kính lỗ tròn là 3,15 mm, và độ bền cơ học (DU) được tính toán bằng biểu thức dưới đây:

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

Trong biểu thức này, m0 là trọng lượng mẫu trước khi xử lý quay, m1 là trọng lượng trên rây của mẫu sau khi xử lý quay.

Ví dụ so sánh I tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ I-1 đến I-4, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó thể hiện khả năng chống nước. Theo quan điểm về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ I-2, I-3 và I-4 lý tưởng, và theo quan điểm về hiệu suất nhiệt, các ví dụ I-1, I-2 và I-3 là lý tưởng.

<Ví dụ J>

Trừ việc sử dụng gỗ meranti làm nguyên liệu thô của sinh khối, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn

(các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả ở bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ J-1 và J-2: PBT). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn J thu được sau bước gia nhiệt. Do hàm lượng ẩm sau khi nhúng vào nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ ở ví dụ J), hàm lượng ẩm được xem là đã đạt cân bằng. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh J (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ J-1 và J-2 và ví dụ so sánh J.

Ví dụ so sánh J tan rã ngay sau khi nhúng vào nước. Tuy nhiên, ở các ví dụ J-1 và J-2, liên kết hoặc lực bám dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, từ đó cho thấy khả năng chống nước. Kết quả lý tưởng thu được đối với cả COD.

<Ví dụ K>

Trừ việc sử dụng cây cao su làm nguyên liệu thô của sinh khối, và trừ việc sử dụng lò hình ống có đường kính $\phi 70$ mm làm thiết bị gia nhiệt, nguyên liệu thô của sinh khối được gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (các nhiệt độ gia nhiệt được mô tả trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (ví dụ K-1). Bảng 5 và bảng 6 cho thấy thu được các đặc tính của nhiên liệu sinh khối rắn K thu được sau bước gia nhiệt. Tương tự, các đặc tính của ví dụ so sánh K (WP) cũng được thể hiện. Chất gắn kết không được sử dụng ở các ví dụ và ví dụ so sánh.

Ví dụ so sánh K được kỳ vọng là tan rã bằng cách nhúng vào nước như các ví dụ so sánh khác. Mặt khác, được kỳ vọng là ví dụ K-1 không tan rã ngay cả bằng cách nhúng vào nước do liên kết ngang rắn ở trên, và khả năng nghiền, sự giảm COD và tương tự được cải thiện. Trong khi ví dụ K-1 được gia nhiệt ở 270°C , hiệu quả tương tự được kỳ vọng ở nhiệt độ gia nhiệt là 230 đến 270°C theo cách tương tự như được mô tả ở trên.

Bảng 5

		loại cây	nhiệt độ gia nhiệt	hiệu suất của chất rắn	hiệu suất nhiệt	carbon cố định	chất dễ bay hơi	tỷ lệ nhiên liệu	HHV	O	H	C	O/C	H/C	HGI	tỷ lệ HGI
			°C	% trọng lượng	%	AD theo % trọng lượng	AD theo % trọng lượng		chất khô theo kcal/kg	chất khô theo % trọng lượng	chất khô theo % trọng lượng	chất khô theo % trọng lượng				
VD so sánh B	WP	cây thông đỏ Châu Âu	không gia nhiệt	100,0	100,0	11,5	77,4	0,15	4,949	42,1	5,7	51,9	0,61	1,32	23	1,0
VD B-1			230	94,7	98,1	12,8	78,7	0,16	5,125	41,0	5,8	52,8	0,58	1,32	40	1,7
VD B-2	PBT		250	87,8	94,2	16,2	77,2	0,21	5,310	39,1	5,8	54,8	0,54	1,27	40	1,7
VD B-3			270	81,4	89,2	18,3	75,7	0,24	5,425	37,8	5,7	56,1	0,51	1,22	43	1,9
VD B-4			300	52,7	70,5	44,2	50,0	0,88	6,618	24,6	5,0	68,7	0,27	0,87	48	2,1
VD so sánh C	WP	cây hạnh nhân cổ thụ	25	100,0	100,0	18,4	63,8	0,29	4,539	40,2	5,1	47,5	0,63	1,29	24	1,0
VD C-1			230	90,0	96,1	21,8	64,1	0,34	4,847	36,5	5,1	51,2	0,53	1,20	22	0,9
VD C-2	PBT		250	82,4	91,8	24,9	61,7	0,40	5,059	33,9	5,0	53,4	0,48	1,12	25	1,0
VD C-3			270	75,6	88,2	28,8	57,7	0,50	5,295	31,2	4,9	55,8	0,42	1,05	30	1,3
VD C-4			300	59,2	77,8	39,1	47,6	0,82	5,968	25,2	4,6	62,1	0,30	0,89	47	2,0
VD so sánh D	WP	30% trọng lượng vỏ hạnh nhân + 70 % trọng lượng cây hạnh nhân cổ thụ	không gia nhiệt	100,0	100,0	17,3	65,5	0,26	4,535	40,4	5,0	47,8	0,63	1,26	31	1,0
VD D-1			230	89,5	96,2	21,9	64,4	0,34	4,875	36,8	5,1	51,5	0,54	1,19	26	0,8
VD D-2	PBT		250	81,1	91,5	25,6	61,8	0,41	5,119	34,4	4,9	54,2	0,48	1,08	30	1,0
VD D-3			270	74,1	87,6	29,1	58,0	0,50	5,361	31,6	4,8	56,6	0,42	1,02	30	1,0
VD D-4			300	56,0	75,9	42,8	43,7	0,98	6,143	23,0	4,4	64,3	0,27	0,82	50	1,6
VD so sánh E	WP	phần gỗ của cây keo	không gia nhiệt	100,0	100,0	12,6	76,1	0,17	4,623	44,1	5,6	49,8	0,66	1,35	—	—
VD E-1			230	98,2	100,3	12,8	78,4	0,16	4,721	42,9	5,5	51,0	0,63	1,29	—	—
VD E-2	PBT		270	87,8	95,1	16,0	74,8	0,21	5,005	41,0	5,4	53,0	0,58	1,22	—	—
VD E-3			300	78,2	90,2	21,2	70,6	0,30	5,331	38,2	5,3	55,8	0,51	1,14	—	—
VD so sánh F	WP	vỏ cây keo	không gia nhiệt	100,0	100,0	25,6	60,3	0,42	4,994	39,4	5,3	51,5	0,57	1,23	—	—
VD F-1			230	93,9	99,1	27,5	60,9	0,45	5,272	35,4	5,2	55,3	0,48	1,13	—	—
VD F-2	PBT		250	89,1	97,0	30,5	58,9	0,52	5,439	33,6	5,0	57,1	0,44	1,05	—	—
VD F-3			270	84,5	95,3	33,5	56,7	0,59	5,635	31,7	4,9	59,1	0,40	0,99	—	—
VD F-4			300	77,5	90,6	36,6	53,5	0,68	5,835	29,5	4,7	61,3	0,36	0,92	—	—
VD so sánh G	WP	70 % trọng lượng vỏ hạnh nhân + 30 % trọng lượng vỏ óc chó	không gia nhiệt	100,0	100,0	17,7	67,1	0,26	4,603	41,8	5,2	48,5	0,65	1,29	17	1,0
VD G-1			230	91,0	96,2	20,0	67,4	0,30	4,867	40,0	5,3	51,0	0,59	1,25	—	—
VD G-2	PBT		250	86,5	101,0	27,8	61,1	0,45	5,372	33,7	5,2	56,2	0,45	1,11	22	1,3
VD G-3			270	80,1	92,2	26,4	62,9	0,42	5,298	35,4	5,2	55,4	0,48	1,13	—	—
VD G-4			300	67,0	82,3	32,3	56,7	0,57	5,654	31,3	5,1	59,1	0,40	1,04	—	—
VD so sánh H	WP	viên nén từ cây cò sagu	không gia nhiệt	100,0	100,0	16,3	68,2	0,24	4,403	43,4	5,2	47,0	0,69	1,33	20	1,0
VD H-1			230	76,6	86,8	27,5	60,5	0,45	4,989	37,1	4,9	53,5	0,52	1,10	38	1,9
VD H-2	PBT		250	71,1	83,2	30,8	57,1	0,54	5,152	35,3	4,8	55,2	0,48	1,04	37	1,9
VD H-3			270	63,3	78,1	35,8	51,1	0,70	5,436	31,3	4,5	58,5	0,40	0,92	34	1,7
VD H-4			300	48,0	68,9	48,5	36,9	1,31	6,317	21,7	4,0	67,3	0,24	0,71	46	2,3
VD so sánh I	WP	EF8	không gia nhiệt	100,0	100,0	16,5	67,6	0,24	4,463	41,7	5,1	47,3	0,66	1,29	—	—
VD I-1			230	81,3	90,1	22,6	65,2	0,35	4,946	37,7	5,2	51,4	0,55	1,21	—	—
VD I-2	PBT		250	71,4	83,6	27,0	60,2	0,45	5,228	34,6	5,1	54,0	0,48	1,13	—	—
VD I-3			270	52,0	73,4	40,3	45,3	0,89	6,303	24,0	4,8	62,7	0,29	0,92	—	—
VD I-4			300	40,3	58,1	51,0	32,1	1,59	6,430	17,7	4,0	67,7	0,20	0,71	—	—
VD so sánh J	WP	gỗ meranti	không gia nhiệt	100,0	100,0	13,6	74,8	0,18	4,793	42,1	5,2	51,4	0,61	1,21	—	—
VD J-1	PBT		250	87,7	95,4	20,2	72,9	0,28	5,213	39,3	5,3	54,3	0,54	1,17	—	—
VD J-2			270	78,8	89,6	24,7	68,7	0,36	5,451	36,4	5,2	57,2	0,48	1,09	—	—
VD so sánh K	WP	cây cao su	không gia nhiệt	100,0	100,0	12,9	74,1	0,17	4,461							
VD K-1	PBT		270	87,6	94,7	17,7	71,2	0,25	4,822	39,7	5,2	50,6	0,59	1,23		

Trong bảng, HHV có nghĩa là trị số gia nhiệt cao hơn trọng lượng khô

Bảng 6

		trước khi nhúng vào nước								sau khi nhúng vào nước					
		Khả năng nghiền của máy nghiền bi	kích thước ban đầu	Độ bền cơ học (DU) (trước khi nhúng vào nước)	mật độ khối	tỷ lệ mật độ khối	diện tích riêng bề mặt BET	đường kính lỗ trung bình	tổng thể tích lỗ	COD	thời gian nhúng	kích thước	độ pH	hàm lượng ấm	Độ bền cơ học (DU)
		điểm	mm	%	kg/L		m ² /g	nm	cm ³ /g	mg/L	h	mm		% trọng lượng	%
VD so sánh B	WP	19,4	Ø8,1	96,9	0,7	1,00	0,290	28,9	0,00210	1,100	-	-	-	-	-
VD B-1	PBT	50,2	Ø8,0	97,7	0,67	0,96	0,374	24,9	0,00233	710	168	Ø9,2	4,65	35,6	95,8
VD B-2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VD B-3		85,8	Ø7,8	96,9	0,64	0,91	0,392	22,2	0,00218	560	168	Ø8,0	4,60	22,1	96,5
VDB-4		-	Ø6,9	90,84	-	-	0,558	19,5	0,00272	42	168	Ø7,0	7,68	31,1	91,9
VDso sánh C	WP	5,0	Ø8,6	83,5	0,47	1,00	0,215	23,3	0,00125	2,700	-	-	-	-	-
VDC-1	PBT	20,7	Ø8,3	83,0	0,44	0,93	0,261	14,8	0,000969	1,900	168	Ø8,9	5,57	40,7	81,8
VDC-2		29,1	Ø8,2	78,9	0,42	0,89	0,301	18,2	0,00137	1,200	168	Ø8,7	5,96	39,5	79,5
VD C-3		63,8	Ø7,9	76,4	0,4	0,85	0,386	20,6	0,00199	630	168	Ø8,4	6,87	36,5	80,7
VD C-4		-	Ø7,8	65,0	-	-	0,628	30,9	0,00485	210	168	Ø7,8	8,29	37,1	66,3
VD so sánh D	WP	6,9	Ø8,6	89,1	0,62	1,00	0,268	24,5	0,00164	3,000	-	-	-	-	-
VD D-1	PBT	32,5	Ø8,0	87,5	0,59	0,95	0,320	22,6	0,00181	1,900	168	Ø8,7	5,94	33,2	86,4
VD D-2		60,3	Ø7,8	84,7	0,56	0,90	0,357	24,0	0,00214	980	168	Ø8,0	6,01	30,7	86,8
VD D-3		74,8	Ø7,5	83,1	0,53	0,86	0,402	21,3	0,00214	480	168	Ø8,0	6,72	25,7	87,6
VD D-4		-	Ø7,2	70,0	-	-	0,672	21,0	0,00352	150	168	Ø7,3	8,30	27,1	75,4
VD so sánh E	WP	-	Ø20,1 xH14,5	-	-	-	0,550	21,1	0,00290	1,000	96	tan rã	5,51	-	-
VD E-1	PBT	-	Ø20,2 xH17,1	-	-	-	0,567	16,5	0,00234	810	168	Ø20,7 xH24,0	6,48	53,0	-
VD E-2		-	Ø20,2 xH16,2	-	-	-	0,632	20,5	0,00324	540	168	Ø20,5 xH18,0	7,37	33,0	-
VD E-3		-	Ø20,0 xH15,0	-	-	-	0,709	19,6	0,00347	300	168	Ø20,2 xH16,8	7,92	25,4	-
VD so sánh F	WP	-	Ø20,1 xH13,0	-	-	-	0,431	30,3	0,00327	10,000	96	tan rã	4,88	-	-
VD F-1	PBT	-	Ø19,9 xH14,9	-	-	-	0,442	28,1	0,00311	1,600	168	Ø20,7 xH17,1	6,59	38,3	-
VD F-2		-	Ø20,0 xH14,5	-	-	-	0,442	31,6	0,00349	890	240	Ø20,2 xH15,0	7,32	34,7	-
VD F-3		-	Ø20,0 xH14,0	-	-	-	0,414	18,2	0,00189	480	264	Ø20,2 xH18,5	7,89	32,6	-
VD F-4		-	Ø20,0 xH14,0	-	-	-	0,462	19,9	0,00230	270	168	Ø20,1 xH14,2	7,50	27,3	-
VD so sánh G	WP	-	Ø8,0	90,5	-	-	0,188	17,2	0,000809	4,000	-	-	-	-	-
VD G-1	PBT	-	Ø8,0	-	-	-	0,228	12,3	0,00070	1,800	168	Ø8,7	6,54	32,6	-
VD G-2		-	Ø7,6	-	-	-	0,261	12,0	0,00078	1,100	144	Ø8,1	6,55	31,1	-
VD G-3		-	Ø7,5	-	-	-	0,248	11,4	0,00071	1,100	168	Ø8,1	7,01	29,2	-
VD G-4		-	Ø7,2	-	-	-	0,284	13,5	0,00096	510	168	Ø7,5	7,05	29,5	-
VD so sánh H	WP	9,8	Ø8,1	99,1	0,68	1,00	0,175	30,1	0,00132	2,400	24	tan rã	4,01	-	-
VD H-1	PBT	96,5	Ø7,3	92,9	0,62	0,91	0,201	26,3	0,00132	1,300	168	Ø7,8	4,52	23,0	95,0
VD H-2		97,8	Ø7,2	92,7	0,61	0,89	0,191	25,4	0,00122	590	168	Ø7,7	5,23	24,0	95,1
VD H-3		99,1	Ø7,3	92,2	0,57	0,83	0,205	17,7	0,00090	310	168	Ø7,2	6,78	25,7	93,9
VD H-4		99,4	Ø6,9	86,3	0,51	0,75	0,276	15,3	0,00105	130	168	Ø7,0	7,91	27,5	86,4
VD so sánh I	WP	4,4	Ø7,9	96,1	0,69	1,00	0,288	35,2	0,00253	2,400	-	tan rã	-	-	-
VD I -1	PBT	78,9	Ø7,7	93,2	0,62	0,90	0,396	25,9	0,00256	2,300	168	Ø7,9	6,91	28,5	93,5
VD I -2		86,6	Ø7,4	92,7	0,58	0,84	0,374	24,0	0,00224	1,500	168	Ø7,7	7,15	27,7	93,4
VD I -3		98,9	Ø7,2	75,5	0,51	0,74	0,438	20,9	0,00229	740	168	Ø7,1	8,04	29,8	82,9
VD I -4		-	Ø6,5	67,7	0,51	0,74	0,521	17,6	0,00230	200	168	Ø6,6	9,10	32,7	78,9
VD so sánh J	WP	17,5	Ø7,8	98,3	0,63	1,00	-	-	-	340	-	tan rã	-	-	-
VD J-1	PBT	84,5	Ø7,6	96,6	0,60	0,95	-	-	-	260	168	Ø8,0	5,22	20,9	-
VD J-2		97,3	Ø7,4	94,6	0,56	0,89	-	-	-	170	168	Ø7,8	5,37	22,1	-

<Sự phân bố hấp thụ nước>

Để so sánh tính chống nước của PAT và PBT, sự phân bố natri của các nhiên liệu sinh khối rắn sau khi hấp thụ nước được kiểm tra bằng cách sử dụng dung dịch nước muối. Về mẫu PAT, nhiên liệu rắn thu được bằng cách gia nhiệt nguyên liệu thô gỗ thông đỏ Châu Âu ở 250°C và đúc thành các viên có đường kính là 6 mm được sử dụng. Về mẫu PBT, nhiên liệu rắn (nhiên liệu rắn B) thu được bằng cách đúc nguyên liệu thô gỗ thông đỏ Châu Âu thành các viên có đường kính là 6 mm và gia nhiệt ở 250°C. PBT và PAT được nhúng trong 0,9% trọng lượng dung dịch nước muối trong 5 ngày. Kết quả là, theo Fig.24 cho thấy bề ngoài của các viên, PBT vẫn giữ được dạng viên của nó (Fig.24, trái), ngược lại PAT tan rã ở mức độ lớn (Fig.24, phải). Hơn nữa, đối với mỗi PAT và PBT, các mẫu trước và sau khi nhúng trong 0,9% trọng lượng dung dịch nước muối trong 5 ngày được phân tích theo mặt cắt ngang của chúng bằng phép phân tích EPMA (Electron Probe MicroAnalyser), so sánh phân bố Na. Ở PBT, Na vẫn phân bố ở bề mặt của viên và không xâm nhập vào bên trong, ngược lại, ở PAT, Na phân bố rộng rãi vào bên trong (xem Fig.25). Điều này có nghĩa là sự xâm nhập dung dịch nước muối ở PBT ít hơn so với ở PAT. Từ kết quả này, được cho là ở PBT, các sản phẩm phân hủy do nhiệt của các thành phần đã chiết gây ra liên kết ngang rắn ở khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền cạnh nhau và trở thành kỵ nước để ngăn sự xâm nhập của nước, ngược lại, ở PAT, do nước có thể xâm nhập vào khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền, nên nước xâm nhập vào bên trong của các viên và làm khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền rộng ra, dẫn đến sự tan rã.

[Tỷ lệ giãn trước và sau khi nhúng vào nước]

Chiều dài viên nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 và A-3 trước và sau khi nhúng vào nước được đo. Đối với chiều dài viên, mười viên trước khi nhúng được chọn và chiều dài của chúng được đo bằng thước cặp điện tử (do Mitutoyo sản xuất: CD-15CX, độ chính xác khi lặp lại là 0,01 mm và thứ hai chỗ thập phân được khoanh tròn.) và chiều dài của các viên giống nhau sau 72 giờ nhúng vào nước được đo lại bằng thước cặp điện tử. Trong trường hợp đầu viên nén bị chéo trước và/hoặc sau khi nhúng, chiều dài tới phần đầu xa nhất được đo. Bảng 7 cho thấy các kết quả của phép đo. Như được thể hiện ở bảng 7, chiều dài viên của ví dụ A-1 tăng lên trung bình khoảng 4,6%, và ví dụ A-3 tăng lên trung bình khoảng 0,2%.

Bảng 7

L1 (mm) trước khi nhúng		L2 (mm) 72 giờ sau khi nhúng		tỷ lệ giãn chiều dài (trung bình)	
Ví dụ A-1	Ví dụ A-3	Ví dụ A-1	Ví dụ A-3	Ví dụ A-1	Ví dụ A-3
17,4	18,9	20,1	15,9	$\{(L2-L1)/L1\}$ $\times 100\%$	
17,9	18,7	17,1	18,1		
19,8	17,9	20,8	13,5		
16,5	17,5	18,0	17,5		
19,7	15,0	19,5	17,7		
18,0	13,8	18,6	14,7		
18,1	16,2	19,6	18,9		
20,2	17,8	19,7	17,6		
17,5	17,4	18,2	19,0		
18,2	14,9	20,1	15,6		
trung bình 18,33	trung bình 16,81	trung bình 19,17	trung bình 16,85	4,6	0,2

Lưu ý: Trong bảng 7, các trị số trên cùng một hàng không tương ứng với cùng một mẫu.

Ngoài ra, đường kính viên của các nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 trước và sau khi nhúng vào nước được đo bằng cùng một thước cặp điện tử và phương pháp đo tương tự như đối với bảng 7. Bảng 8 cho thấy các kết quả phép đo. Các trị số đo được của đường kính viên là các trị số trung bình của mười mẫu được chọn ngẫu nhiên tương ứng từ các ví dụ A-1 đến A-6.

Bảng 8

	trước khi nhúng vào nước	sau khi nhúng vào nước		Tỷ lệ giãn đường kính $\{(\phi_2 - \phi_1) / \phi_1\} \times 100\%$
	kích thước ban đầu ϕ_1 (mm)	thời gian (giờ)	kích thước ϕ_2 (mm)	
Ví dụ so sánh A	$\Phi 8,0$	24	-	-
Ví dụ A-1	$\Phi 7,8$	168	$\Phi 8,4$	7,7
Ví dụ A-2	$\Phi 7,7$	168	$\Phi 8,1$	5,2
Ví dụ A-3	$\Phi 7,5$	168	$\Phi 7,8$	4,0
Ví dụ A-4	$\Phi 7,5$	168	$\Phi 7,7$	2,7
Ví dụ A-5	$\Phi 7,3$	168	$\Phi 7,5$	2,7
Ví dụ A-6	$\Phi 7,2$	144	$\Phi 7,3$	1,4

Bảng 7 và bảng 8 cho thấy là nhiệt độ càng cao ở bước gia nhiệt thì cho tỷ lệ giãn càng thấp. Sự giãn ra được cho là bị ngăn chặn do tạo ra liên kết rắn do gia nhiệt. Trong khi tỷ lệ giãn đường kính của bảng 8 lớn hơn tỷ lệ giãn chiều dài của bảng 7, điều này được cho là vì thời gian nhúng lâu hơn ở bảng 7, và còn vì ví dụ A là ở dạng viên đã kết lại thành khối chủ yếu theo hướng xuyên tâm và do đó giãn theo hướng xuyên tâm trở nên lớn. Với lưu ý là ở bảng 8, tỷ lệ giãn đường kính vẫn là 10% hoặc nhỏ hơn ngay cả ở ví dụ A-1 mà có tỷ lệ giãn lớn nhất. Ở ví dụ A, tỷ lệ giãn đường kính và chiều dài tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 7% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 133% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 123% hoặc nhỏ hơn.

Trong khi bảng 7 và bảng 8 cho thấy tỷ lệ giãn của ví dụ A, tỷ lệ giãn của các ví dụ B đến J sẽ được tính toán theo bảng 6. Tỷ lệ giãn được tính toán bằng cách sử dụng biểu thức (2) dưới đây như được sử dụng đối với ví dụ A.

Tỷ lệ giãn = $\{(\text{trị số sau khi nhúng} - \text{trị số trước khi nhúng}) / \text{trị số trước khi nhúng}\} \times 100 \dots (2)$

Ví dụ B là ở dạng viên, và do đó tỷ lệ giãn đường kính được tính toán theo biểu thức (2) bằng cách sử dụng đường kính viên trước khi nhúng (kích thước ban đầu ở bảng 6) và đường kính viên sau khi nhúng (kích thước sau khi nhúng ở bảng 6), và kết quả là 15% hoặc nhỏ hơn (lưu ý là biểu thức (2) được sử dụng để tính tỷ lệ giãn đường kính đối với ví dụ B sau đó). Do tỷ lệ giãn chiều dài < tỷ lệ giãn đường kính có thể ước lượng đối với dạng viên

như trong ví dụ A, nên tỷ lệ giãn chiều dài ở ví dụ B có thể được cho là lên tới 15% hoặc nhỏ hơn. Tiếp đó, tỷ lệ giãn thể tích được tính toán là 152% hoặc nhỏ hơn (thể tích sau khi nhúng tính theo 100% thể tích trước khi nhúng; và điều này áp dụng cho các ví dụ C và về sau dưới đây). Ở ví dụ B, tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 173% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 133% hoặc nhỏ hơn.

Ví dụ C cũng ở dạng viên, tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 7,2% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn chiều dài được cho là 7,2% là lớn nhất; và do đó tỷ lệ giãn thể tích là 123% hoặc nhỏ hơn (tỷ lệ giãn thể tích của các viên ở các ví dụ dưới đây sẽ được tính toán theo cách tương tự). Ở ví dụ C, tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 13% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 7% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 144% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 123% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ D (ở dạng viên), tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 8,8%, và tỷ lệ giãn thể tích theo đó là 129% hoặc nhỏ hơn. Ở ví dụ D, tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 133% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 126% hoặc nhỏ hơn.

Ví dụ E là ở dạng viên nén, tỷ lệ giãn đường kính (ϕ) là 2,5% hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ giãn độ cao (H) là 40% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích là 147% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 2,3% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn về độ cao tốt hơn là 50% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 20% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 165% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 126% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ F (ở dạng viên nén), tỷ lệ giãn đường kính là 4,0% hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ giãn về độ cao là 15% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích là 124% hoặc nhỏ hơn. Ở đây, độ cao của ví dụ F-3 sau khi nhúng được cho là sai số hay dao động của phép đo do những khác biệt riêng. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn về độ cao tốt hơn là 40% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 154% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa đến 117% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ G (ở dạng viên), tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 8,8% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích theo đó là 129% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 8%

hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 133% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 126% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ H (ở dạng viên), tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 6,9% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích theo đó là 122% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 7% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 133% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 123% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ I (ở dạng viên), tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 4,1% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích theo đó là 113% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 133% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 116% hoặc nhỏ hơn.

Ở ví dụ J (ở dạng viên), tỷ lệ giãn đường kính trước và sau khi nhúng là 5,4% hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giãn thể tích theo đó là 117% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn đường kính tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là 173% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 133% hoặc nhỏ hơn.

Như được mô tả ở trên, ở các nhiên liệu rắn (PBT) theo sáng chế sử dụng sinh khối làm nguyên liệu thô, tỷ lệ giãn chiều dài (bao gồm đường kính và độ cao) trước và sau khi nhúng tốt hơn là 40% hoặc nhỏ hơn đối với mỗi trường hợp, và tỷ lệ giãn thể tích tốt hơn là khoảng 275% hoặc nhỏ hơn. Còn được ưu tiên hơn nữa là tỷ lệ giãn đường kính và chiều dài là 30% hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ giãn thể tích là khoảng 220% hoặc nhỏ hơn. Vẫn còn ưu tiên hơn nữa là tỷ lệ giãn đường kính và chiều dài là 20% hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ giãn thể tích là khoảng 173% hoặc nhỏ hơn. Vẫn còn ưu tiên hơn nữa là tỷ lệ giãn đường kính và chiều dài là 10% hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ giãn thể tích là khoảng 133% hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ giãn sau khi nhúng vào nước ở trong phạm vi nào đó như trên, thì nhiên liệu sinh khối rắn theo sáng chế (PBT) không tan rã ngay cả bằng cách nhúng, từ đó cho thấy là nó có khả năng chống nước.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn bao gồm:

bước đúc để đúc sinh khối đã nghiền có kích thước hạt là từ 100 đến 3000 μm thành các khối sinh khối chưa được gia nhiệt, và

bước gia nhiệt để gia nhiệt các khối sinh khối chưa được gia nhiệt ở nhiệt độ từ 230°C đến 270°C để thu được sản phẩm rắn đã gia nhiệt, sản phẩm rắn đã gia nhiệt này được sử dụng làm nhiên liệu sinh khối rắn;

với điều kiện là phương pháp này không bao gồm bước nổ hơi nước sinh khối,

trong đó sự liên kết lẫn nhau trong sinh khối đã nghiền của nhiên liệu sinh khối rắn thu được duy trì sau khi nhúng vào nước, và

nhiên liệu sinh khối rắn thu được có tỷ lệ nhiên liệu (cacbon cố định/chất dễ bay hơi) là 0,2 đến 0,8, trị số gia nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô là 4800 đến 7000 (kcal/kg), tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) là 0,1 đến 0,7, và tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) là 0,8 đến 1,3,

nhiên liệu sinh khối rắn không chứa chất gắn kết, và

trong đó ít nhất một điều kiện được chọn từ nhóm bao gồm các điều kiện (b2) đến (i2) sau đây được thỏa mãn:

điều kiện (b2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là gỗ thông đỏ châu Âu, và COD (Chemical Oxygen Demand-nhu cầu oxy hóa học) của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 560 ppm hoặc lớn hơn và 710 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (c2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là cây hạnh cổ thụ, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 630 ppm hoặc lớn hơn và 1900 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (d2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là hỗn hợp của cây hạnh cổ thụ và vỏ hạnh, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 480 ppm hoặc lớn hơn và 1900 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (e2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là phần gỗ ở cây keo, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 540 ppm hoặc lớn hơn và 810 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (f2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là vỏ cây keo, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 480 ppm hoặc lớn hơn và 1600 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (g2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là hỗn hợp của vỏ hạnh và vỏ quả óc chó, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 1100 ppm hoặc lớn hơn và 1800 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (h2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là cây cọ sagu, và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 310 ppm hoặc lớn hơn và 1300 ppm hoặc nhỏ hơn;

điều kiện (i2): nguyên liệu thô của sinh khối đã nghiền là EFB (chùm quả rỗng là phần còn lại của xử lý dầu cọ), và COD của nước để nhúng khi nhiên liệu sinh khối rắn được nhúng trong nước là 740 ppm hoặc lớn hơn và 2300 ppm hoặc nhỏ hơn.

2. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm 1, trong đó sự liên kết lẫn nhau trong sinh khối đã nghiền của nhiên liệu sinh khối rắn được duy trì sau khi nhúng vào nước trong 24 giờ.

3. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mật độ khối của các khối sinh khối chưa được gia nhiệt là 0,47 kg/L hoặc lớn hơn.

4. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thời gian gia nhiệt ở bước gia nhiệt là từ 0,2 đến 3 giờ.

5. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,15 đến 0,8 m²/g.

6. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó ít nhất một điều kiện được chọn từ nhóm bao gồm các điều kiện (b5) đến (i5) sau đây được thỏa mãn:

điều kiện (b5): điều kiện (b2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,30 đến 0,7 m²/g;

điều kiện (c5): điều kiện (c2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,20 đến 0,70 m²/g;

điều kiện (d5): điều kiện (d2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,20 đến 0,70 m²/g;

điều kiện (e5): điều kiện (e2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,40 đến 0,709 m²/g;

điều kiện (f5): điều kiện (f2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,35 đến 0,55 m²/g;

điều kiện (g5): điều kiện (g2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,15 đến 0,35 m²/g;

điều kiện (h5): điều kiện (h2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,15 đến 0,35 m²/g;

điều kiện (i5): điều kiện (i2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,25 đến 0,65 m²/g.

7. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó ít nhất một điều kiện được chọn từ nhóm bao gồm các điều kiện (b6) đến (i6) sau đây được thỏa mãn:

điều kiện (b6): điều kiện (b2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,374 đến 0,558 m²/g;

điều kiện (c6): điều kiện (c2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,261 đến 0,628 m²/g;

điều kiện (d6): điều kiện (d2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,320 đến 0,672 m²/g;

điều kiện (e6): điều kiện (e2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,567 đến 0,709 m²/g;

điều kiện (f6): điều kiện (f2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,414 đến 0,462 m²/g;

điều kiện (g6): điều kiện (g2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,228 đến 0,284 m²/g;

điều kiện (h6): điều kiện (h2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,191 đến 0,276 m²/g;

điều kiện (i6): điều kiện (i2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,374 đến 0,521 m²/g.

8. Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó ít nhất một điều kiện được chọn từ nhóm bao gồm các điều kiện (b7) đến (i7) sau đây được thỏa mãn:

điều kiện (b7): điều kiện (b2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,374 đến 0,392 m²/g;

điều kiện (c7): điều kiện (c2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,261 đến 0,386 m²/g;

điều kiện (d7): điều kiện (d2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,320 đến 0,402 m²/g;

điều kiện (e7): điều kiện (e2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,567 đến 0,632 m²/g;

điều kiện (f7): điều kiện (f2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,414 đến 0,442 m²/g;

điều kiện (g7): điều kiện (g2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,228 đến 0,261 m²/g;

điều kiện (h7): điều kiện (h2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,191 đến 0,205 m²/g;

điều kiện (i7): điều kiện (i2) được thỏa mãn và nhiên liệu sinh khối rắn có diện tích bề mặt riêng BET là từ 0,374 đến 0,438 m²/g.

1/12

Fig.1

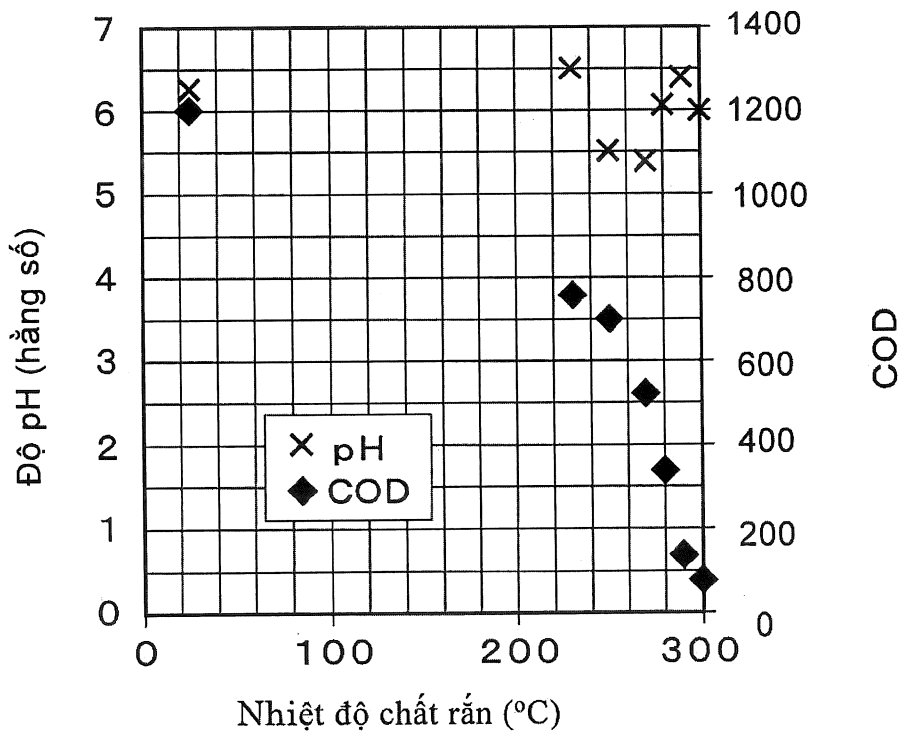


Fig.2

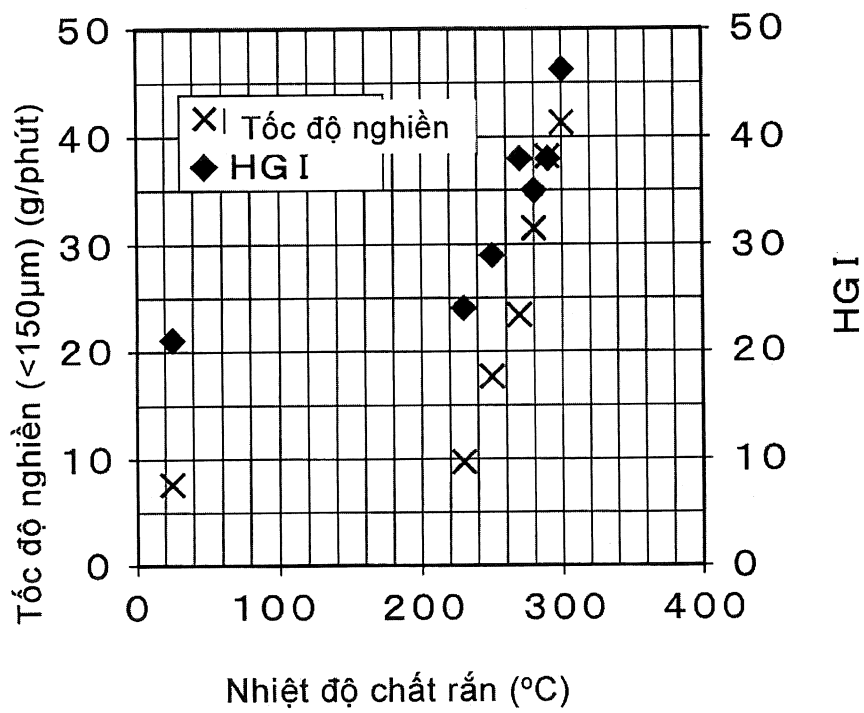


Fig.3

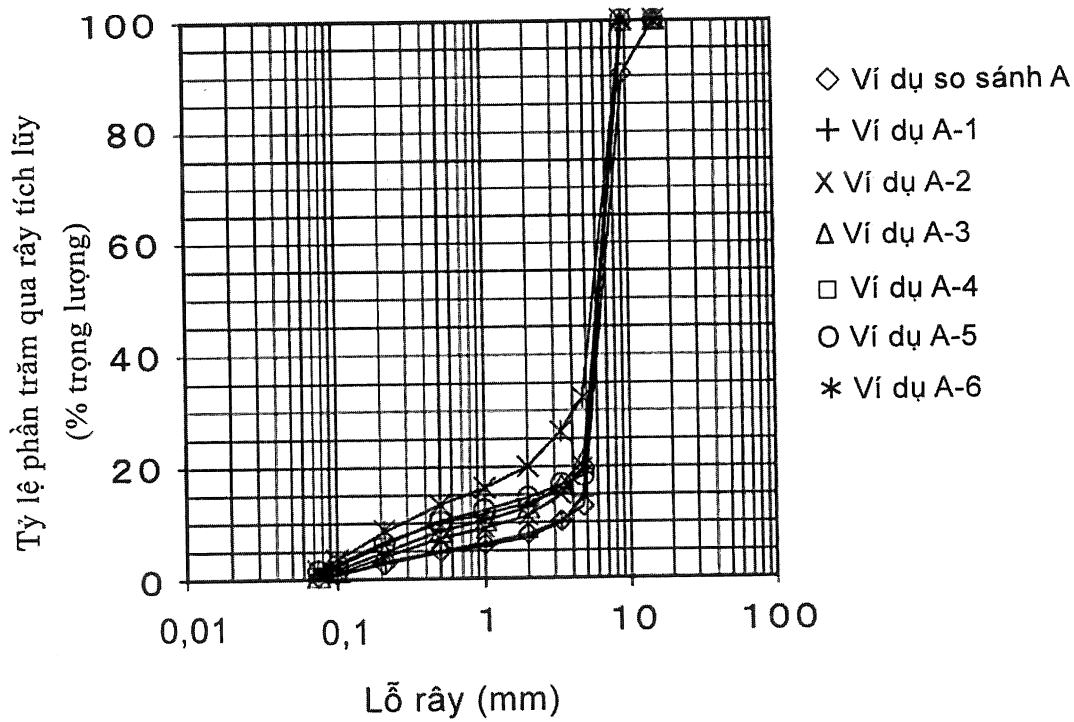


Fig.4

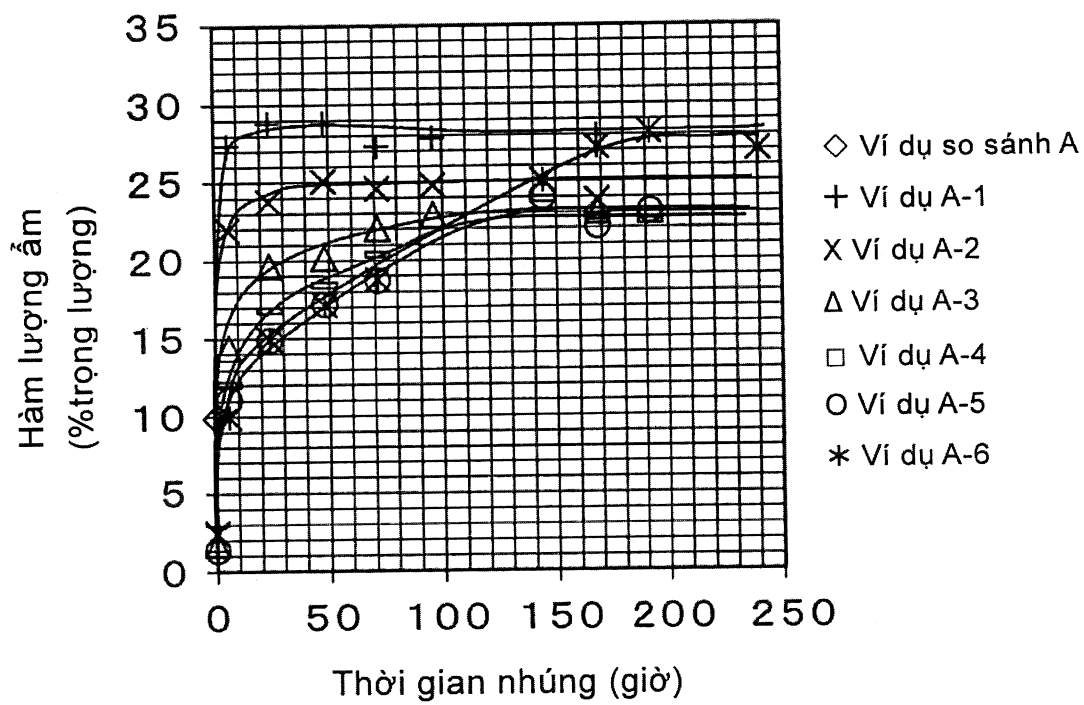


Fig.5

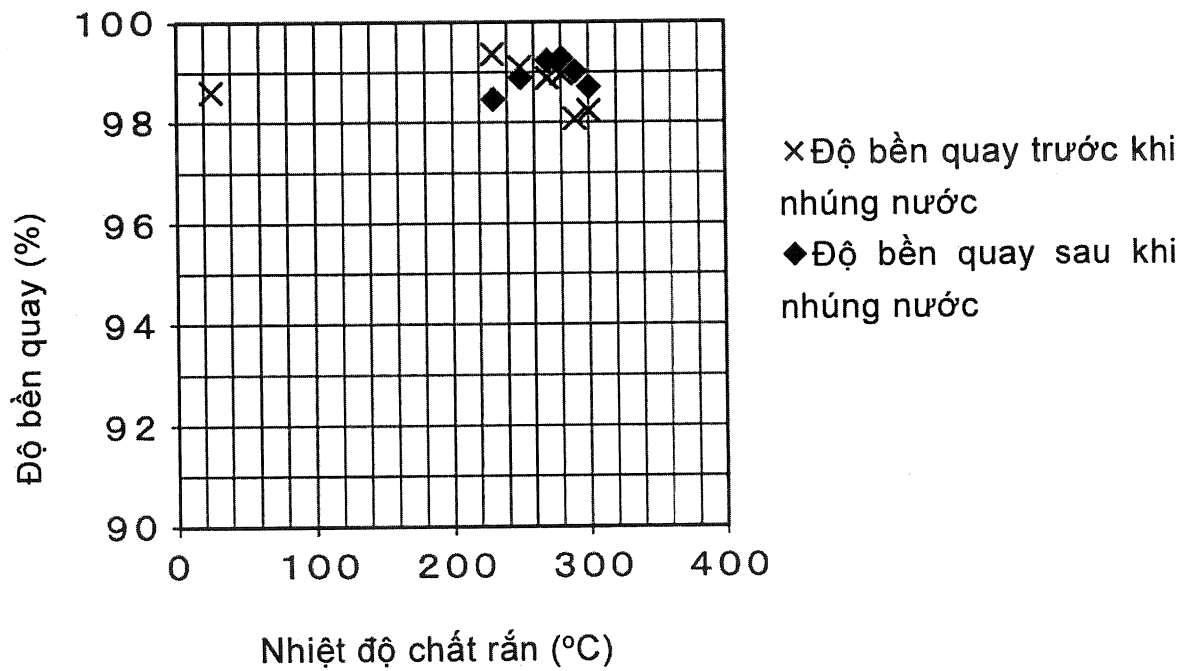


Fig.6

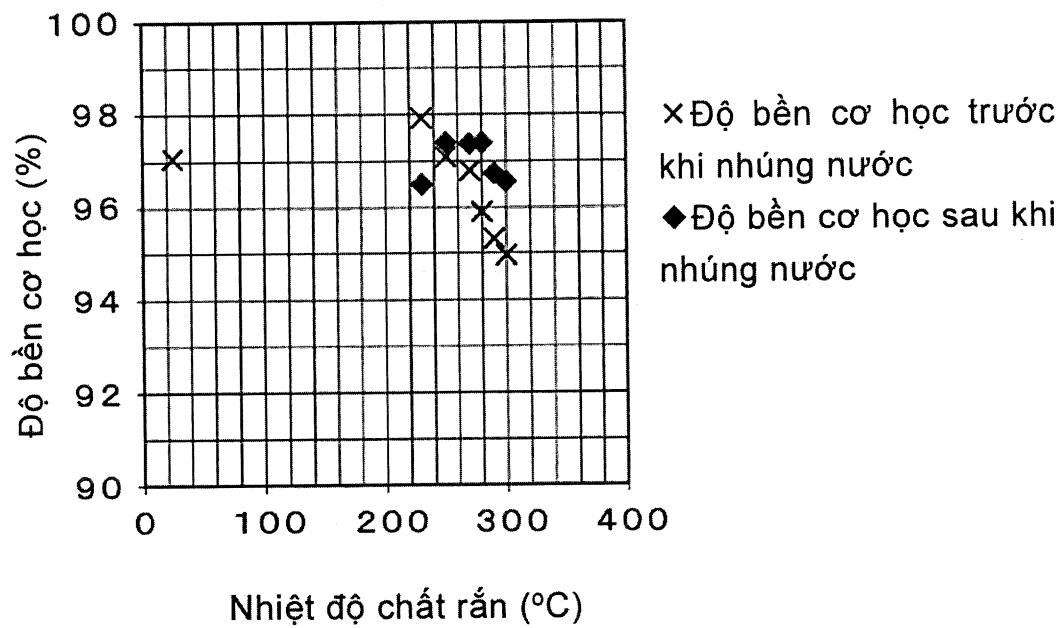


Fig.7

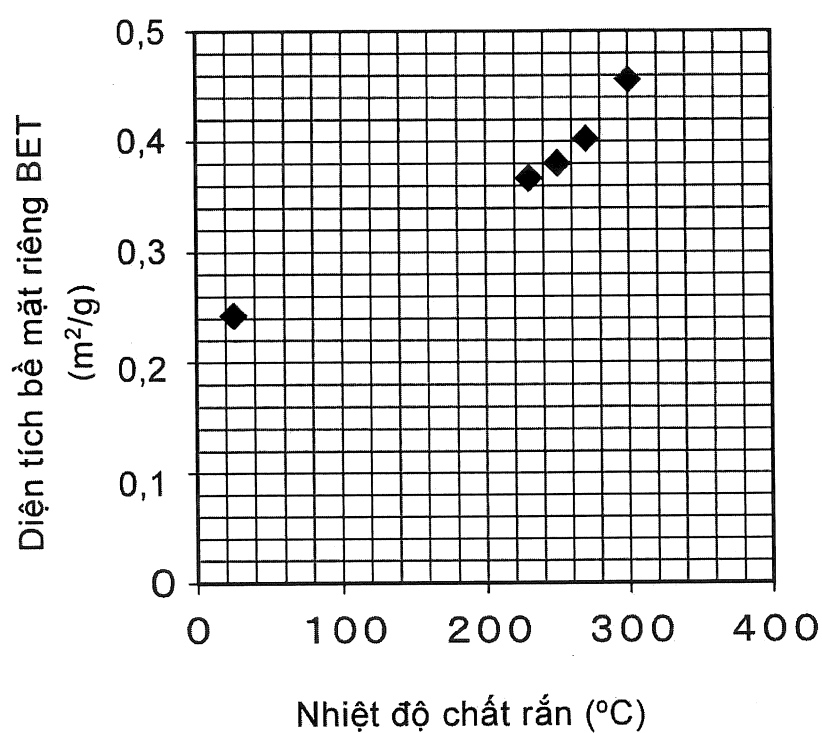


Fig.8

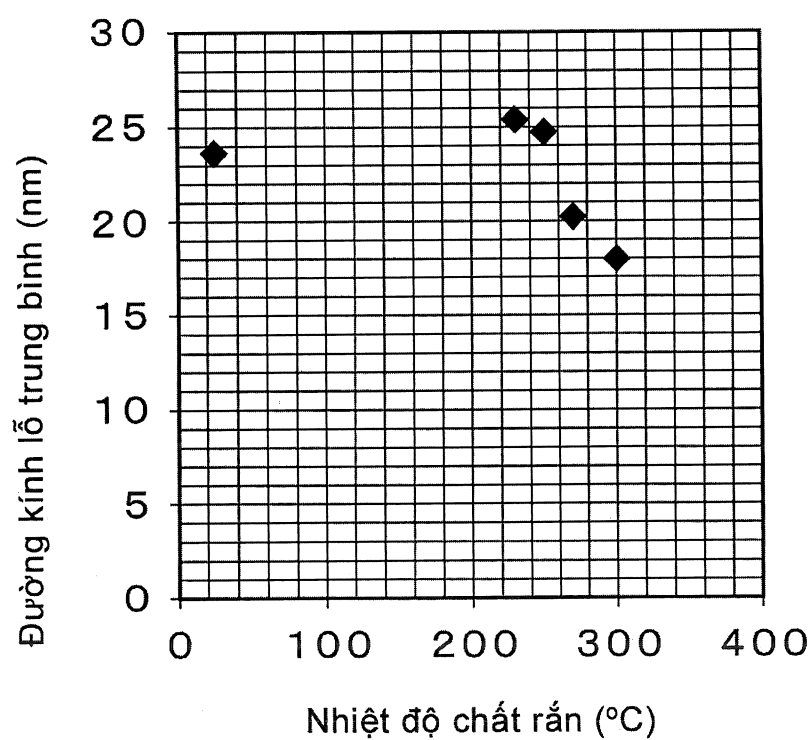


Fig.9

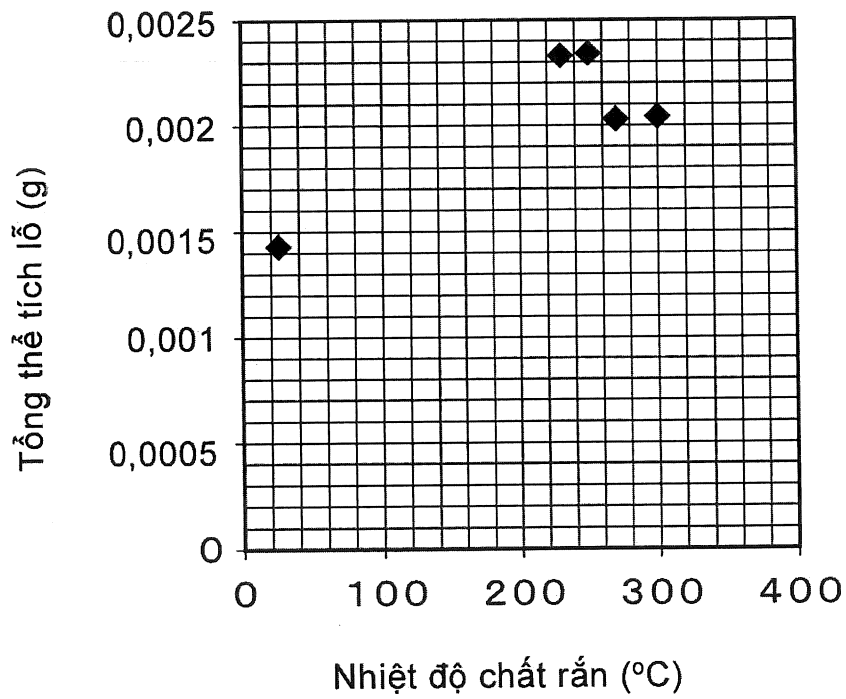


Fig.10

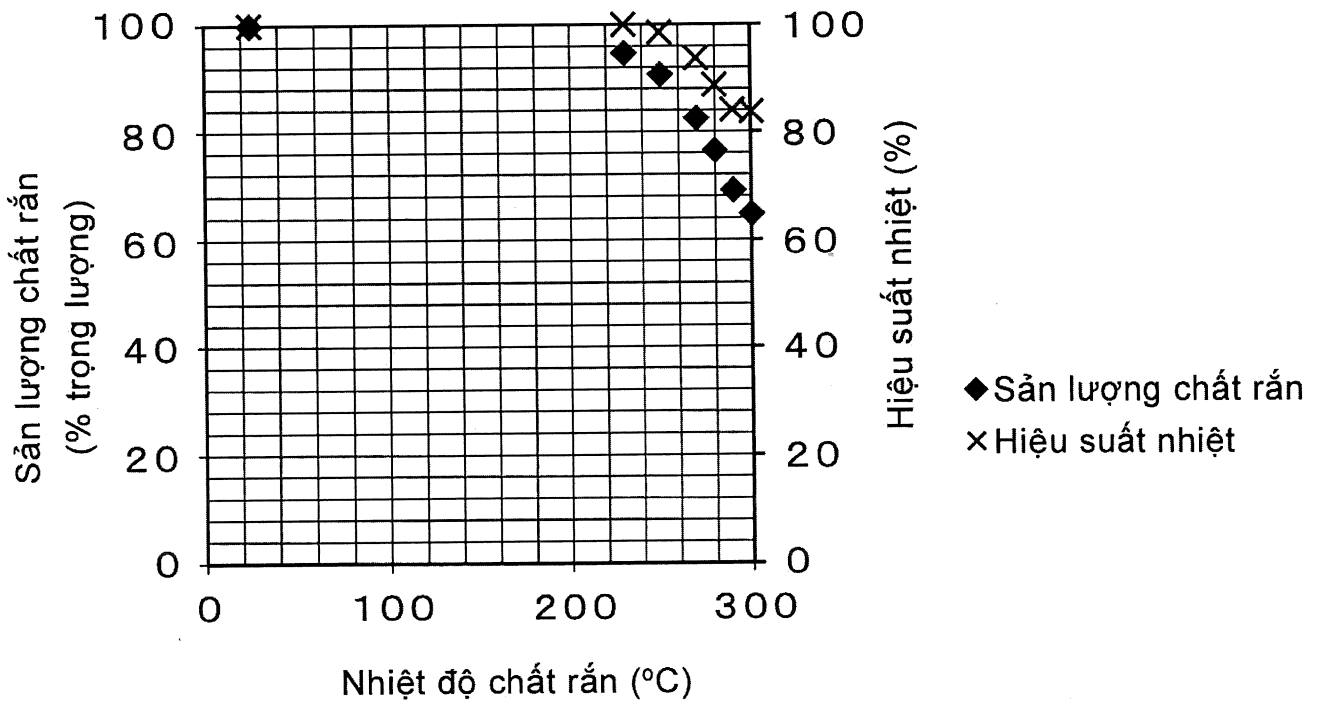
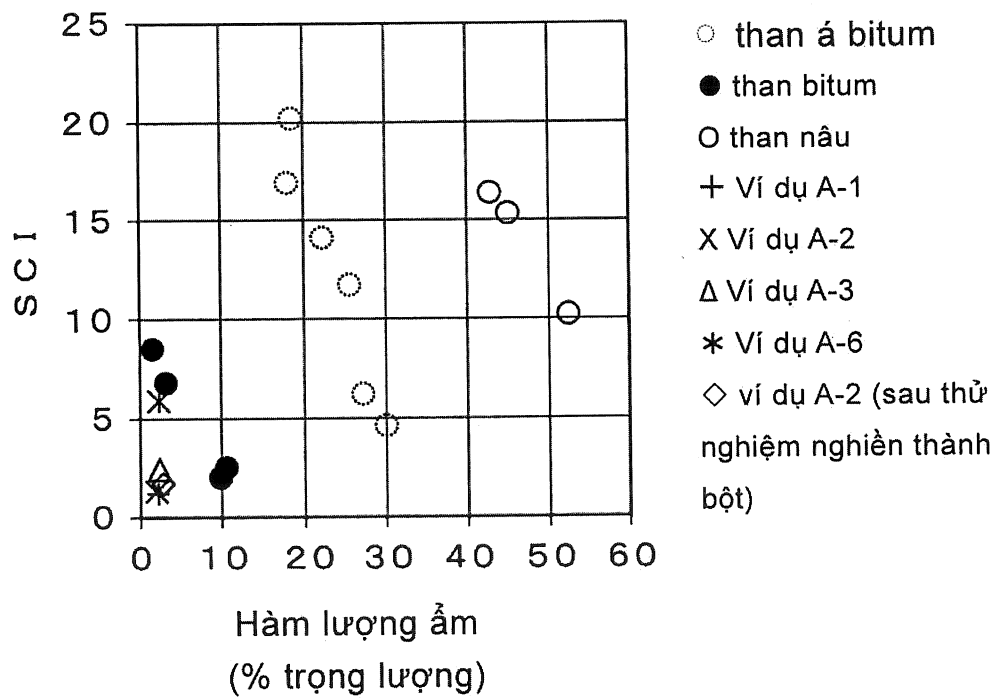


Fig.11



7/12

Fig.12

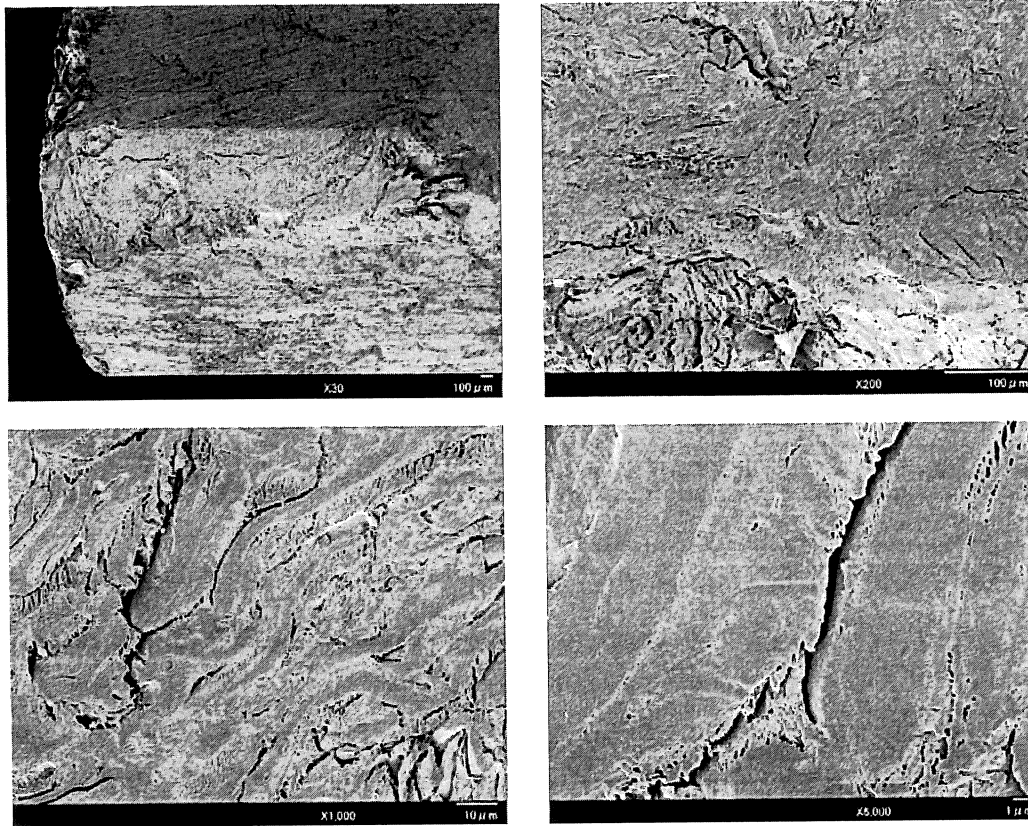


Fig.13

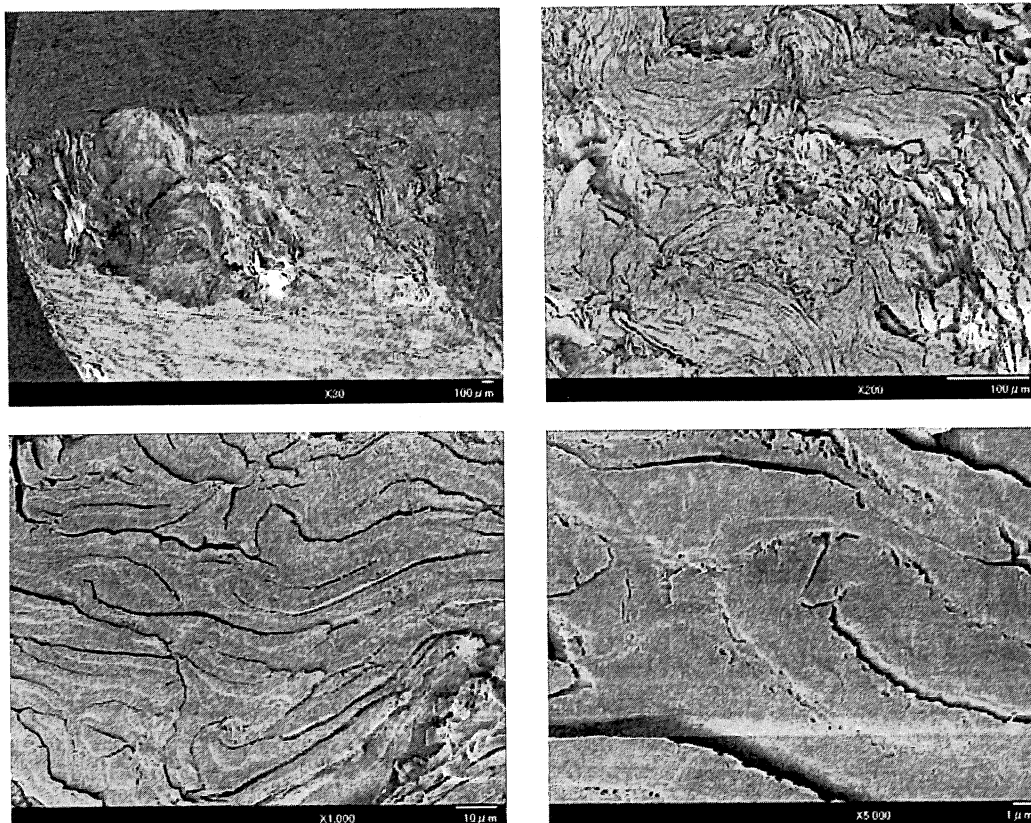


Fig.14

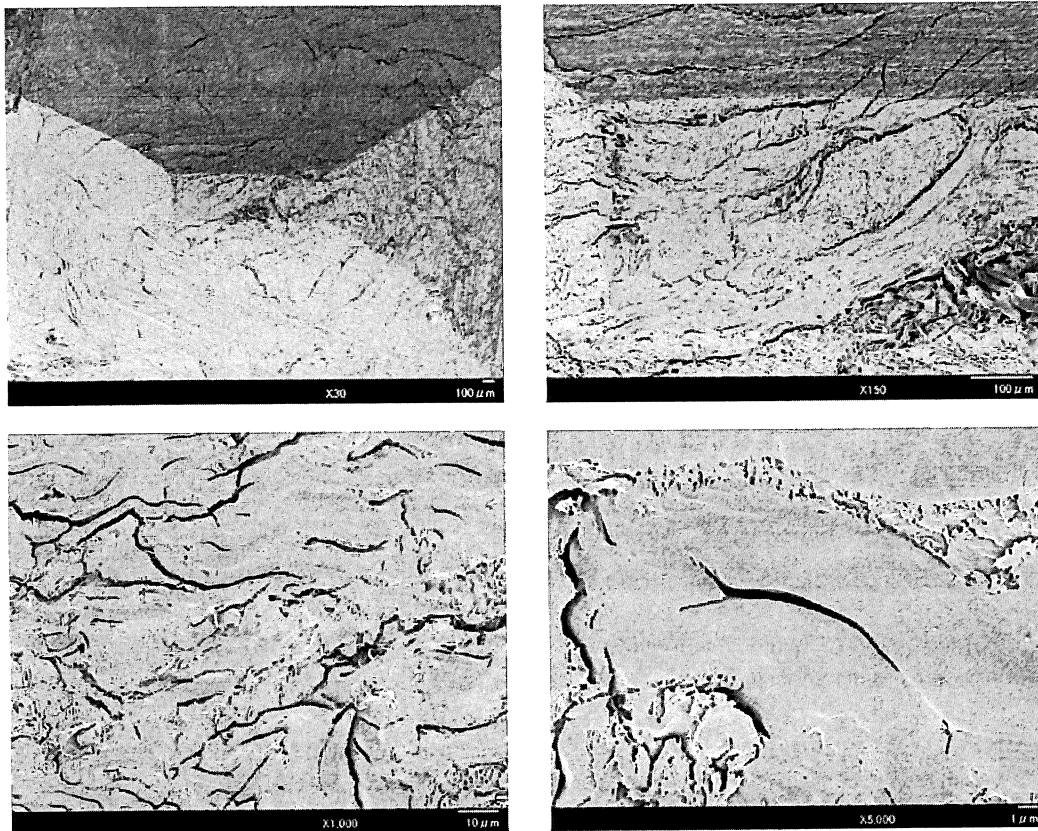


Fig.15

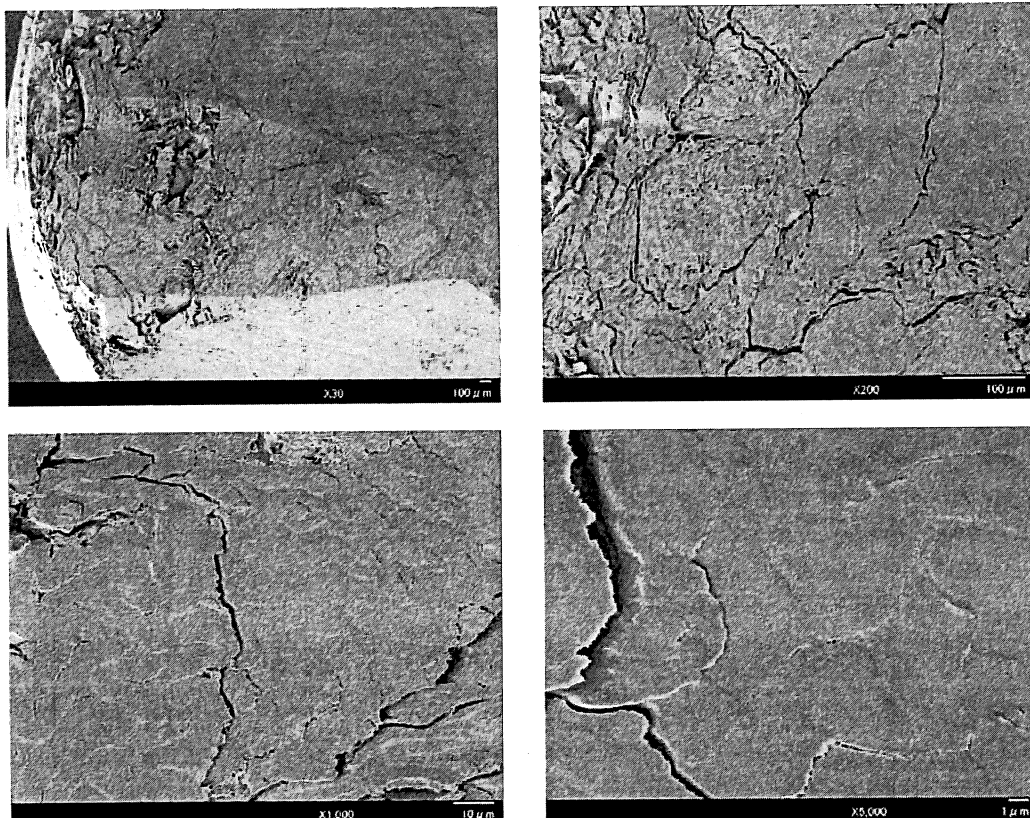


Fig.16

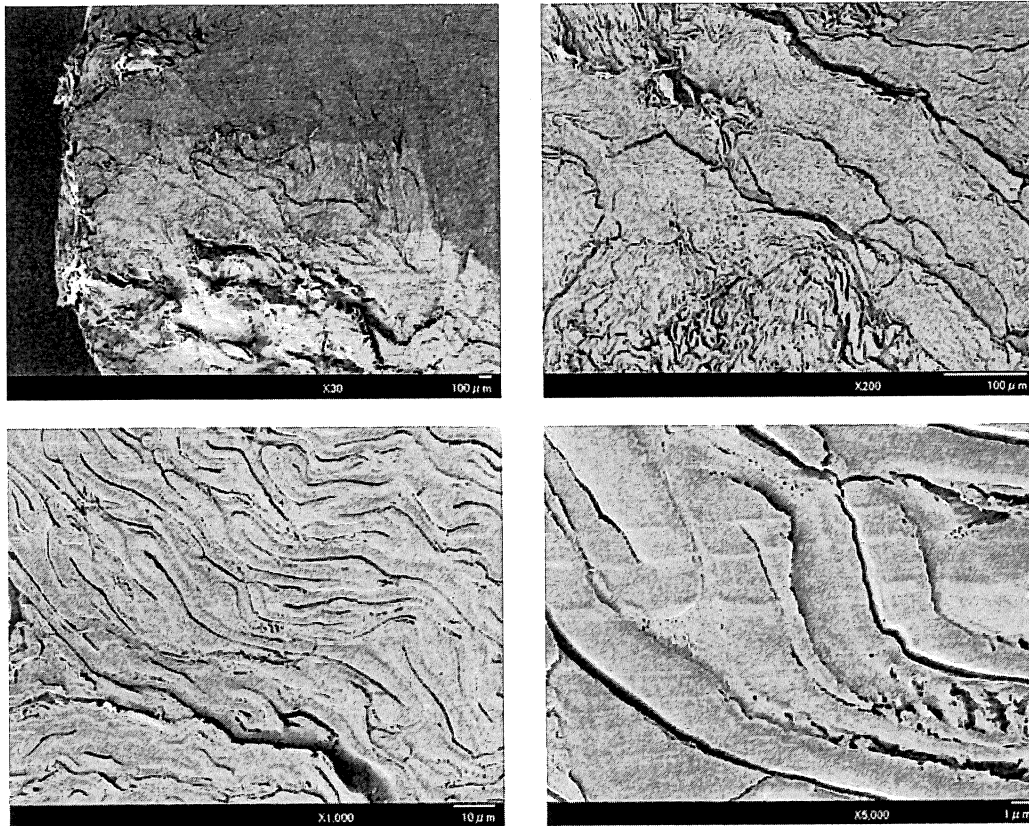


Fig.17

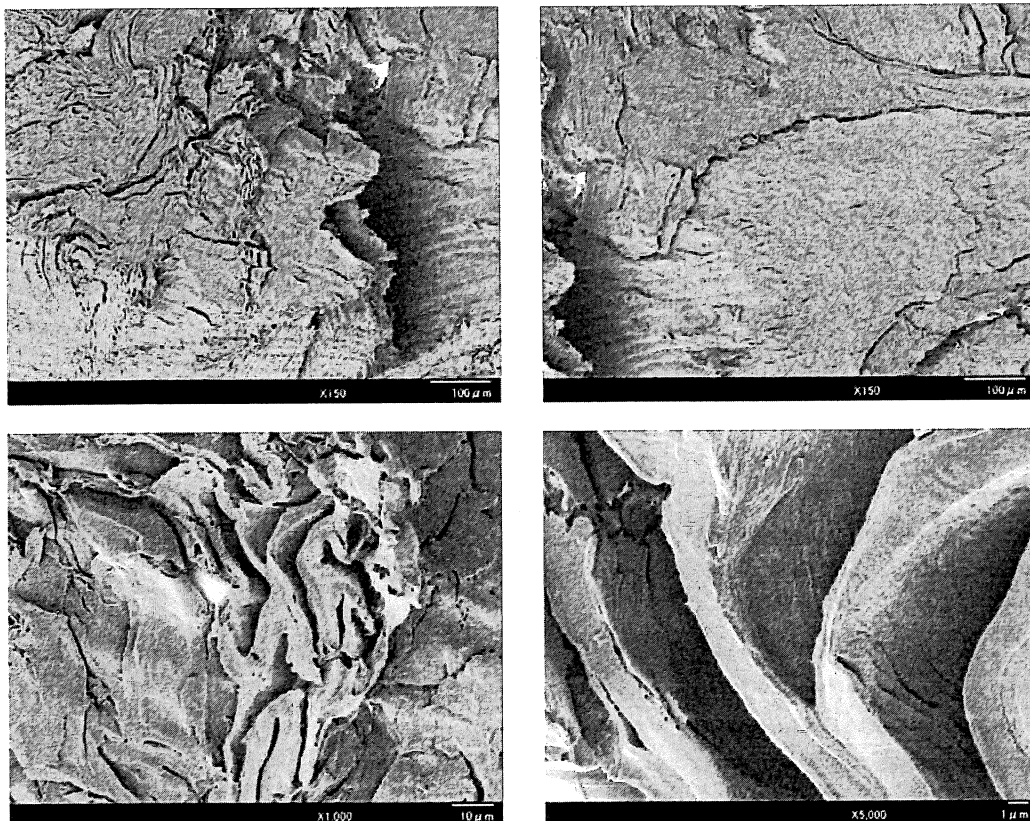


Fig.18

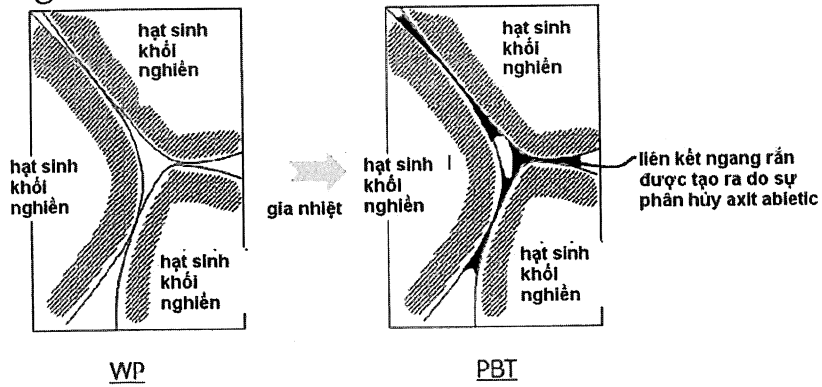


Fig.19

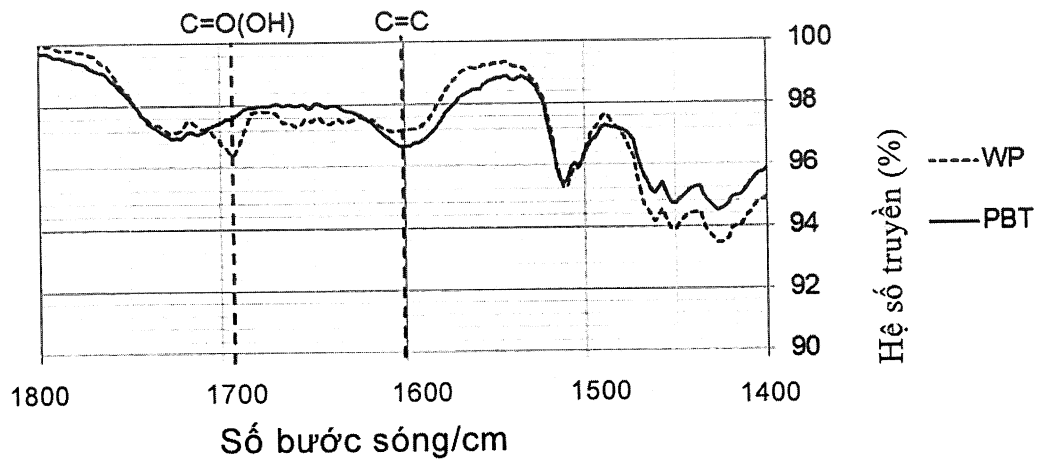


Fig.20

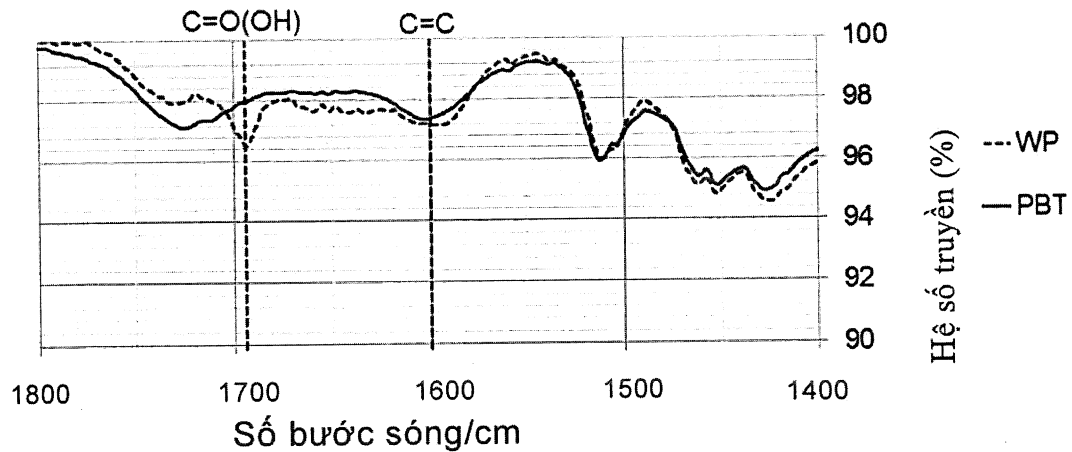


Fig.21

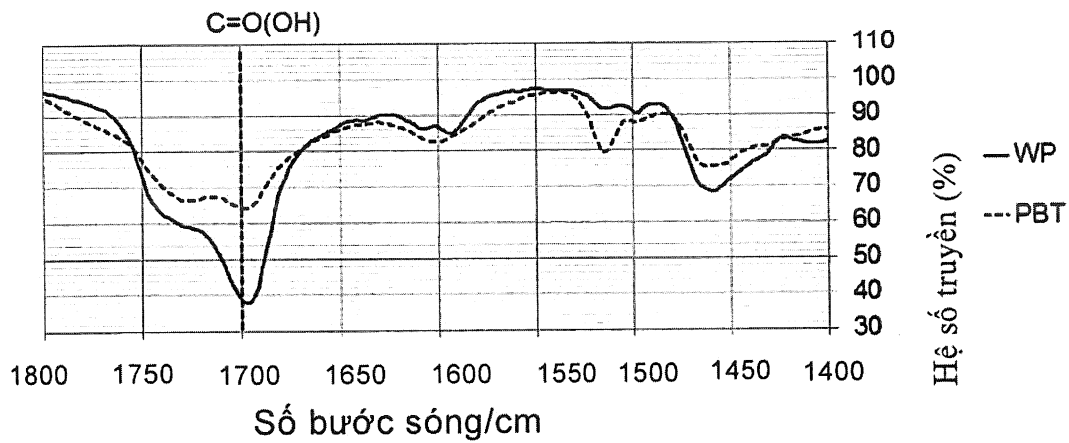


Fig.22

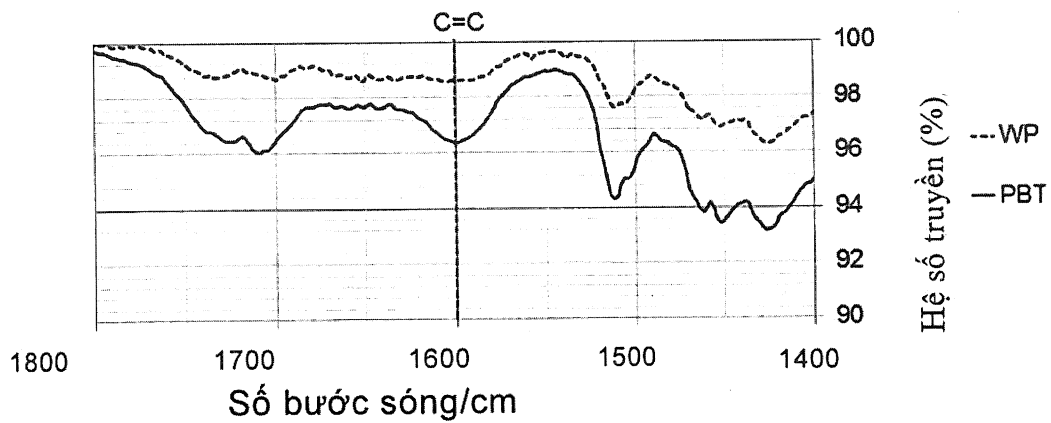


Fig.23

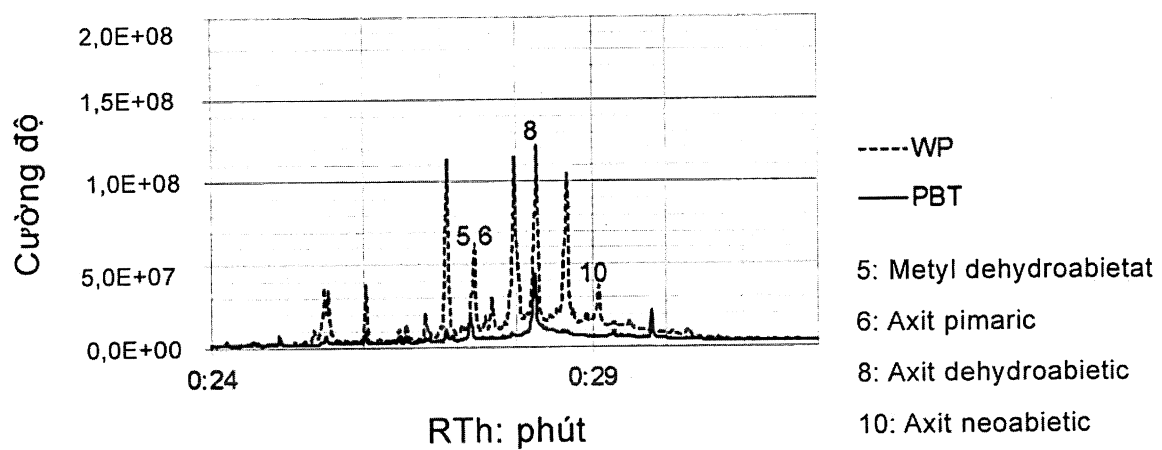


Fig.24

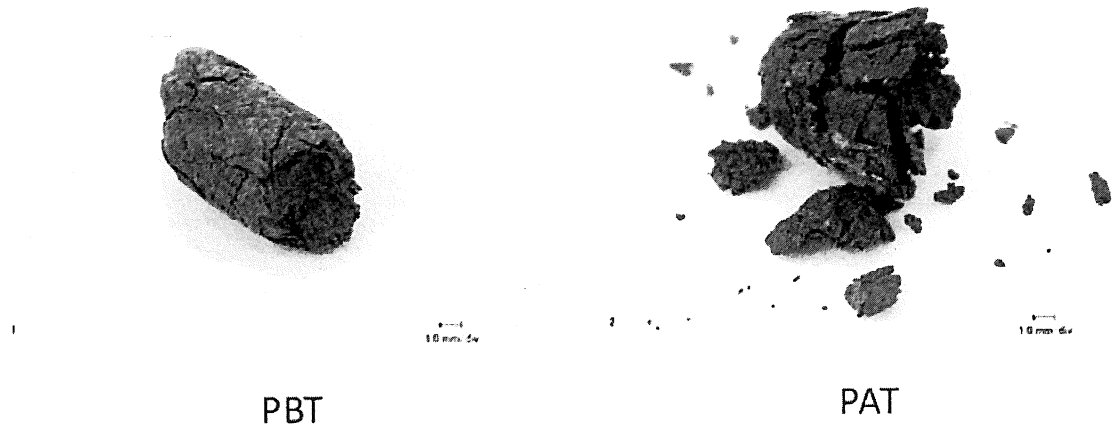


Fig.25

Sau khi nhúng



Trước khi nhúng

