



(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)



1-0043522

(51)⁸ C10B 53/02; F25D 7/00

(13) B

(21) 1-2018-04915

(22) 03/04/2017

(86) PCT/JP2017/014002 03/04/2017

(87) WO 2017/175737 12/10/2017

(30) 2016-076234 06/04/2016 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/12/2018 369A

(73) Mitsubishi UBE Cement Corporation (JP)

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

(72) HAYASHI, Shigeya (JP); TANO, Tatsumi (JP); FUJIMOTO, Naohide (JP); MAKI, Daisuke (JP).

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

(54) THIẾT BỊ LÀM NGUỘI DÙNG CHO SINH KHỐI ĐÃ CACBON HÓA

(21) 1-2018-04915

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị làm nguội dùng cho sinh khối đã cacbon hóa bao gồm lò cacbon hóa (1) để thu được sinh khối cacbon hóa bằng cách cacbon hóa sinh khối đã đúc, phương tiện phân loại được bố trí ở phía sau của lò cacbon hóa để phân loại sinh khối đã cacbon hóa, và phương tiện làm nguội được bố trí ở phía sau của phương tiện phân loại để làm nguội sinh khối cacbon hóa đã được phân loại, trong đó sinh khối đã đúc thu được bằng cách đúc sinh khối thô đã nghiền và trong đó phương tiện làm nguội làm nguội sinh khối đã cacbon hóa bằng cách phun nước.

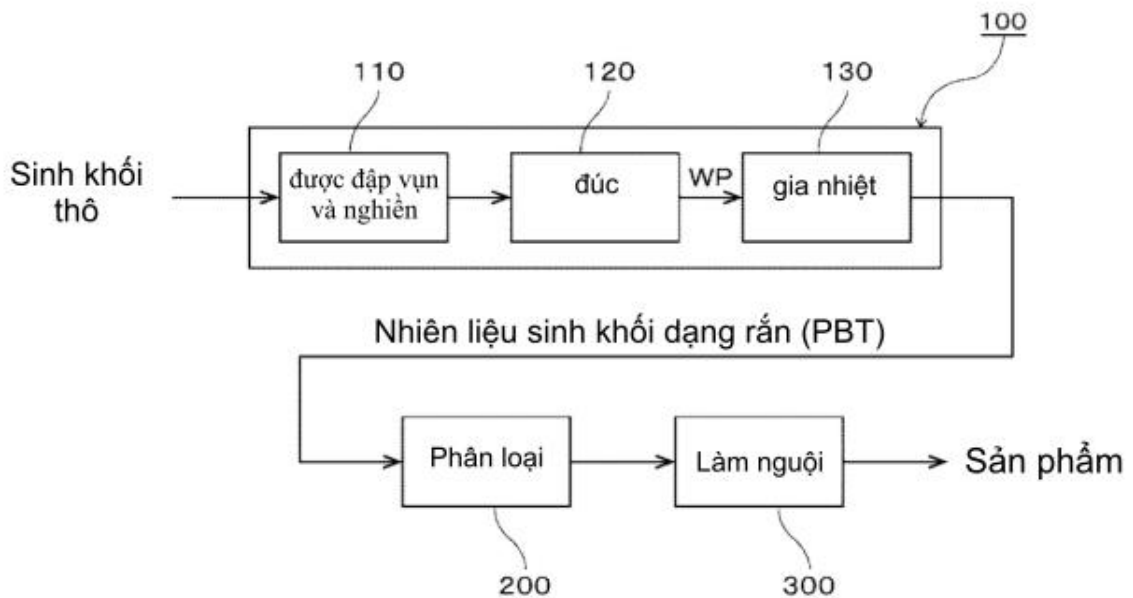


Fig.27

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị làm nguội dùng cho sinh khối đã cacbon hóa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, theo tài liệu sáng chế 1, cốc sinh học có độ bền tuyệt vời thu được bằng cách đúc áp lực sinh khối đã nghiền trong lúc gia nhiệt nó để thực hiện quá trình bán cacbon hóa.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: bằng độc quyền sáng chế số 4088933

Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 1, có một vấn đề là hiệu suất làm nguội thấp do sản phẩm sau khi đúc được làm nguội ở trạng thái được gia áp và bằng cách làm nguội tự nhiên trong không khí. Ngay cả nếu bước làm nguội bằng nước được tiến hành để cố gắng cải thiện hiệu suất làm nguội, thì sẽ khó khăn trong việc làm nguội bằng nước ở trạng thái được gia áp, và việc làm nguội bằng nước gây ra sự tan rã của một phần cốc sinh học là sản phẩm đúc của sinh khối đã nghiền, làm cho quá trình xử lý trở nên khó khăn. Cụ thể là, ở trạng thái không ổn định trong đó bước gia nhiệt không được thực hiện, có nguy cơ là cốc sinh học đã được đúc có thể tan rã, gây tắc nghẽn trong thiết bị. Theo cách khác, để đơn giản, nếu việc làm nguội được tiến hành bằng cách cho cốc sinh học vào trong bồn nước hoặc vật chứa tương tự sau khi cacbon hóa (gia nhiệt), thì quy trình thu hồi trở nên phức tạp vì nhiên liệu sinh khối dạng rắn nổi lên do trọng lượng riêng nhẹ của nó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được thực hiện để giải quyết các vấn đề nêu trên và mục đích của sáng chế là cải thiện hiệu suất làm nguội của sinh khối đúc bán cacbon hóa đồng thời làm giảm sự tắc nghẽn trong thiết bị.

Sáng chế đề cập đến lò cacbon hóa để thu được sinh khối cacbon hóa bằng cách cacbon hóa sinh khối đã đúc; phương tiện phân loại được bố trí ở phía sau của lò cacbon hóa để phân loại sinh khối đã cacbon hóa; và phương tiện làm nguội được bố trí ở phía sau của phương tiện phân loại để làm nguội sinh khối cacbon

hóa đã phân loại; trong đó sinh khối đã đúc thu được bằng cách đúc sinh khối thô đã nghiền, và phương tiện làm nguội để làm nguội sinh khối đã cacbon hóa bằng cách phun nước lên đó.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế cải thiện hiệu suất làm nguội của sinh khối đúc bán cacbon hóa, đồng thời làm giảm sự tắc nghẽn trong thiết bị.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ thể hiện COD và độ pH theo nhiệt độ chất rắn của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn.

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

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

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

Fig.11 là biểu đồ thể hiện chỉ số cháy tự phát (SCI: Spontaneous Combustion Index) của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn.

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

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

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

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

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

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

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

Fig.19 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR: Fourier Transform InfraRed) bề mặt ngoài của các viên nhiên liệu sinh khối dạng 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 dạng 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 dạng rắn.

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

Fig.23 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích sắc ký khí-phổ khối (GC-MS: Gas Chromatography-Mass Spectrometry) dung dịch chiết axeton của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn.

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

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

Fig.26A là hình vẽ phác họa thể hiện thiết bị làm nguội dùng cho sinh khối đã cacbon hóa.

Fig.26B là hình vẽ phác họa thể hiện một ví dụ khác về thiết bị làm nguội dùng cho sinh khối đã cacbon hóa.

FIG.27 là sơ đồ thể hiện tiến trình công nghệ theo sáng chế.

FIG.28 là sơ đồ thể hiện trình tự điều khiển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.26A là hình vẽ phác họa thể hiện thiết bị theo sáng chế và Fig.27 là sơ đồ thể hiện tiến trình công nghệ. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được bằng bước sản xuất nhiên liệu 100 trên Fig.27 trở thành sản phẩm nhờ bước phân loại 200 và bước làm nguội 300.

Ở bước sản xuất nhiên liệu, nhiên liệu sinh khối dạng rắn được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp đã biết. Sinh khối thô được đúc ở bước đúc 120 sau bước đập vụn-nghiền 110, sau đó sinh khối đã đúc được gia nhiệt bằng cách sử dụng lò 1 trên Fig.26A ở bước gia nhiệt 130. Chất kết dính không được bổ sung ở bước đúc 120, và các hạt sinh khối đã nghiền được nén hoặc ép một cách đơn giản để đúc.

Sinh khối đã đúc chưa được gia nhiệt ngay sau bước đúc 120 (Viên màu trắng: dưới đây được gọi là WP (White Pellet) có độ bền thấp do nó thu được chỉ bằng cách ép và đúc sinh khối đã nghiền, do đó nó có xu hướng tan rã một cách dễ dàng trong quá trình xử lý. Hơn nữa, nó giãn nở và tan rã bằng cách hấp thụ nước.

Ở bước sản xuất nhiên liệu 100 theo sáng chế, bằng cách gia nhiệt sinh khối đã đúc ở nhiệt độ từ 150 đến 400°C (cacbon hóa nhiệt độ thấp) ở bước gia nhiệt 130 (lò 1), nhiên liệu sinh khối dạng rắn (tạo viên trước khi sấy: dưới đây được gọi là PBT (Pelletizing Before Torrefaction)) có độ bền cao và có khả năng chống nước được sản xuất, trong lúc giữ được hình dạng là sản phẩm đúc. Các chi tiết của bước sản xuất nhiên liệu 100 sẽ được mô tả dưới đây.

Bước phân loại 200 và bước làm nguội 300 được thực hiện bằng cách sử dụng băng tải rung 2 thể hiện trên Fig.26A. Băng tải rung 2 được tách thành hai bộ phận bằng đĩa tách 24, trong đó một trong số các bộ phận là bộ phận phân loại 21 và bộ phận còn lại là bộ phận làm nguội 22. PBT tháo ra từ lò 1 được vận chuyển bằng cách rung đĩa phẳng 22b và bằng cách được đẩy bởi PBT được cung cấp liên tục từ lò 1. PBT được tháo ra dưới dạng sản phẩm nhờ bộ phận phân loại 21 và bộ phận làm nguội 22. Mặc dù băng tải rung 2 trên Fig.26A được làm nghiêng, băng tải nằm ngang không được làm nghiêng có thể được sử dụng.

Việc phân loại PBT và bột mịn (bước phân loại 200) được tiến hành bằng cách rung PBT trên sàng 21a trong bộ phận phân loại 21. Kích thước lỗ của sàng 21a có thể được thay đổi theo giá trị cần thiết. PBT bị tan rã trong quá trình sản xuất hoặc PBT nhỏ hơn kích thước định trước rơi ra khỏi sàng 21a và được xử lý trong quá trình khác. PBT còn lại trên sàng được vận chuyển tới bộ phận làm nguội 22.

Bộ phận làm nguội 22 có bộ phận phun 22a và đĩa phẳng rung 22b, trong đó bộ phận phun 22a được cấu hình để phun nước lên đĩa phẳng 22b. PBT trên đĩa phẳng 22b được làm nguội bằng cách phun nước (bước làm nguội 300), và sau đó được tháo ra dưới dạng sản phẩm. Lưu ý rằng bước làm nguội có thể được tiến hành bằng cách chỉ phun nước, hoặc bằng cách sử dụng việc làm nguội bằng không khí nhờ việc cung cấp vòi phun không khí hoặc chi tiết tương tự ngoài bộ phận phun 22a. Hơn nữa, vòi phun hai chất lưu dành cho không khí và nước có thể được sử dụng.

Đĩa phẳng 22b là đĩa trơn không có lỗ và không lồi-lõm, và đĩa kim loại hoặc đĩa nhựa được sử dụng cho mục đích này. Việc sử dụng đĩa trơn cho phép PBT trượt dễ dàng trong bộ phận làm nguội 22, tạo ra sự vận chuyển suôn sẻ trong bộ phận làm nguội 22.

Do bộ phận phân loại 21 và bộ phận làm nguội 22 được tách biệt bởi đĩa tách 24, có thể ngăn không cho nước đã phun bên trong bộ phận làm nguội 22 đi vào bộ phận phân loại 21. Do đó, sự hấp thu nước bởi bột mịn mà đã được phân loại trong bộ phận phân loại 21 được ngăn chặn và do đó, sự tắc nghẽn trong bộ phận phân loại 21 có thể được giảm thiểu.

Nhiệt kế 11 được bố trí ở cửa ra của lò 1 và bộ phận kiểm soát 30 được cấu hình để thực hiện việc phun nước và dừng phun nước dựa vào nhiệt độ đo được. Lưu ý rằng nhiệt kế 11 có thể được bố trí ở vị trí khác với điều kiện nó được bố trí ở vị trí cho phép nhiệt kế đo được nhiệt độ của lò 1.

Theo sáng chế, trong lúc PBT có độ bền và khả năng chống nước cao có thể thu được bằng cách gia nhiệt WP trong lò 1, nếu nhiệt độ của lò 1 thấp hơn hoặc bằng một giá trị định trước, thì WP hoặc sinh khối đã đúc không được gia nhiệt có thể không có đủ độ bền và khả năng chống nước sẽ được tháo ra từ lò 1. Nếu chúng được cấp đến băng tải rung 2, do chúng có khả năng chống nước kém,

chúng sẽ giãn nở và tan rã sau khi hấp thụ nước trong bộ phận phun 22, và gây ra sự tắc nghẽn trong thiết bị.

Do đó, nếu nhiệt độ được đo bởi nhiệt kế 11 thấp hơn một giá trị định trước, nó được đánh giá là nhiệt độ thấp không đủ để sản xuất PBT và bộ phận kiểm soát 30 dừng phun nước bởi bộ phận phun 22a. Bằng cách làm như vậy, ngay cả nếu WP hoặc PBT được gia nhiệt chưa đủ được tháo ra từ lò khi nhiệt độ của lò là thấp, sẽ hạn chế được sự tan rã ở bộ phận phun 22 và có thể tránh được sự tắc nghẽn trong thiết bị.

Fig.28 là biểu đồ tiến trình của quá trình tiếp tục và dừng phun nước dựa vào nhiệt độ, được tiến hành bởi bộ phận kiểm soát 30. Ở bước S1, nhiệt độ của cửa ra của lò 1 được đo bởi nhiệt kế 11. Ở bước S2, đánh giá liệu nhiệt độ đo được T có thấp hơn hoặc bằng giá trị định trước α hay không; nếu được xác định là CÓ thì sự phun nước được dừng lại ở bước S3, trong khi đó nếu được xác định là KHÔNG thì sự phun nước được tiến hành ở bước S4.

Cụ thể là ở pha khởi động lò hoặc trạng thái không ổn định của lò 1 hoặc ở trạng thái nhiệt độ thấp, WP không được gia nhiệt hoặc sinh khối đã đúc được gia nhiệt chưa đủ được tháo ra từ lò 1, do đó việc dừng phun nước ngăn chặn sự tan rã và sự tắc nghẽn trong thiết bị.

Nếu sự vận chuyển của WP trong lò 1 bị dừng lại khi lò 1 dừng hoạt động và nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng giá trị định trước, WP còn lại bên trong lò 1. Trong trường hợp đó, một lượng lớn khí phân hủy do nhiệt được tạo ra do quá trình cacbon hóa WP ngay cả ở nhiệt độ thấp, cần phải có một quy trình phức tạp khác để xử lý khí. Hơn nữa, WP cacbon hóa quá mức là bất lợi đối với nhiên liệu do lượng thành phần dễ bay hơi còn lại trong WP giảm xuống, và cần phải được xử lý thêm, dẫn đến sự gia tăng các bước bổ sung. Do đó, việc dừng vận chuyển trong lò 1 là không được ưa thích.

Mặt khác, nếu việc cung cấp WP bị dừng lại ở nhiệt độ thấp nhưng sự vận chuyển trong lò 1 được tiếp tục, WP chưa được cacbon hóa hoặc sinh khối đã đúc được gia nhiệt chưa đủ sẽ được tháo ra. Do đó, ngay cả ở nhiệt độ thấp, sự vận chuyển không bị dừng lại nên việc tạo ra một lượng lớn khí phân hủy do nhiệt và sự cacbon hóa dư được ngăn ngừa, và ngoài ra sự phun nước lên WP đã tháo ra được dừng lại nên sự tắc nghẽn được ngăn chặn.

Lưu ý rằng nhiệt kế 11 đo trực tiếp không phải là nhiệt độ xung quanh cửa ra của lò 1 mà là nhiệt độ của PBT ở cửa ra của lò 1. Mặc dù trong sáng chế này, PBT (nhiên liệu rắn) có khả năng chống nước và độ bền cao thu được bằng cách cacbon hóa WP ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng nhiệt độ định trước, sự tăng nhiệt độ quá mức thúc đẩy sự cacbon hóa nhiều hơn cần thiết và làm giảm hiệu suất nhiệt, dẫn đến các đặc tính nhiên liệu không đủ. Để giữ hiệu suất nhiệt lớn nhất và đạt được khả năng chống nước và độ bền, cần có sự kiểm soát nhiệt độ chính xác; và do đó nhiệt độ của PBT được đo trực tiếp để thực hiện quá trình cacbon hóa có độ chính xác cao. Nhiệt kế 11 có thể là loại bất kỳ với điều kiện nó có thể đo trực tiếp nhiệt độ của PBT ở cửa ra của lò 1, và loại nhiệt kế loại tiếp xúc hoặc nhiệt kế loại không tiếp xúc như bức xạ hồng ngoại có thể được sử dụng.

Hiệu quả

(1) Thiết bị bao gồm lò 1 (lò cacbon hóa) để thu được sinh khối cacbon hóa (PBT) bằng cách cacbon hóa sinh khối đã đúc, bộ phận phân loại 21 (phương tiện phân loại), được bố trí ở phía sau của lò 1, để phân loại sinh khối đã cacbon hóa (PBT), và bộ phận làm nguội 22 (phương tiện làm nguội), được bố trí ở phía sau của bộ phận phân loại 21, để làm nguội sinh khối cacbon hóa đã được phân loại (PBT), trong đó sinh khối đã đúc thu được bằng cách đúc sinh khối thô đã nghiền và trong đó bộ phận làm nguội 22 làm nguội sinh khối đã cacbon hóa (PBT) bằng cách phun nước.

Nếu sinh khối đã cacbon hóa được làm nguội bằng cách nhúng nó trong nước, việc xử lý là khó khăn do sinh khối đã cacbon hóa nổi trên nước và rải ra trên mặt nước. Mặt khác, ngay cả trong trường hợp làm nguội bằng cách phun nước, sinh khối đã đúc có xu hướng tan rã thành các hạt lẫn nữa do nó thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền. Do đó, có nguy cơ là sự tắc nghẽn trong thiết bị có thể xảy ra do sinh khối đã nghiền hấp thụ nước nếu nước được phun trong lúc không có phép đo nào được thực hiện. Tuy nhiên, sự tắc nghẽn có thể tránh được bằng cách tiến hành phun nước sau khi phân loại sinh khối đã cacbon hóa. Ngoài việc phun nước, việc làm nguội bằng không khí và phun nước có thể được sử dụng phối hợp, hoặc hoặc đầu phun hai chất lưu dùng cho không khí và nước có thể được sử dụng.

(2) Bộ phận làm nguội 22 bao gồm đĩa phẳng rung 22b (đĩa phẳng) và bộ phận phun 22a để phun nước lên đĩa phẳng 22b, trong đó đĩa phẳng 22b là đĩa kim

loại hoặc đĩa nhựa, và sinh khối đã cacbon hóa (PBT) được vận chuyển bằng cách rung.

Do một phần sinh khối đã cacbon hóa (PBT) tan rã trong quá trình vận chuyển, sinh khối đã cacbon hóa có đường kính nhỏ còn lại ở một lượng nhất định ngay cả sau khi phân loại. Đường kính càng nhỏ, nó càng có xu hướng kết dính vào với nhau khi phun nước, điều này làm cho việc xử lý trong quá trình vận chuyển trở nên khó khăn. Ở đây, khi xét đến việc thoát nước nếu sinh khối đã cacbon hóa được làm nguội trên lưới, sinh khối cacbon hóa đã được phun nước có thể bị chồng chất lên nhau do sự lồi-lõm của lưới và hiệu quả vận chuyển có thể giảm xuống, dẫn đến sự tắc nghẽn trong thiết bị. Tuy nhiên, việc vận chuyển hiệu quả có thể được tiến hành bằng cách sử dụng đĩa kim loại hoặc đĩa nhựa có sức chống trượt nhỏ đối với sinh khối đã cacbon hóa để làm giảm sức kháng trong quá trình vận chuyển.

(3) Bộ phận kiểm soát 30 (phương tiện kiểm soát) được cung cấp để dừng phun nước bởi bộ phận phun 22a nếu nhiệt độ ở cửa ra của lò 1 thấp hơn hoặc bằng một giá trị định trước. Ở trạng thái không ổn định như pha khởi động lò hoặc pha dừng, do nhiệt độ của lò 1 thấp hơn hoặc bằng với giá trị định trước (nhiệt độ thấp không đủ để sản xuất PBT), sinh khối đã đúc không được cacbon hóa hoặc sinh khối đã đúc được cacbon hóa chưa đủ với bộ bèn thấp hoặc khả năng chống nước thấp được tháo ra. Chúng có thể phồng lên và tan rã, dẫn đến sự tắc nghẽn trong thiết bị. Tuy nhiên, sự tắc nghẽn có thể tránh được bằng cách dừng phun nước.

(4) Nhiệt kế 11 có thể đo trực tiếp nhiệt độ của sinh khối đã cacbon hóa (PBT). Mặc dù PBT (nhiên liệu rắn) có khả năng chống nước và độ bền cao có thể thu được bằng cách cacbon hóa WP ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng nhiệt độ định trước, sự cacbon hóa quá mức làm giảm hiệu suất nhiệt. Do đó, bằng cách đo trực tiếp nhiệt độ của PBT, sự cacbon hóa có độ chính xác cao có thể được thực hiện, cho phép sản xuất sản phẩm có khả năng chống nước và độ bền cao trong lúc đảm bảo hiệu suất nhiệt.

(5) Bộ phận tách 24 để tách bộ phận phân loại 21 và bộ phận làm nguội 22 được đề xuất. Bằng cách tách các bộ phận này, có thể để ngăn không cho nước đã phun đi vào trong bộ phận phân loại 22, và do đó, hạn chế được sự chồng lên nhau của sản phẩm và sự tắc nghẽn trong quá trình phân loại.

Thay vì băng tải rung 2 trong phương án nêu trên, bước phân loại và bước làm nguội có thể được tiến hành bằng cách sử dụng hệ thống như được thể hiện trên Fig.26B. Hệ thống 402 này bao gồm thiết bị sàng rung 403A và băng tải rung làm nguội 403B. Thiết bị sàng rung 403A và băng tải rung làm nguội 403B được cấu hình để có các thân máy riêng rẽ. Thiết bị sàng rung 403A được bố trí ở phía trước của hướng vận chuyển PBT, và băng tải rung làm nguội 403B được bố trí ở phía sau. Việc mô tả các chức năng và cấu trúc chung với cấu hình trên Fig.26A sẽ được bỏ qua để tránh mô tả thừa.

Thiết bị sàng rung 403A có bộ phận phân loại 421 được cung cấp sàng 421a. Như với cấu hình trên Fig.26A, PBT được cung cấp từ lò quay (không được thể hiện trên Fig.26B) lên trên sàng 421a. PBT được vận chuyển trong lúc được rung trên sàng 421a, bằng cách đó việc phân loại (bước phân loại) PBT và bột mịn được tiến hành. Mặc dù thiết bị sàng rung 403A được làm nghiêng, băng tải nằm ngang không được làm nghiêng có thể được sử dụng.

Về kích thước lỗ của sàng 421a, như được nêu trong phương án ở trên, nó có thể được thay đổi một cách thích hợp theo giá trị cần thiết. PBT bị tan rã trong quá trình sản xuất hoặc PBT nhỏ không đạt tới kích thước đã định rơi xuống dưới sàng 421a và được xử lý một cách riêng rẽ. PBT còn lại trên sàng 421a được tháo ra từ cửa ra 421b của thiết bị sàng rung 403A.

Băng tải rung làm nguội 403B có bộ phận làm nguội 422 được cung cấp bộ phận phun nước 422a và đĩa phẳng rung 422b và bộ phận tương tự, và PBT từ thiết bị sàng rung 403A được cung cấp lên trên đĩa phẳng 422b. Mặc dù không được thể hiện, băng tải rung làm nguội 403B cũng được cung cấp bộ phận kiểm soát để kiểm soát sự hoạt động của bộ phận phun nước 422a và bộ phận tương tự, như trong cấu hình trên Fig.26A. Là một ví dụ, đĩa phẳng 422b là đĩa tròn không có lỗ và các phần lồi-lõm, và đĩa kim loại hoặc đĩa nhựa được sử dụng. Việc sử dụng đĩa tròn cho phép PBT trượt một cách dễ dàng, cho phép vận chuyển một cách suôn sẻ. Mặc dù thiết bị rung làm nguội 403B được làm nghiêng, băng tải nằm ngang mà không bị nghiêng có thể được sử dụng.

Ngoài ra trong ví dụ này, việc làm nguội có thể được tiến hành chỉ bằng cách phun nước, hoặc nó có thể được tiến hành bằng cách sử dụng việc làm nguội bằng không khí phối hợp với phun nước. Đầu phun có thể là đầu phun hai chất lưu dành cho không khí và nước. Hơn nữa, tương tự với phương án nêu trên, theo

một phương án tốt hơn là việc phun nước bởi bộ phận phun nước 422a có thể được kiểm soát để dừng phun nước khi nhiệt độ được đo bởi nhiệt kế 11 của lò 1 (xem Fig.26A) thấp hơn giá trị định trước. Lưu ý là các vấn đề kỹ thuật được bộc lộ trên Fig.26B có thể được phối hợp với hoặc thay thế bằng các vấn đề được bộc lộ trong các phương án khác mà không đi trệch khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) được tạo ra trong bước sản xuất nhiên liệu 100 nêu trên sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) ở bước sản xuất nhiên liệu

Nhiên liệu sinh khối dạng rắn là sản phẩm rắn đã đúc thu được bởi các bước bao gồm bước đúc sinh khối dùng để ép và đúc mà đã được đập vụn và nghiền nhỏ tới trạng thái mảnh vụn hoặc bột thành các khối sinh khối, và bước gia nhiệt để gia nhiệt các khối sinh khối này. Sản phẩm rắn đã đúc và gia nhiệt được sử dụng làm nhiên liệu (tương ứng với PBT đề cập dưới đây). Do nhiên liệu sinh khối dạng rắn không cần đến bước nổi hơi nước và sử dụng chất gắn kết, nên ngân được chi phí tăng lên. Trong bản mô tả này, các khối sinh khối thu được bằng quy trình đúc và trước bước gia nhiệt còn được gọi là “các khối sinh khối chưa được gia nhiệt”. Các khối sinh khối chưa được gia nhiệt tương ứng với WP như đã nêu trên.

Sinh khối dùng làm nguyên liệu thô có thể là nguyên liệu trên cơ sở gỗ và thảo mộc, và loài cây của và các phần của nó hoặc bộ phận tương tự không bị giới hạn cụ thể, nhưng các ví dụ bao gồm gỗ thông Mỹ, cây độc cần, gỗ cây tuyết tùng, gỗ cây bách, gỗ cây thông đỏ châu Âu, gỗ cây hạnh cổ thụ, vỏ quả hạnh, phần gỗ của cây keo, vỏ của cây keo, vỏ quả óc chó, gỗ cây cọ sagu, EFB (chùm quả rỗng là phần bã của quá trình xử lý dầu cọ), gỗ meranti, cây cao su và cây tương tự. Chúng có thể được sử dụng riêng hoặc ở dạng hỗn hợp gồm hai hoặc nhiều loại trong số chúng.

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

Ở nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được sau bước gia nhiệt, nhu cầu oxy hóa học (COD: Chemical Oxygen Demand) của nước để nhúng được sử dụng để

nhúng nước tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3000ppm. Ngoài ra, tỷ lệ COD được biểu diễn bằng (COD của nhiên liệu sinh khối dạng rắn sau bước gia nhiệt/COD của nhiên liệu sinh khối dạng rắn chưa được gia nhiệt) của nhiên liệu sinh khối dạng rắn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,98. Ở đây, COD (nhu cầu oxy hóa học) của nước để nhúng được sử dụng để nhúng nước của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (đơn giản, có thể được gọi là “COD”) có nghĩa là trị số COD được phân tích theo tiêu chuẩn JIS K0102(2010)-17 đối với mẫu nước để nhúng để xác định COD được chuẩn bị theo Thông báo của cơ quan môi trường Nhật bản số 13 “(A) a method for detecting a metal or the like contained in an industrial waste”, 1973.

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

Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế có tỷ lệ nhiên liệu (cacbon cố định/chất dễ bay hơi) bằng 0,2 đến 0,8, năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô bằng 4800 đến 7000 (kcal/kg), tỷ lệ mol của oxy O đối với cacbon C (O/C) bằng 0,1 đến 0,7, và tỷ lệ mol của hydro H đối với cacbon C (H/C) bằng 0,8 đến 1,3. Nếu nhiên liệu sinh khối dạng rắn có các đặc tính vật lý trong các phạm vi trên, có thể làm giảm được COD của nước thải trong quá trình bảo quản, có thể giảm được sự tan rã và có thể cải thiện được khả năng xử lý trong quá trình bảo quản. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế có thể thu được bằng cách điều chỉnh, ví dụ, các loài 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 thông số tương tự. Trị số phân tích gần đúng (phân tích trong công nghiệp), trị số phân tích cuối cùng (phân tích cơ bản), và năng suất tỏa nhiệt cao hơn trong bản mô tả này dựa vào tiêu chuẩn JIS M 8812, 8813, và 8814.

Phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế bao gồm bước đúc sinh khối đã nghiền dùng để đúc của sinh khối đã được đập vụn và nghiền nhỏ 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 đổ 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 nêu trên, có thể thu được nhiên liệu sinh khối dạng 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 là 200 đến 350°C . Còn tốt hơn nữa là, là 230 đến 300°C . Vẫn còn tốt hơn nữa là 250 đến 290°C . Thời gian gia nhiệt ở bước gia nhiệt không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn 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 bằng khoảng 100 đến $3000\mu\text{m}$, và tốt hơn là từ 400 đến $1000\mu\text{m}$. Về phương pháp đo kích thước hạt của sinh khối đã nghiền, các phương pháp đo đã biết có thể được sử dụng. Do sự liên kết hoặc kết dính lẫn nhau trong sinh khối đã nghiền được duy trì bởi liên kết ngang rắn trong nhiên liệu sinh khối dạng 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 là nó nằm trong giới hạn có thể đúc được. Hơn nữa, do việc nghiền mịn trở thành nguyên nhân làm tăng chi phí, kích thước hạt có thể ở phạm vi đã biết với điều kiện là cả chi phí lẫn khả năng đúc có thể 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, được ưu tiên là $B/A = 0,7$ đến 1 . Trị số của mật độ khối A không bị giới hạn cụ thể với điều kiện là nó 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 theo tiêu chuẩn 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, được ưu tiên 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 dạng rắn có khả năng xử lý được cải thiện trong quá trình bảo quản bằng cách làm giảm sự tan rã đồng thời làm giảm COD trong nước thải trong quá trình bảo quản.

Ở đây, các đặc điểm của nhiên liệu sinh khối dạng rắn có thể được xác định trong phạm vi thích hợp hơn tùy theo các loài cây của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu thô. Dưới đây, một ví dụ các loài cây này sẽ được mô tả, nhưng sáng

chế không bị giới hạn ở các loài cây này và sự phối hợp của chúng. Dưới đây, các phạm vi được 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, tương ứng.

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

Gỗ linh sam đỏ, cây độc cần, gỗ cây tuyết tùng và gỗ cây bách: Nhiên liệu rắn A

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

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

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

Diện tích bề mặt riêng BET của nó tốt hơn là từ 0,25m²/g đến 0,8m²/g, tốt hơn nữa là từ 0,28m²/g đến 0,6m²/g, và còn tốt hơn nữa là từ 0,32m²/g đến 0,5m²/g.

HGI của nó tốt hơn là từ 20 đến 60, tốt hơn nữa là từ 20 đến 55, và còn tốt hơn nữa là từ 22 đến 55. Do HGI của than (than bitum) thích hợp dùng làm nhiên liệu nôi hơi để tạo ra điện năng bằng khoảng 50, tốt hơn là HGI gần bằng khoảng 50, lưu ý rằng nó được trộn và nghiền với than. Tỷ lệ HGI (được mô tả dưới đây) tốt hơn là từ 1,0 đến 2,5.

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

Năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là từ 4800 đến 7000kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 7000kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4950 đến 7000kcal/kg.

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 210 đến 330°C, và còn tốt hơn nữa là từ 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 cây thông đỏ châu Âu, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn B) là như dưới đây.

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

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 240 đến 290°C.

Gỗ cây hạnh cổ thụ: Nhiên liệu rắn C

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 240 đến 290°C.

Hỗn hợp gồm vỏ quả hạnh và gỗ cây hạnh cổ thụ: Nhiên liệu rắn D

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

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

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

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

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

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

Năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là từ 4800 đến 7000kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 6500kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là từ 4900 đến 6300kcal/kg.

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 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, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn E) là như dưới đây.

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 240 đến 290°C.

Vỏ của cây keo: Nhiên liệu rắn F

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

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 240 đến 290°C.

Hỗn hợp gồm vỏ quả 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 quả hạnh và vỏ quả óc chó, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn G) là như dưới đây.

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

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 240 đến 290°C.

Cây cọ sagu: Nhiên liệu rắn H

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Phần mô tả nêu trên là phạm vi được 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 từ 200 đến 350°C, tốt hơn nữa là từ 220 đến 300°C, và còn tốt hơn nữa là từ 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 quá trình xử lý dầu cọ), các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn I) là như dưới đây.

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

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng trong 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 0,25m²/g đến 0,65m²/g, tốt hơn nữa là 0,30m²/g đến 0,60m²/g, và còn tốt hơn nữa là 0,35m²/g đến 0,55m²/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.

Năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4900 đến 7000kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 5000 đến 7000kcal/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 nêu trên là phạm vi được 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 dạng rắn (sau đây, có thể được gọi là nhiên liệu rắn J) là như dưới đây.

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

Hàm lượng ẩm cân bằng sau khi nhúng trong 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.

Năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô của nó tốt hơn là 4800 đến 7000kcal/kg, tốt hơn nữa là từ 4800 đến 6500kcal/kg, và còn tốt hơn nữa là 4800 đến 6000kcal/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 nêu trên là phạm vi được 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, các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn (sau 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. Năng suất tỏa nhiệt cao hơn theo trọng lượng khô tốt hơn là 4800 đến 7000kcal/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 nêu trên là phạm vi được ưu tiên về các đặc tính của nhiên liệu rắn K.

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.

Các tác giả sáng chế cho rằng, ở phương pháp sản xuất nhiên liệu sinh khối dạng 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, sự liên kết hoặc kết dính lẫn nhau trong sinh khối đã nghiền được duy trì bằng cách sử dụng các thành phần bắt nguồn từ nguyên liệu thô của sinh khối mà không cần sử dụng chất gắn kết, điều này cho phép sản xuất các nhiên liệu sinh khối dạng rắn có khả năng chống nước cao mà không tan rã khi nhúng trong nước. Theo phân tích của các tác giả sáng chế, nhận được các phát hiện dưới đây về cơ chế các nhiên liệu sinh khối dạng 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 bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM: Scanning Electron Microscope) về ba loại nhiên liệu sinh khối dạng rắn được sản xuất bằng các phương pháp sản xuất khác nhau, cụ thể là nhiên liệu rắn không được gia nhiệt thu được bằng cách đúc sinh khối đã nghiền (viên màu 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 (tạo viên trước khi sấy; dưới đây có thể được gọi là PBT), và đã phân tích cơ chế chống nước của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn này. Ở đây, các chất kết dính không được sử dụng hoặc trong WP và PBT.

Trước tiên, các chất chiết axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bằng FT-IR. Ở PBT thu được từ bước gia nhiệt, hàm lượng của 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 nhờ bước gia nhiệt.

Ngoài ra, các thành phần chiết axeton của các nhiên liệu rắn tương ứng được phân tích bằng phép phân tích GC-MS. Các terpen như axit abietic và các dẫn xuất của nó (sau đây, có thể được gọi là “axit abietic và chất tương tự”) được cho là bị phân hủy bởi nhiệt khi gia nhiệt, và điều này có liên quan đến khả năng chống nước của nhiên liệu sinh khối dạng rắn. Axit abietic và chất tương tự là các thành phần chính của các colophan có trong gỗ thông và gỗ tương tự.

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

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

Hơn nữa, trong trường hợp của các nhiên liệu rắn được đúc sau khi gia nhiệt sinh khối đã nghiền (tạo viên sau khi sấy; 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, sự hình thành liên kết ngang giữa các hạt sinh

khối đã nghiền không được mong đợi không giống như PBT ở trên. Do đó, trong trường hợp của PAT trong đó bước gia nhiệt được tiến hành trước bước đúc, nước dễ dàng thâm nhập vào trong 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 bằng khoảng 139 đến 142°C, và điểm sôi bằng khoảng 250°C. Do đó, axit abietic và chất 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 chất 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), v.v..). Mặc dù có một chút khác biệt 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, v.v..), tất cả các ví dụ từ 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 nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 230°C (sự tan rã không xảy ra ngay cả sau khi nhúng trong nước, xem bảng 6), và do đó cho rằng việc gia nhiệt sinh khối nói chung ở nhiệt độ ít nhất cao hơn hoặc bằng 230°C đến cao hơn hoặc bằng 250°C tạo ra khả năng chống nước.

Các hình vẽ từ Fig.19 đến Fig.22 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích FT-IR của nhiên liệu sinh khối dạng rắn theo sáng chế. Nguyên liệu thô là gỗ thông châu Âu của ví dụ B dưới đây, và phép phân tích được tiến hành đối với nhiên liệu rắn (PBT) đã gia nhiệt thu được bằng cách nghiền và đúc nguyên liệu thô thành dạng viên và gia nhiệt ở 250°C. Ngoài ra, số liệu của nhiên liệu rắn không được gia nhiệt (WP) thu được bằng cách nghiền và đúc cùng một nguyên liệu thô, nhưng không gia nhiệt cũng được thể hiện. Cả ở bề mặt bên ngoài của viên (Fig.19) và 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 trong phần chiết axeton (Fig.21) là WP> PBT, cho thấy rằng PBT có ít nhóm COOH ưa nước hơn. Ngoài ra, trong các chất rắn sau khi chiết

axeton (Fig.22), PBT có nhiều liên kết C=C hơn WP. Do đó, hiểu được rằng PBT có khả năng chống nước tuyệt vời.

Fig.23 là đồ thị thể hiện các kết quả phân tích GC-MS của dung dịch chiết axeton. Các nguyên liệu thô là gỗ thông châu Âu của ví dụ B là giống như đối với các hình vẽ từ Fig.19 đến Fig.22 nêu trên, và phép phân tích được tiến hành đối với nhiên liệu rắn (PBT) đã gia nhiệt thu được bằng cách nghiền và đúc nguyên liệu thô thành dạng viên và gia nhiệt ở 250°C và nhiên liệu rắn không được gia nhiệt (WP). Như được thể hiện trên Fig.23, lượng được rửa giải của axit abietic và chất tương tự, là loại bao gồm các terpen, vào axeton trong trường hợp của PBT là nhỏ hơn trong trường hợp của WP. Do đó, các kết quả được cho là thể hiện rằng axit abietic được làm nóng chảy bằng cách gia nhiệt để tạo ra liên kết ngang lỏng, và liên kết ngang rắn được tạo ra bằng cách làm bay hơi axit abietic và chất tương tự.

Ngoài ra, trong trường hợp của PBT, độ bền của nhiên liệu rắn được cải thiện do tạo ra liên kết ngang rắn, và do đó cho rằng 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) nhận được, khi không bổ sung chất gắn kết, bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ ít nhất cao hơn hoặc bằng 230°C đến cao hơn hoặc bằng 250°C tương tự với khả năng chống nước. Như đã nêu trên, COD giảm khi PBT được sử dụng. Điều này được cho là do thành phần hắc ín trong nguyên liệu thô của sinh khối bay hơi bằng cách gia nhiệt, và đồng thời axit abietic và chất tương tự đã hóa rắn bao phủ bề mặt của nhiên liệu rắn PBT, điều này làm tăng thêm tính kỵ nước của bề mặt của nhiên liệu rắn để ngăn chặn 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 từ A-1 đến A-6

Nhiên liệu sinh khối dạng rắn A (PBT) thu được từ bước đúc sinh khối đã nghiền sau khi đập vụn và đúc sinh khối đã 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 linh sam đỏ 40% trọng lượng, cây độc cần 58% trọng lượng, gỗ cây tuyết tùng 1% trọng lượng và gỗ cây bách 1% trọng

lượng. Trong quá trình đúc được thực hiện trong mỗi ví dụ, nguyên liệu thô được đúc thành dạng viên có đường kính bằng 8mm. Trong bước gia nhiệt được thực hiện trong mỗi ví dụ, 4kg nguyên liệu thô được nạp từng mẻ vào lò điện có đường kính 600mm và gia nhiệt đến các nhiệt độ mong muốn (nhiệt độ gia nhiệt trong bảng 1) trong các ví dụ tương ứng với tốc độ gia nhiệt bằng 2°C/phút. Dưới đây, nhiệt độ mong muốn và nhiệt độ gia nhiệt có cùng nghĩa. Trong các ví dụ A-1 đến A-6, nhiệt độ không được duy trì ở nhiệt độ mong muốn (nhiệt độ gia nhiệt) (điều này cũng được áp dụng cho các ví dụ B đến K dưới đây). Bảng 1 thể hiện nhiệt độ gia nhiệt của bước gia nhiệt trong các ví dụ A-1 đến A-6 và các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn A thu được sau bước gia nhiệt.

Ví dụ so sánh A

Ví dụ so sánh A là nhiên liệu sinh khối dạng rắn không được gia nhiệt (WP) chỉ thu được bằng cách đúc sau khi đập vụn và nghiền, và không qua bước gia nhiệt. Chất gắn kết cũng không được sử dụng trong ví dụ so sánh A. Sinh khối thô là cùng một loại như trong ví dụ A-1. Bảng 1 còn thể hiện các đặc tính của nhiên liệu rắn tạo ra của ví dụ so sánh A.

Trong bảng 1, HGI được dựa trên tiêu chuẩn JIS M 8801 như đã mô tả, và các trị số lớn hơn cho thấy khả năng nghiền tốt hơn. Bảng 1 thể hiện năng suất tỏa nhiệt cao hơn (theo trọng lượng khô), tỷ lệ nhiên liệu được tính dựa trên các trị số phân tích gần đúng (trên cơ sở làm khô trong không khí), và các kết quả của các trị số phân tích cuối cùng (trên cơ sở làm khô trong không khí) và tỷ số mol của oxy O, cacbon C và hydro H thu được dựa trên phân tích cuối cùng.

Bảng 1

		Ví dụ							
Các mẫu <ví dụ A>		Ví dụ so sánh A không được gia nhiệt							
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6		
		230°C	250°C	270°C	280°C	290°C	300°C		
		PBT							
		WP							
Phân tích gần đúng	hàm lượng ẩm	11,0	8,4	7,7	7,2	6,9	6,7	6,3	
	hàm lượng tro	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	
	chất dễ bay hơi	73,6	74,1	74,5	70,9	68,9	64,8	57,4	
	cacbon cố định	14,8	16,9	17,3	21,4	23,6	27,8	35,4	
tỷ lệ nhiên liệu	-	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6		
năng suất tỏa nhiệt cao hơn	kcal/kg-theo trọng lượng khô	4719	5000	5146	5366	5478	5734	6105	
Phân tích cuối cùng	hàm lượng tro	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0	
	cacbon	50,7	52,2	53,4	56,0	57,2	60,0	63,9	
	hydro	5,5	5,6	5,7	5,5	5,4	5,2	5,2	
	oxy	42,7	41,2	40,0	37,5	36,4	33,9	29,5	
	nito	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	
	Lưu huỳnh dễ cháy	% trọng lượng-theo trọng lượng khô	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
Tổng hàm lượng lưu huỳnh	% trọng lượng-theo trọng lượng khô	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Lưu huỳnh không dễ cháy	% trọng lượng-theo trọng lượng khô	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Mật độ khối	g/cm³	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	0,91	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	

AD = trên cơ sở làm khô trong không khí

Các phân tích tiếp theo được tiến hành như được mô tả dưới đây đối với các nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được trong các ví dụ và các ví dụ so sánh nêu trên.

COD

Fig.1 thể hiện 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 dạng rắn tạo ra được nhúng vào trong nước. Mẫu nước để nhúng để xác định COD được chuẩn bị theo Thông báo của cơ quan môi trường Nhật bản số 13 “(A) a method for detecting a metal or the like contained in an industrial waste”, 1973, và COD được phân tích theo tiêu chuẩn JIS K0102(2010)-17.

Từ Fig.1, COD của ví dụ so sánh A (WP: nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được bằng cách chỉ đúc mà không trải qua bước gia nhiệt) là cao, nghĩa là xấp xỉ 1200ppm. Ngược lại, các trị số COD của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn đã được gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 230°C là nhỏ hơn 800ppm, cho thấy rằng sự rửa giải thành phần hắc ín là thấp. Do đó, thấy được rằng các nhiên liệu sinh khối dạng rắn của ví dụ A-1 đến A-6 là nhiên liệu có đặc tính xử lý tuyệt vời do sự rửa giải thành phần hắc ín là thấp ngay cả trong quá trình bảo quản ngoài trời. Các trị số COD của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 được gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 230°C giảm xuống khi nhiệt độ gia nhiệt trở nên càng cao. Điều này được cho là trị số COD giảm xuống do bay hơi hắc ín hoặc chất tương tự do gia nhiệt. Do đó, ngay cả trong trường hợp ở đó nhiệt độ gia nhiệt là thấp hơn 230°C, nghĩa là nhiệt độ gia nhiệt cao hơn hoặc bằng 150°C và thấp hơn 230°C, các trị số COD thấp hơn được mong đợi 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 trong nước ở tỷ lệ rắn-lỏng bằng 1:3, và trị số pH được đo. Fig.1 cho thấy rằng mặc dù quan sát được các giá trị hơi thấp đối với ví dụ A-2 và ví dụ A-3, các trị số pH xấp xỉ khoảng 6 trong tất cả các ví dụ A-1 đến A-6, cho thấy rằng không có sự thay đổi đặc biệt nào so với ví dụ so sánh A không được gia nhiệt. Do đó, thấy được rằng không có vấn đề gì đặc biệt xảy ra liên quan đến trị số pH của nước thải khi các ví dụ A-1 đến A-6 được bảo quản ngoài trời.

Khả năng nghiền

Fig.2 thể hiện 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 dạng rắn A thu được, đối với các nhiên liệu sinh khối dạng rắn trong ví dụ so sánh A và các ví dụ A-1 đến A-6.

Như có thể thấy rõ từ bảng 1 và Fig.2, các đặc tính được biến đổi bằng cách gia nhiệt trong các ví dụ A-1 đến A-6, và trị số HGI (dựa vào tiêu chuẩn JIS M 8801) là cao hơn trị số này của các ví dụ so sánh A (WP: nhiên liệu sinh khối dạng rắn không được gia nhiệt sau khi đúc). Trị số HGI thông thường đối với than (than bitum) bằng khoảng 50, và các đặc tính nghiền của các ví dụ A-1 đến A-6 gần bằng than và tốt hơn ví dụ so sánh A.

Tốc độ nghiền thể hiện trên 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 phần đi qua sàng có đường kính lỗ sàng 150 μ m sau khi nghiền mẫu với lượng 700cc bằng máy nghiền bi. Ở đây, phép đo được tiến hành bằng cách sử dụng máy nghiền bi theo tiêu chuẩn JIS M4002, trong đó các ổ bi loại thông thường như được xác định theo tiêu chuẩn JIS B1501 ($\Phi 36,5\text{mm} \times 43$ bi, $\Phi 30,2\text{mm} \times 67$ bi, $\Phi 24,4\text{mm} \times 10$ bi, $\Phi 19,1\text{mm} \times 71$ bi và $\Phi 15,9\text{mm} \times 94$ bi) được cho vào vật chứa hình trụ có đường kính trong bằng 305mm $\times$ chiều dài trục bằng 305mm và vật chứa này được quay ở tốc độ bằng 70 vòng/phút. Việc gia nhiệt cải thiện việc tốc độ nghiền, cụ thể là, việc gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 230°C làm tăng đáng kể tốc độ nghiền. Có thể cho rằng sự rửa giải và hóa rắn kết hợp với việc gia nhiệt các thành phần hữu cơ như hắc ín dẫn đến sự gia tăng độ cứng của nhiên liệu sinh khối dạng rắn và cải thiện hiệu quả nghiền. Do đó, ngay cả trong trường hợp ở đó nhiệt độ gia nhiệt cao hơn hoặc bằng 150°C và thấp hơn 230°C, sự cải thiện HGI và tốc độ nghiền được mong đợi so với các trị số của ví dụ so sánh A chưa được gia nhiệt.

Thử nghiệm tan rã

Bảng 2 thể hiện tỷ lệ phần trăm đi qua rây tích lũy của nhiên liệu sinh khối dạng rắn A sau khi tham gia 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 viên, thử nghiệm tan rã được tiến hành. 1kg mẫu được đóng gói vào túi chất dẻo và được để rơi 20 lần từ chiều cao bằng 8,6m, và được kiểm tra độ bền quay dựa vào tiêu chuẩn JIS Z 8841, để

đo sự phân bố kích thước hạt. Sự phân bố kích thước hạt tạo ra được thể hiện trên Fig.3. Ở đây, mẫu có sự phân bố kích thước hạt trong đó lượng hạt đi qua rây có đường kính lỗ rây 2mm là nhỏ hơn hoặc bằng 30% trọng lượng và lượng hạt đi qua rây có đường kính lỗ rây 0,5mm là nhỏ hơn hoặc bằng 15% trọng lượng, được xác định là mẫu có kích thước hạt có thể xử lý được trong quá trình bảo quản và quá trình tương tự. Các kết quả của bảng 2 và Fig.3 cho thấy rằng trong lúc kích thước hạt của mẫu sau thử nghiệm 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 được xử lý mà không gặp bất kỳ vấn đề gì.

Bảng 2

Lỗ sàng	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 trong nước

Bảng 3 và Fig.4 thể hiện các kết quả của thử nghiệm nhúng nước của các nhiên liệu sinh khối dạng rắn A. Các nhiên liệu rắn từ các ví dụ và ví dụ so sánh tương ứng được nhúng vào trong nước và lấy ra sau thời gian đã định thể hiện trong 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 trong nước, và không thể đo được hàm lượng ẩm của chất rắn. Ngược lại, trong 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 bằng 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 bằng 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 bằng khoảng 23% trọng lượng sau khoảng 100 giờ. Ngoài ra, trong nhiên liệu rắn của ví dụ A-6, hàm lượng ẩm đạt gần cân bằng sau khoảng 100 giờ, và hàm lượng ẩm cân bằng bằng khoảng 28% trọng lượng (mặc dù sự dao động là lớn hơn ở các ví dụ A-3 đến A-5, nhưng được cho là sự khác nhau về các nguyên liệu thô). Có thể cho rằng các kết quả này thu được do sự rửa giải và hóa rắn của các thành phần hữu cơ như hắc ín kết hợp với sự gia nhiệt làm cho bề mặt của nhiên liệu sinh khối dạng rắn kị nước, cho thấy rằng các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT) có các đặc tính có lợi làm nhiên liệu rắn thường được bảo quản 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 trong nước

Độ bền quay

Fig.5 cho thấy các kết quả của độ bền rắn được đo trước và sau khi nhúng trong nước (dựa vào phương pháp kiểm tra độ bền quay theo tiêu chuẩn JIS Z-

8841) đối với các ví dụ A-1 đến A-6 và ví dụ so sánh A. Như đã nêu trên, nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh A (WP) bị tan rã do nhúng trong 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 được hàm lượng ẩm cân bằng. Ở các ví dụ A-1 đến A-6 (PBT) đã trải qua bước gia nhiệt, độ bền gần như không giảm, và sự 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 rằng 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 trong 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 dựa vào biểu thức dưới đây theo tiêu chuẩn của ngành công nghiệp Mỹ ASAE S 269.4 và tiêu chuẩn công nghiệp Đức DIN EN 15210-1. Trong biểu thức này, m_0 là trọng lượng mẫu trước khi quay, m_1 là trọng lượng mẫu còn lại trên rây sau khi quay, trong đó rây được sử dụng là rây đĩa có các lỗ rây hình tròn với đường kính 3,15mm.

$$DU = (m_1/m_0) \times 100$$

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

Đặc tính cháy tự phát

Đặc tính cháy tự phát được đánh giá dựa vào “Thử nghiệm cháy tự phát” trong tài liệu “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 2cm³ nhiên liệu sinh khối dạng rắn của ví dụ A-2 (nhiệt độ gia nhiệt: 250°C) được để rơi xuống tấm cách điện vô cơ từ độ cao 1m, và xác định xem có sự bốc cháy trong quá trình rơi hoặc trong vòng 5 phút sau khi rơi hay không. Thử nghiệm này được thực hiện 6 lần. Do sự bốc cháy không xảy ra trong 6 lần thử nghiệm,

ví dụ A-2 (PBT) được xác định là không thuộc loại vật liệu độn I của Sổ tay hướng dẫn thử nghiệm và các tiêu chuẩn của Liên hợp quốc nêu trên.

Đặc tính tự gia nhiệt

Đặc tính tự gia nhiệt được đánh giá dựa vào “thử nghiệm tự cháy” trong tài liệu “Regulations for the Carriage and Storage of Dangerous Goods by Ship, 16th revised edition”. Nhiên liệu sinh khối dạng rắn của ví dụ A-2 (nhiệt độ gia nhiệt 250°C) được cho vào trong vật chứa mẫu (khối lập phương bằng lưới thép không gỉ có chiều dài cạnh bằng 10cm) và được tạo huyền phù bên trong lò ổn nhiệt ở nhiệt độ 140°C, và nhiệt độ của nguyên liệu được đo trong 24 giờ liên tục. Nguyên liệu có sự bốc cháy hoặc nhiệt độ tăng hơn 200 độ phát hiện được được xác định là nguyên liệu tự gia nhiệt, và tiếp tục được tham gia cùng một thử nghiệm bằng cách sử dụng vật chứa mẫu có chiều dài cạnh bằng 2,5cm và xác nhận xem có sự bốc cháy hoặc nhiệt độ tăng hơn 60 độ xuất hiện hay không. Dựa vào các kết quả thử nghiệm, ví dụ A-2 (PBT) được xác định là không thuộc loại 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 của phép 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 thiết bị đo diện tích bề mặt riêng/phân bố kích thước lỗ tự động (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 bằng 2 đến 6mm, cho vào trong vật chứa, và khử khí trong chân không trong 2 giờ ở 100°C dưới dạng xử lý sơ bộ. Khí nitơ được sử dụng làm khí hấp phụ. Từ Fig.7, diện tích bề mặt riêng BET gia tăng cùng với sự tăng nhiệt độ gia nhiệt, cho thấy rằng các lỗ phát triển cùng với sự 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 được sử dụng đối với diện tích bề mặt riêng BET. Thuật ngữ “lỗ” được ở đây nghĩa là lỗ có đường kính từ 2nm đến 100nm. Đường kính lỗ trung bình trở nên nhỏ hơn cùng với sự gia tăng nhiệt độ gia nhiệt như trong ví dụ A-2 và các ví dụ tiếp theo, cho thấy rằng một số lượng lớn các lỗ nhỏ hơn được tạo ra. Điều này được cho là do sự phân hủy xenluloza.

Sản lượng

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

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

Đặc tính cháy tự phát

Đặc tính cháy tự phát của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 được đo theo phương pháp sau. 1kg mẫu được cho vào vật chứa, và đặt trong lò ổn nhiệt ở 80°C. Không khí được thổi vào mẫu và nồng độ O₂, CO, và CO₂ trong khí tạo ra được đo. Lượng hấp phụ O₂, lượng CO hình thành, lượng CO₂ hình thành bằng cách gia nhiệt các mẫu được tính từ nồng độ trước và sau khi gia nhiệt, dựa vào biểu thức dưới đây (1) để tính chỉ số tự gia nhiệt (SCI: Self-Heating Index).

Chỉ số cháy tự phát (SCI) = {lượng hấp phụ O₂ × nhiệt hấp phụ 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 tỷ lệ H/C của nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 là như sau.

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) là như sau.

nhiệt hấp phụ O₂ 253 [kJ/mol] (cùng một trị số như nhiệt hấp phụ O₂ đối với than)

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 theo như trên, và tìm ra SCI=1,3. Ở đây, do các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn A gần với than đá, cùng một trị số như nhiệt hấp phụ trên than đá được sử dụng làm nhiệt hấp phụ O₂.

Bằng cách sử dụng cùng một phương pháp như được sử dụng để tính SCI trong ví dụ A-2, 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) được tính. Các kết quả tính được thể hiện trong Fig.11. Để so sánh, SCI của than bitum trong bảng 4 cũng được thể hiện trên Fig.11. Trục ngang của Fig.11 là hàm lượng ẩm của sản phẩm (trên cơ sở lượng đầu vào), và giá trị SCI của than bitum trên Fig.11 được tính với bốn mẫu được chuẩn bị bằng cách bổ sung nước vào than bitum thể hiện trong bảng 4 để tạo ra bốn mẫu có hàm lượng ẩm khác nhau.

Trị số SCI càng thấp thể hiện đặc tính cháy tự phát 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 được, thì các nhiên liệu sinh khối dạng rắn (PBT) theo sáng chế có SCI (chỉ số cháy tự phát) thấp hơn than bitum và do đó có cùng mức SCI (chỉ số cháy tự phát) như của than bitum có hàm lượng ẩm cao. Do đó, nhiên liệu sinh khối dạng rắn A (PBT) có thể được cho là nhiên liệu tốt có nguy cơ bốc cháy giảm trong quá trình xử lý.

Bảng 4

			than bitum
Phân tích gần đúng	hàm lượng ẩm	% trọng lượng (trên cơ sở làm khô trong không khí)	3,3
	hàm lượng tro		12,3
	chất dễ bay hơi		30,5
	cacbon cố định		53,9
năng suất tỏa nhiệt cao hơn		kcal/kg (trên cơ sở trọng lượng khô)	7135
phân tích cuối cùng	hàm lượng tro	% trọng lượng (trên cơ sở trọng lượng khô)	12,8
	cacbon		73,6
	hydro		4,5
	oxy		6,9
	nitơ		1,7
	lưu huỳnh dễ cháy		0,46

Ảnh bề mặt

Các Fig.12 đến Fig.14 là các ảnh mặt cắt ngang được chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) của các nhiên liệu rắn của ví dụ A-2 (PBT) trước và sau khi nhúng trong nước. Fig.12 là ảnh trước khi nhúng, Fig.13 là ảnh ở thời điểm 2 giây sau khi nhúng, và Fig.14 là ảnh ở thời điểm 20 giây sau khi nhúng. Tương tự, các Fig.15 đến Fig.17 là các ảnh mặt cắt ngang được chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) của các nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh A (WP) trước và sau khi nhúng trong nước. Fig.15 là ảnh trước khi nhúng, Fig.16 là ảnh ở thời điểm 2 giây sau khi nhúng, và Fig.17 là ảnh ở thời điểm 20 giây sau khi nhúng. Ở ví dụ A-2 và ví dụ so sánh A, mặt cắt ngang sau khi nhúng nghĩa là mặt cắt ngang thu được

bằng cách cắt nhiên liệu rắn sau 2 giây hoặc 20 giây sau khi nhúng. Ngoài ra, mỗi độ phóng đại và tỷ lệ được thể hiện ở phần cuối của các ảnh.

Khi so sánh các ảnh trước và sau khi nhúng trong nước, các lỗ mở rộng sau khi nhúng nước trong ví dụ so sánh A (các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.17). Cho rằng 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 mở rộng các lỗ (khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền). Do đó, cho rằng nước đi tiếp vào các lỗ đã mở rộng để tách sinh khối đã nghiền ra 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 (Fig.12 đến Fig. 14), các lỗ không mở rộng quá nhiều ngay cả sau khi nhúng trong nước, và sự thay đổi khi nhúng là nhỏ. Cho rằng trong ví dụ A-2, liên kết ngang rắn tạo ra giữa các hạt sinh khối đã nghiền bằng cách gia nhiệt, và sự hấp thụ nước trở nên khó khăn do tính kỵ nước được cải thiện, từ đó gây ra sự thay đổi nhỏ khi nhúng nước. Vì vậy, do sự liên kết hoặc kết dính giữa sinh khối mà đã được đập vụn được duy trì bởi liên kết ngang rắn ngay cả sau khi nhúng, sự tan rã như trong 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 trên Fig.4, các nhiên liệu sinh khối dạng rắn thu được trong đó sự tan rã được giảm thiểu khi gặp nước mưa và chất lỏng tương tự, và các đặc tính xử lý trong quá trình bảo quản ngoài trời được đảm bảo.

Ví dụ B

Ở các ví dụ B-1 đến B-4 (PBT) theo cách tương tự như Ví dụ A, ngoại trừ việc sử dụng gỗ cây 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 trong Bảng 5). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn b tạo ra (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 trong các ví dụ B-1 đến B-4 và ví dụ so sánh B, như trong ví dụ A. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ B), hàm lượng ẩm trong nhiên

liệu rắn B được cho là đã đạt cân bằng. Các phương pháp xác định các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn là giống như các phương pháp được mô tả trong ví dụ A nêu trên. Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi được mô tả trong bảng 6 được đo như sau.

Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi

Thời gian nghiền của mỗi nhiên liệu sinh khối dạng rắn B là 20 phút, và trọng lượng của mẫu đã nghiền đi qua rây có kích thước lỗ rây 150 μ m sau 20 phút được xác định là điểm nghiền. Ở đây, phép đo được tiến hành bằng cách sử dụng máy nghiền bi theo tiêu chuẩn JIS M4002, trong đó các ổ bi loại thông thường như được xác định theo tiêu chuẩn JIS B1501 (Φ 36,5mm $\times$ 43 bi, Φ 30,2mm $\times$ 67 bi, Φ 24,4mm $\times$ 10 bi, Φ 19,1mm $\times$ 71 bi và Φ 15,9mm $\times$ 94 bi) được cho vào vật chứa hình trụ có đường kính trong bằng 305mm $\times$ chiều dài trục bằng 305mm, và vật chứa này được quay ở tốc độ bằng 70 vòng/phút. Các trị số cao hơn cho thấy khả năng nghiền được cải thiện. Xác nhận rằng khi nhiệt độ gia nhiệt tăng lên, thì điểm nghiền sẽ tăng theo.

Ví dụ so sánh B tan rã ngay sau khi nhúng trong nước. Ngược lại, trong các ví dụ B-1, B-3 và B-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng trong nước (168 giờ), và chúng không tan rã. Vì vậy, do các dạng rắn được duy trì ngay cả sau khi nhúng, có thể đo được hàm lượng ẩm, và do đó việc tạo ra khả năng chống nước được xác nhận. Hơn nữa, khả năng nghiền được cải thiện so với ví dụ so sánh B, và COD cũng được giảm xuống. Xét về khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), nhiên liệu sinh khối dạng rắn của ví dụ B-3 là đặc biệt tốt, và xét về sản lượng, các nhiên liệu sinh khối dạng rắn của các ví dụ B-2 và B-3 thể hiện các đặc tính vật lý đặc biệt tốt.

Ngoài ra, cho rằng Ví dụ B-2 có khả năng chống nước và khả năng nghiền rất tốt dựa vào sự hình thành liên kết ngang rắn, và là nhiên liệu có COD giảm.

Ví dụ C

Ngoại trừ việc sử dụng gỗ 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ C-1 đến C-4: PBT). Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi được đo theo cách tương tự như trong ví dụ B nêu trên. Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn C tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Tương tự với ví dụ B, do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ C), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong 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 trong nước. Ngược lại, trong các ví dụ C-1 đến C-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng trong nước, và chúng không tan rã, cho thấy rằng khả năng chống nước được cải thiện. Ngoài ra, thấy được sự cải thiện khả năng nghiền và sự giảm COD. Xét về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ C-2, C-3 và C-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ C-1, C-2 và C-3 là tuyệt vời. Ở đây, mặc dù HGI của ví dụ C-1 là thấp hơn HGI của ví dụ so sánh C, điều này được cho là do sự khác nhau về 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

Ngoại trừ việc sử dụng hỗn hợp gồm (30% trọng lượng vỏ quả hạnh + 70% trọng lượng gỗ 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ D-1 đến D-4: PBT). Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi được đo theo cách tương tự như trong ví dụ B nêu trên. Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn D tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ D), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong 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 trong nước. Ngược lại, trong các ví dụ D-1 đến D-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì ngay cả sau khi nhúng trong nước, và chúng không tan rã, cho thấy rằng khả năng chống nước được cải thiện. Ngoài ra, cũng thấy được sự cải thiện khả năng nghiền và sự giảm COD. Xét về COD, các ví dụ D-2, D-3 và D-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ D-1, D-2 và D-3 thể hiện các đặc tính vật lý đặc biệt tốt.

Ví dụ E

Ngoại trừ việc sử dụng phần gỗ của cây keo làm nguyên liệu thô của sinh khối và đúc nó thành dạng viên nén, và ngoại trừ việc sử dụng lò hình ống có đường kính $\phi 70\text{mm}$ 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 (các ví dụ E-1 đến E-3: PBT). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn E tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ E), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong các ví dụ E-1 đến E-3 và ví dụ so sánh E. Trong ví dụ E, việc đo độ pH được tiến hành bằng cách nhúng các nhiên liệu rắn với tỷ lệ chất rắn-chất lỏng bằng 1:13. Ở đây, thời gian nhúng của ví dụ so sánh E trong bảng 6 là thời điểm khi độ pH được đo, có nghĩa là độ pH được đo ở thời điểm 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 trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ E-1 đến E-3, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Xét về khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ E-2 và E-3 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ E-1 và E-2 là tuyệt vời. Trong ví dụ E, phỏng đoán là liên kết ngang trong chất rắn được mô tả ở trên cũng được tạo ra ở PBT được gia nhiệt ở nhiệt độ từ 240 đến 270°C, và do đó khả năng chống nước, COD, và khả năng nghiền và đặc tính tương tự được cho là tuyệt vời. Trong lúc hiệu

suất nhiệt của ví dụ E-1 vượt quá 100%, điều này là do sự khác nhau về các nguyên liệu thô và sai số của phép đo.

Ví dụ F

Trừ việc sử dụng vỏ của 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ E (các ví dụ F-1 đến F-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn F tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ F), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong các ví dụ F-1 đến F-4 và ví dụ so sánh F. Trong ví dụ F, bước đo độ pH được tiến hành bằng cách nhúng các nhiên liệu rắn với tỷ lệ chất rắn-chất lỏng bằng 1:13. Ở đây, thời gian nhúng của ví dụ so sánh F trong bảng 6 là thời điểm khi độ pH được đo, có nghĩa là độ pH được đo ở thời điểm 96 giờ sau khi nhiên liệu rắn của ví dụ so sánh F được nhúng.

Ví dụ so sánh F bị tan rã một giờ sau khi nhúng trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ F-1 đến F-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Xét về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ F-2, F-3 và F-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ F-1, F-2 và F-3 là tuyệt vời.

Ví dụ G

Ngoại trừ việc sử dụng hỗn hợp gồm (70% trọng lượng vỏ quả hạnh + 30% trọng lượng vỏ quả óc chó), làm nguyên liệu thô của sinh khối, và ngoại trừ việc sử dụng lò hình ống có đường kính $\phi 70\text{mm}$ 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 (các ví dụ G-1 đến G-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn G tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong

nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (144 giờ trong ví dụ G), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong 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 trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ G-1 đến G-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Xét về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ G-2, G-3 và G-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ G-1, G-2 và G-3 là tuyệt vời. Trong lúc 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

Ngoại trừ việc sử dụng gỗ 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ H-1 đến H-4: PBT). Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi được đo theo cách tương tự như trong ví dụ B nêu trên. Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn H tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ H), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong 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 điểm khi độ pH được đo, có nghĩa là độ pH được đo ở thời điểm 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 trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ H-1 đến H-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Xét về COD, độ pH (hơi thấp) và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví

dự H-2, H-3 và H-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ H-1, H-2 và H-3 là tuyệt vời.

Ví dụ I

Trừ việc sử dụng EFB (chùm quả rỗng là phần còn lại của quá trình 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ I-1 đến I-4: PBT). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn I tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ I), hàm lượng ẩm được cho là đạt 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 trong các ví dụ I-1 đến I-4 và ví dụ so sánh I.

Độ bền cơ học trước và sau khi nhúng trong 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 đo bằng phương pháp dưới đây. 50g mẫu cho vào trong vật chứa có dung tích 1000cc được làm bằng polypropylen, và quay ở 60 vòng/phút trong 30 phút (tổng cộng 1800 lần quay) bằng cách sử dụng Mazemazeman (nhãn hiệu hàng hóa) SKH-15DT được sản xuất bởi MISUGI LTD. Mẫu sau khi quay được rây bằng rây có đường kính lỗ tròn bằng 3,15mm, và độ bền cơ học (DU) được tính bằng công thức dưới đây:

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

Trong biểu thức này, m0 là trọng lượng mẫu trước khi quay, m1 là trọng lượng mẫu còn lại trên rây sau khi quay.

Ví dụ so sánh I tan rã ngay sau khi nhúng trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ I-1 đến I-4, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Xét về COD và khả năng chống nước (hàm lượng ẩm sau khi nhúng), các ví dụ I-2, I-3 và I-4 là tuyệt vời, và xét về hiệu suất nhiệt, các ví dụ I-1, I-2 và I-3 là tuyệt vời.

Ví dụ J

Ngoại 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 trong bảng 5) theo cách tương tự như ví dụ A (các ví dụ J-1 và J-2: PBT). Bảng 5 và bảng 6 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn J tạo ra thu được sau bước gia nhiệt. Do các hàm lượng ẩm sau khi nhúng trong nước là hàm lượng ẩm sau khi nhúng trên 100 giờ (168 giờ trong ví dụ J), hàm lượng ẩm được cho là 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 trong 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 trong nước. Tuy nhiên, trong các ví dụ J-1 và J-2, sự liên kết hoặc kết dính giữa các hạt sinh khối đã nghiền được duy trì, và chúng không tan rã, cho thấy khả năng chống nước. Các kết quả tuyệt vời cũng thu được đối với COD.

Ví dụ K

Ngoại trừ việc sử dụng cây cao su làm nguyên liệu thô của sinh khối, và ngoại trừ việc sử dụng lò hình ống có $\phi 70\text{mm}$ 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 thể hiện các đặc tính của nhiên liệu sinh khối dạng rắn K tạo ra 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 trong các ví dụ và ví dụ so sánh.

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

Bảng 5

		Loài cây	Nhiệt độ gia nhiệt	Hiệu suất 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	%	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD		kcal/kg -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô				
Ví dụ so sánh B	WP	Cây thông đỏ châu Âu	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	11,5	77,4	0,15	4949	42,1	5,7	51,9	0,61	1,32	23	1,0
Ví dụ B-1			230	94,7	98,1	12,8	78,7	0,16	5125	41,0	5,8	52,8	0,58	1,32	40	1,7
Ví dụ B-2	PBT		250	87,8	94,2	16,2	77,2	0,21	5310	39,1	5,8	54,8	0,54	1,27	40	1,7
Ví dụ B-3			270	81,4	89,2	18,3	75,7	0,24	5425	37,8	5,7	56,1	0,51	1,22	43	1,9
Ví dụ B-4			300	52,7	70,5	44,2	50,0	0,88	6618	24,6	5,0	68,7	0,27	0,87	48	2,1
Ví dụ so sánh C	WP	cây hành cỏ thụ	25	100,0	100,0	18,4	63,8	0,29	4539	40,2	5,1	47,5	0,63	1,29	24	1,0
Ví dụ C-1			230	90,0	96,1	21,8	64,1	0,34	4847	36,5	5,1	51,2	0,53	1,20	22	0,9
Ví dụ C-2	PBT		250	82,4	91,8	24,9	61,7	0,40	5059	33,9	5,0	53,4	0,48	1,12	25	1,0
Ví dụ C-3			270	75,6	88,2	28,8	57,7	0,50	5295	31,2	4,9	55,8	0,42	1,05	30	1,3
Ví dụ C-4			300	59,2	77,8	39,1	47,6	0,82	5968	25,2	4,6	62,1	0,30	0,89	47	2,0

Ví dụ so sánh D	WP	30% trồng lượng vỏ quả hạnh + 70% trồng lượng cây hành cỏ thụ	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	17,3	65,5	0,26	4535	40,4	5,0	47,8	0,63	1,26	31	1,0
Ví dụ D-1	PBT		230	89,5	96,2	21,9	64,4	0,34	4875	36,8	5,1	51,5	0,54	1,19	26	0,8
Ví dụ D-2			250	81,1	91,5	25,6	61,8	0,41	5119	34,4	4,9	54,2	0,48	1,08	30	1,0
Ví dụ D-3			270	74,1	87,6	29,1	58,0	0,50	5361	31,6	4,8	56,6	0,42	1,02	30	1,0
Ví dụ D-4	WP	cây keo	300	56,0	75,9	42,8	43,7	0,98	6143	23,0	4,4	64,3	0,27	0,82	50	1,6
Ví dụ so sánh E			chưa gia nhiệt	100,0	100,0	12,6	76,1	0,17	4623	44,1	5,6	49,8	0,66	1,35	-	-
Ví dụ E-1			230	98,2	100,3	12,8	78,4	0,16	4721	42,9	5,5	51,0	0,63	1,29	-	-
Ví dụ E-2			270	87,8	95,1	16,0	74,8	0,21	5005	41,0	5,4	53,0	0,58	1,22	-	-
Ví dụ E-3	WP	vỏ của cây keo	300	78,2	90,2	21,2	70,6	0,30	5331	38,2	5,3	55,8	0,51	1,14	-	-
Ví dụ so sánh F			chưa gia nhiệt	100,0	100,0	25,6	60,3	0,42	4994	39,4	5,3	51,5	0,57	1,23	-	-
Ví dụ F-1			230	93,9	99,1	27,5	60,9	0,45	5272	35,4	5,2	55,3	0,48	1,13	-	-
Ví dụ F-2			250	89,1	97,0	30,5	58,9	0,52	5439	33,6	5,0	57,1	0,44	1,05	-	-
Ví dụ F-3	PBT		270	84,5	95,3	33,5	56,7	0,59	5635	31,7	4,9	59,1	0,40	0,99	-	-
Ví dụ F-4			300	77,5	90,6	36,6	53,5	0,68	5835	29,5	4,7	61,3	0,36	0,92	-	-

Bảng 5 (tiếp theo)

		Loài cây	Nhiệt độ gia nhiệt	Hiệu suất 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	%	% trọng lượng -AD	% trọng lượng -AD		kcal/kg -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô	% trọng lượng -theo trọng lượng khô				
Ví dụ so sánh G	WP	70% trọng lượng vỏ quả hành + 30% trọng lượng vỏ quả óc chó	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	17,7	67,1	0,26	4603	41,8	5,2	48,5	0,65	1,29	17	1,0
Ví dụ G-1	PBT		230	91,0	96,2	20,0	67,4	0,30	4867	40,0	5,3	51,0	0,59	1,25	-	-
Ví dụ G-2			250	86,5	101,0	27,8	61,1	0,45	5372	33,7	5,2	56,2	0,45	1,11	22	1,3
Ví dụ G-3			270	80,1	92,2	26,4	62,9	0,42	5298	35,4	5,2	55,4	0,48	1,13	-	-
Ví dụ G-4			300	67,0	82,3	32,3	56,7	0,57	5654	31,3	5,1	59,1	0,40	1,04	-	-

Ví dụ so sánh H	WP	Hạt cây cọ sagu	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	16,3	68,2	0,24	4403	43,4	5,2	47,0	0,69	1,33	20	1,0
Ví dụ H-1	PBT		230	76,6	86,8	27,5	60,5	0,45	4989	37,1	4,9	53,5	0,52	1,10	38	1,9
Ví dụ H-2			250	71,1	83,2	30,8	57,1	0,54	5152	35,3	4,8	55,2	0,48	1,04	37	1,9
Ví dụ H-3			270	63,3	78,1	35,8	51,1	0,70	5436	31,3	4,5	58,5	0,40	0,92	34	1,7
Ví dụ H-4			300	48,0	68,9	48,5	36,9	1,31	6317	21,7	4,0	67,3	0,24	0,71	46	2,3
Ví dụ so sánh I	WP	EFB	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	16,5	67,6	0,24	4463	41,7	5,1	47,3	0,66	1,29	-	-
Ví dụ I-1	PBT		230	81,3	90,1	22,6	65,2	0,35	4946	37,7	5,2	51,4	0,55	1,21	-	-
Ví dụ I-2			250	71,4	83,6	27,0	60,2	0,45	5228	34,6	5,1	54,0	0,48	1,13	-	-
Ví dụ I-3			270	52,0	73,4	40,3	45,3	0,89	6303	24,0	4,8	62,7	0,29	0,92	-	-
Ví dụ I-4			300	40,3	58,1	51,0	32,1	1,59	6430	17,7	4,0	67,7	0,20	0,71	-	-
Ví dụ so sánh J	WP	Gỗ meranti	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	13,6	74,8	0,18	4793	42,1	5,2	51,4	0,61	1,21	-	-
Ví dụ J-1	PBT		250	87,7	95,4	20,2	72,9	0,28	5213	39,3	5,3	54,3	0,54	1,17	-	-
Ví dụ J-2			270	78,8	89,6	24,7	68,7	0,36	5451	36,4	5,2	57,2	0,48	1,09	-	-
Ví dụ so sánh K	WP	Cây cao su	chưa gia nhiệt	100,0	100,0	12,9	74,1	0,17	4461							
Ví dụ K-1	PBT		270	87,6	94,7	17,7	71,2	0,25	4822	39,7	5,2	50,6	0,59	1,23		

Trong bảng này, HHV có nghĩa là hiệu suất nhiệt cao hơn dựa trên trọng lượng khô

Bảng 6

Trước khi nhúng trong nước										Sau khi nhúng trong nước					
		Khả năng nghiên bằng máy nghiên bi	Kích thước ban đầu	Độ bền cơ học (DU) (trước khi nhúng trong nước)	Mật độ khối	Tỷ lệ mật độ khối	Diện tích bề mặt riêng BET	Đường kính lỗ trung bình	Tổng thể tích lỗ	COD	Thời gian nhúng	Kích thước	Độ pH	Hàm lượng ẩm	Độ bền cơ học (DU)
		Điểm	mm	%	kg/l		m ² /g	mm	cm ³ /g	mg/l	Giờ	mm		% trọng lượng	%
Ví dụ so sánh B	WP	19,4	φ8,1	96,9	0,70	1,00	0,290	28,9	0,00210	1100	-	-	-	-	-
Ví dụ B-1	PBT	50,2	φ8,0	97,7	0,67	0,96	0,374	24,9	0,00233	710	168	φ9,2	4,65	35,6	95,8
Ví dụ B-2															
Ví dụ B-3		85,8	φ7,8	96,9	0,64	0,91	0,392	22,2	0,00218	560	168	φ8,0	4,60	22,1	96,5
Ví dụ B-4		-	φ6,9	90,8			0,558	19,5	0,00272	42	168	φ7,0	7,68	31,1	91,9
Ví dụ so sánh C	WP	5,0	φ8,6	83,5	0,47	1,00	0,215	23,3	0,00125	2700	-	-	-	-	-
Ví dụ C-1	PBT	20,7	φ8,3	83,0	0,44	0,93	0,261	14,8	0,000969	1900	168	φ8,9	5,57	40,7	81,8
Ví dụ C-2		29,1	φ8,2	78,9	0,42	0,89	0,301	18,2	0,00137	1200	168	φ8,7	5,96	39,5	79,5
Ví dụ C-3		63,8	φ7,9	76,4	0,40	0,85	0,386	20,6	0,00199	630	168	φ8,4	6,87	36,5	80,7
Ví dụ C-4		-	φ7,8	65,0			0,628	30,9	0,00485	210	168	φ7,8	8,29	37,1	66,3

Ví dụ so sánh D	WP	6,9	φ8,6	89,1	0,62	1,00	0,268	24,5	0,00164	3000	-	-	-	-	
Ví dụ D-1	PBT	32,5	φ8,0	87,5	0,59	0,95	0,320	22,6	0,00181	1900	168	φ8,7	5,94	33,2	86,4
Ví dụ D-2		60,3	φ7,8	84,7	0,56	0,90	0,357	24,0	0,00214	980	168	φ8,0	6,01	30,7	86,8
Ví dụ D-3		74,8	φ7,5	83,1	0,53	0,86	0,402	21,3	0,00214	480	168	φ8,0	6,72	25,7	87,6
Ví dụ D-4	WP	-	φ7,2	70,0			0,672	21,0	0,00352	150	168	φ7,3	8,30	27,1	75,4
Ví dụ so sánh E		-	φ20,1 x H14,5	-			0,550	21,1	0,00290	1000	96	Tan rã	5,51	-	-
Ví dụ E-1		-	φ20,2 x H17,1	-			0,567	16,5	0,00234	810	168	φ20,7 x H24,0	6,48	53,0	-
Ví dụ E-2	PBT	-	φ20,2 x H16,2	-			0,632	20,5	0,00324	540	168	φ20,5 x H18,0	7,37	33,0	-
Ví dụ E-3		-	φ20,0 x H15,0	-			0,709	19,6	0,00347	300	168	φ20,2 x H16,8	7,92	25,4	-

Bảng 6 (tiếp theo)

Trước khi nhúng trong nước															Sau khi nhúng trong nước				
		Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi	Kích thước bàn đầu	Độ bền cơ học (DU) (trước khi nhúng trong nước)	Mật độ khối	Tỷ lệ mật độ khối	Diện tích bề mặt riêng BET	Đường kính lỗ trung bình	Tổng thể tích lỗ	COD	Thời gian nhúng	Kích thước	Độ pH	Hàm lượng ẩm	Độ bền cơ học (DU)				
		Điểm	mm	%	kg/l		m ² /g	mm	cm ³ /g	mg/l	Giờ	mm		% trọng lượng	%				
Ví dụ so sánh F	WP	-	φ20,1 x H13,0	-			0,431	30,3	0,00327	10000	96	Tan rã	4,88	-	-				
Ví dụ F-1		-	φ19,9 x H14,9	-			0,442	28,1	0,00311	1600	168	φ20,7 x H17,1	6,59	38,3	-				
Ví dụ F-2		-	φ20,0 x H14,5	-			0,442	31,6	0,00349	890	240	φ20,2 x H15,0	7,32	34,7	-				
Ví dụ F-3	PBT	-	φ20,0 x H14,0	-			0,414	18,2	0,00189	480	264	φ20,2 x H18,5	7,89	32,6	-				
Ví dụ F-4		-	φ20,0 x H14,0	-			0,462	19,9	0,00230	270	168	φ20,1 x H14,2	7,50	27,3	-				

Ví dụ so sánh G	WP	-	φ8,0	90,5			0,188	17,2	0,000809	4000	-	-	-	-	
Ví dụ G-1	PBT	-	φ8,0	-			0,228	12,3	0,00070	1800	168	φ8,7	6,54	32,6	-
		-	φ7,6	-			0,261	12,0	0,00078	1100	144	φ8,1	6,55	31,1	-
Ví dụ G-2		-	φ7,5	-			0,248	11,4	0,00071	1100	168	φ8,1	7,01	29,2	-
Ví dụ G-3	PBT	-	φ7,2	-			0,284	13,5	0,00096	510	168	φ7,5	7,05	29,5	-
Ví dụ G-4		-													
Ví dụ so sánh H	WP	9,8	φ8,1	99,1	0,68	1,00	0,175	30,1	0,00132	2400	24	Tan rã	4,01	-	-
		96,5	φ7,3	92,9	0,62	0,91	0,201	26,3	0,00132	1300	168		φ7,8	4,52	23,0
Ví dụ H-1		97,8	φ7,2	92,7	0,61	0,89	0,191	25,4	0,00122	590	168		φ7,7	5,23	24,0
Ví dụ H-2	PBT	99,1	φ7,3	92,2	0,57	0,83	0,205	17,7	0,00090	310	168	φ7,2	6,78	25,7	93,9
Ví dụ H-3		99,4	φ6,9	86,3	0,51	0,75	0,276	15,3	0,00105	130	168	φ7,0	7,91	27,5	86,4

Ví dụ so sánh I	WP	4,4	φ7,9	96,1	0,69	1,00	0,288	35,2	0,00253	2400	-	Tan rã	-	-	-
Ví dụ 1-1	PBT	78,9	φ7,7	93,2	0,62	0,90	0,396	25,9	0,00256	2300	168	φ7,9	6,91	28,5	93,5
Ví dụ 1-2		86,6	φ7,4	92,7	0,58	0,84	0,374	24,0	0,00224	1500	168	φ7,7	7,15	27,7	93,4
Ví dụ 1-3		98,9	φ7,2	75,5	0,51	0,74	0,438	20,9	0,00229	740	168	φ7,1	8,04	29,8	82,9
Ví dụ 1-4	WP	-	φ6,5	67,7	0,51	0,74	0,521	17,6	0,00230	200	168	φ6,6	9,10	32,7	78,9
Ví dụ so sánh J		17,5	φ7,8	98,3	0,63	1,00				340	-	Tan rã	-	-	-
Ví dụ J-1		84,5	φ7,6	96,6	0,60	0,95				260	168	φ8,0	5,22	20,9	
Ví dụ J-2	PBT	97,3	φ7,4	94,6	0,56	0,89				170	168	φ7,8	5,37	22,1	

Sự phân bố hấp thụ nước

Để so sánh khả năng chống nước của PAT và PBT, sự phân bố natri của các nhiên liệu sinh khối dạng 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 là gỗ cây thông đỏ châu Âu ở 250°C và đúc thành viên có đường kính bằng 6mm được sử dụng. Về mẫu PBT, nhiên liệu rắn (nhiên liệu rắn B) thu được bằng cách đúc nguyên liệu thô là gỗ cây thông đỏ châu Âu thành viên có đường kính bằng 6mm và gia nhiệt nó ở 250°C. PBT và PAT được nhúng trong dung dịch nước muối 0,9% trọng lượng trong 5 ngày. Kết quả là, theo Fig.24 cho thấy hình dạng bên ngoài của viên, PBT duy trì được dạng viên của nó (Fig.24, bên trái), trong khi đó PAT tan rã ở mức độ lớn (Fig.24, bên phải). Hơn nữa, đối với mỗi PAT và PBT, các mẫu trước và sau khi nhúng trong dung dịch nước muối 0,9% trọng lượng trong 5 ngày được phân tích ở bề mặt cắt ngang của chúng bằng phép phân tích có sử dụng thiết bị vi phân tích bằng đầu dò điện tử (EPMA: Electron Probe MicroAnalyser), để so sánh sự phân bố Na. Ở PBT, sự phân bố Na còn lại ở bề mặt của viên và không thấm vào phía bên trong, trong khi đó, ở PAT, Na được phân bố rộng rãi vào phía bên trong (xem Fig.25). Điều này có nghĩa là sự thấm của dung dịch nước muối ở PBT nhỏ hơn ở PAT. Từ kết quả này, cho rằng ở PBT, sự phân hủy sản phẩm do nhiệt của các thành phần đã chiết tạo ra liên kết ngang rắn trong khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền cạnh nhau và trở nên kị nước để ngăn chặn sự thấm của nước, trong khi đó, ở PAT, do nước có thể thấm vào trong khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền, nước thấm vào phía bên trong của viên và làm giãn nở khoảng trống giữa các hạt sinh khối đã nghiền, dẫn đến sự tan rã.

Hệ số giãn nở trước và sau khi nhúng trong nước

Chiều dài của các viên nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 và A-3 trước và sau khi nhúng trong 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 (được sản xuất bởi Mitutoyo: CD-15CX, độ chính xác lặp lại bằng 0,01mm và số thập phân thứ hai được làm tròn) và chiều dài của các viên giống nhau sau 72 giờ nhúng trong nước được đo lần nữa bằng thước cặp điện tử. Trong trường hợp phần đầu của viên bị vát chéo trước và/hoặc sau khi nhúng, chiều dài tới phần đầu xa nhất được đo. Bảng 7 thể hiện các kết quả của phép đo. Như được thể hiện trong 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		Hệ số giãn nở 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 của các viên nhiên liệu rắn của các ví dụ A-1 đến A-6 trước và sau khi nhúng trong nước được đo bằng cùng một thước cặp điện tử như vậy và cùng một phương pháp như đối với bảng 7. Bảng 8 thể hiện các kết quả đo. Trị số đo được của đường kính viên là các trị số trung bình của mười mẫu ngẫu nhiên được chọn tương ứng từ các ví dụ A-1 đến A-6.

Bảng 8

	Trước khi nhúng trong nước	Sau khi nhúng trong nước		Hệ số giãn nở đường kính $\{(\phi_2 - \phi_1) / \phi_1\} \times 100\%$
	Kích thước ϕ_1 ban đầu (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 rằng nhiệt độ càng cao ở bước gia nhiệt tạo ra hệ số giãn nở càng thấp. Sự giãn nở được cho là bị ngăn chặn bởi sự hình thành liên kết rắn do gia nhiệt. Trong lúc hệ số giãn nở đường kính của bảng 8 là lớn hơn hệ số giãn nở chiều dài của bảng 7, điều này được cho là do thời gian nhúng dài hơn trong bảng 7, và cũng do ví dụ A ở dạng viên đã kết lại thành khối chủ yếu theo hướng xuyên tâm và do đó sự giãn nở theo hướng xuyên tâm trở nên lớn. Lưu ý rằng trong bảng 8, hệ số giãn nở đường kính vẫn nhỏ hơn hoặc bằng 10 % ngay cả trong ví dụ A-1 mà có hệ số giãn nở lớn nhất. Trong ví dụ A, hệ số giãn nở đường kính và chiều dài tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 7%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 133%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 123%.

Trong lúc Bảng 7 và Bảng 8 thể hiện các hệ số giãn nở của ví dụ A, các hệ số giãn nở của các ví dụ B đến J sẽ được tính dựa trên bảng 6. Hệ số giãn nở được tính bằng cách sử dụng biểu thức (2) dưới đây được sử dụng đối với ví dụ A.

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

Ví dụ B ở dạng viên, và do đó hệ số giãn nở đường kính được tính dựa trên biểu thức (2) bằng cách sử dụng đường kính viên trước khi nhúng (kích thước ban đầu trong bảng 6) và đường kính viên sau khi nhúng (kích thước sau khi nhúng trong bảng 6), và kết quả là nhỏ hơn hoặc bằng 15% (lưu ý rằng biểu thức (2) được sử dụng để tính hệ số giãn nở đường kính đối với ví dụ B sau đó). Do hệ số giãn nở chiều dài < hệ số giãn nở đường kính có thể được ước lượng đối với dạng viên như trong ví dụ A, hệ số giãn nở chiều dài trong ví dụ B có thể được cho là lên đến nhỏ hơn hoặc bằng 15%. Sau đó, hệ số giãn nở thể tích được tính là nhỏ hơn hoặc bằng 152% (thể tích sau khi nhúng so với thể tích 100% thể tích trước khi nhúng; và điều này áp dụng tương tự cho các ví dụ C và về sau dưới đây). Trong ví dụ B, hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 20%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 173%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 133%.

Ví dụ C cũng là ở dạng viên, hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng là nhỏ hơn hoặc bằng 7,2%, và hệ số giãn nở chiều dài được cho rằng lớn nhất là 7,2%; và do đó hệ số giãn nở thể tích nhỏ hơn hoặc bằng 123% (hệ số giãn nở thể tích của viên trong các ví dụ dưới đây sẽ được tính theo cùng một cách). Trong ví dụ C, hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 13%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 7%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 144%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 123%.

Trong ví dụ D (ở dạng viên), hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng bằng 8,8%, và hệ số giãn nở thể tích theo đó là nhỏ hơn hoặc bằng 129%. Trong ví dụ D, hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 8%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 133%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 126%.

Ví dụ E ở dạng viên nén, hệ số giãn nở đường kính (φ) là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5%, hệ số giãn nở chiều cao (H) là nhỏ hơn hoặc bằng 40%, và hệ số giãn nở thể tích là nhỏ hơn hoặc bằng 147%. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 2,3%. Hệ số giãn nở chiều cao tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 50%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 20%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 165%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 126%.

Ở ví dụ F (ở dạng viên nén), hệ số giãn nở đường kính là nhỏ hơn hoặc bằng 4,0%, hệ số giãn nở chiều cao là nhỏ hơn hoặc bằng 15%, và hệ số giãn nở thể tích là nhỏ hơn hoặc bằng 124%. Ở đây, chiều 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. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 3%. Hệ số giãn nở chiều cao tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 40%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 154%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 117%.

Trong ví dụ G (ở dạng viên), hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng là nhỏ hơn hoặc bằng 8,8%, và hệ số giãn nở thể tích theo đó nhỏ hơn hoặc bằng 129%. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 8%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 133%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 126%.

Trong ví dụ H (ở dạng viên), hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng là nhỏ hơn hoặc bằng 6,9%, và hệ số giãn nở thể tích theo đó là nhỏ hơn hoặc bằng 122%. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 7%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 133%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 123%.

Trong ví dụ I (ở dạng viên), hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng là nhỏ hơn hoặc bằng 4,1%, và hệ số giãn nở thể tích theo đó là nhỏ hơn hoặc bằng 113%. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 5%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 133%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 116%.

Trong ví dụ J (ở dạng viên), hệ số giãn nở đường kính trước và sau khi nhúng là nhỏ hơn hoặc bằng 5,4%, và hệ số giãn nở thể tích theo đó là nhỏ hơn hoặc bằng 117%. Hệ số giãn nở đường kính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 20%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Hệ số giãn nở thể tích tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 173%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 133%.

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

Đối với mỗi nguyên liệu thô của cây cao su, cây keo, và meranti, PBT được tạo ra và thử nghiệm riêng rẽ. Các kết quả thử nghiệm được thể hiện trong các bảng 9 và 10 dưới đây. Trong các kết quả thử nghiệm trong các bảng 9 và 10, cây cao su được mô tả là ví dụ a, cây keo là ví dụ b, và meranti là ví dụ c.

Bảng 9

Loại cây dùng làm nguyên liệu thô	Đặc tính	Hình dạng	Nhiệt độ gia nhiệt	Hiệu suất rắn	Hiệu suất nhiệt	Thiết bị gia nhiệt	FC	VM	Tỷ lệ nhiên liệu	HHV	O	H	C	O/C	H/C	HGI	Tỷ lệ HGI
	Đơn vị Ví dụ		°C	(theo trọng lượng khô) %	%		% trọng lượng-AD	% trọng lượng-AD	FC/VM	kcal/kg- theo trọng lượng khô	% trọng lượng- theo trọng lượng khô	% trọng lượng- theo trọng lượng khô	% trọng lượng- theo trọng lượng khô				
Cây cao su (ví dụ a)	Ví dụ so sánh a	Viên Φ8	25	100,0	100,0	-	13,0	74,3	0,17	4613	43,6	5,6	48,4	0,68	1,39	18	1,00
	Ví dụ a1		230	94,2	67,1	Mẻ Φ600	15,4	74,9	0,21	4777	42,5	5,7	49,7	0,64	1,38	35	1,94
	Ví dụ a2		250	82,4	62,5	Mẻ Φ600	20,3	71,2	0,29	5081	39,1	5,7	53,0	0,55	1,29	45	2,50
	Ví dụ a3		270	71,6	57,5	Mẻ Φ600	25,8	65,8	0,39	5385	35,9	5,6	56,1	0,48	1,20	49	2,72
	Ví dụ a4		300	43,1	43,1	Mẻ Φ600	50,3	41,3	1,22	6702	21,3	4,8	70,2	0,23	0,82	65	3,61

Cây keo (ví dụ b)	Ví dụ so sánh b	Viên Φ8	25	100,0	100,0	-	14,8	72,7	0,20	4780	42,3	5,5	50,2	0,63	1,31	18	1,00
	Ví dụ b1		230	94,0	73,2	Mẻ Φ600	16,5	74,5	0,22	5000	40,8	5,5	52,0	0,59	1,27	43	2,39
	Ví dụ b2		250	85,7	69,8	Mẻ Φ600	20,2	72,1	0,28	5225	38,2	5,5	54,6	0,52	1,21	52	2,89
	Ví dụ b3		270	77,1	65,8	Mẻ Φ600	24,3	68,9	0,35	5477	36,0	5,5	56,7	0,48	1,16	55	3,06
	Ví dụ b4		300	53,3	53,3	Mẻ Φ600	42,1	51,2	0,82	6417	25,7	5,1	66,8	0,29	0,92	62	3,44
Cây meranti (ví dụ c)	Ví dụ so sánh c	Viên Φ8	25	100,0	100,0	-	13,7	74,3	0,18	4759	42,2	5,5	50,6	0,63	1,30	23	1,00
	Ví dụ c1		230	95,0	75,7	Mẻ Φ600	16,0	74,7	0,21	4978	40,8	5,6	51,8	0,59	1,30	33	1,43
	Ví dụ c2		250	87,0	71,8	Mẻ Φ600	19,1	72,6	0,26	5156	38,6	5,7	54,0	0,54	1,27	41	1,78
	Ví dụ c3		270	78,8	68,1	Mẻ Φ600	23,4	68,3	0,34	5398	36,2	5,5	56,5	0,48	1,17	55	2,39
	Ví dụ c4		300	56,4	56,4	Mẻ Φ600	40,0	51,9	0,77	6247	27,0	5,1	65,4	0,31	0,94	66	2,87

AD = trên cơ sở làm khô trong không khí

Bảng 10

	Trước khi nhúng trong nước										Sau khi nhúng trong nước									
Loại cây dùng làm nguyên liệu thô	Đặc tính	Khả năng nghiền bằng máy nghiền bi	Kích thước ban đầu		Độ bền cơ học (DU)	Mật độ khối	Tỷ lệ mật độ khối	Diện tích bề mặt riêng BET	Đường kính lỗ trung bình	Thể tích lỗ trung bình	COD	Thời gian	Đường kính (φ2)	Chiều dài (L2)	Hệ số giãn nở đường kính	Hệ số giãn nở chiều dài	Độ pH	Hàm lượng ẩm 168 giờ	Độ bền cơ học (DU)	
Cây cao su (Ví dụ a)	Đơn vị	Điểm	mm	mm	%	kg/l			m ² /g	mm	cm ³ /g	mg/l	h	mm	mm	%	%	-	-	-
	Ví dụ																			
	Ví dụ so sánh a																			
	Ví dụ a1																			
	Ví dụ a2																			
Ví dụ a3	96,1	8,4	28,146	91,6	560	0,9	0,481	17,5	0,00210	460	168	8,7	28,3	3,2	0,5	5,76	30,6	92,3		
Ví dụ a4	99,0	7,8	28,518	78,3	429	0,7	0,715	16,2	0,00290	110	168	7,9	29,2	1,8	2,5	7,74	20,5	83,0		

43522

Cây keo (Vĩ dụ b)	Vĩ dụ so sánh b	5,3	8,1	22,393	98,3	723	1,0	0,313	24,0	0,00188	310	168	tan rã				-	-	-
	Vĩ dụ b1	25,8	7,9	25,052	97,2	684	0,9	0,378	22,4	0,00212	400	168	8,6	25,7	9,1	2,7	4,77	24,0	96,2
	Vĩ dụ b2	72,9	7,7	22,942	95,2	656	0,9	0,412	20,5	0,00211	300	168	8,0	23,2	4,1	1,2	4,95	21,1	96,1
	Vĩ dụ b3	96,1	7,5	22,740	93,2	610	0,8	0,464	19,4	0,00225	200	168	7,7	23,5	3,3	3,5	5,29	21,3	94,6
	Vĩ dụ b4	98,8	7,0	20,181	84,5	495	0,7	0,552	17,9	0,00246	47	168	7,1	20,5	1,3	1,7	6,47	19,2	86,7
Cây meranti (Vĩ dụ c)	Vĩ dụ so sánh c	19,6	8,1	22,568	98,1	776	1,0	0,296	26,4	0,00195	560	tan rã				-	-	-	
	Vĩ dụ c1	51,9	8,0	31,308	97,2	737	0,9	0,330	28,6	0,00236	460	168	8,8	32,9	9,5	5,0	5,06	25,3	92,5
	Vĩ dụ c2	90,0	7,9	32,106	96,2	703	0,9	0,351	28,5	0,00251	250	168	8,2	32,6	3,8	1,4	5,40	19,5	96,4
	Vĩ dụ c3	97,8	7,8	28,416	94,5	661	0,9	0,352	26,3	0,00231	120	168	8,0	28,6	2,6	0,7	5,69	17,9	96,0
	Vĩ dụ c4	99,2	7,2	24,567	88,0	558	0,7	0,406	23	0,00233	43	168	7,4	24,8	2,7	1,0	5,85	16,8	90,1

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 Lò cacbon hóa
- 2 Băng tải rung
- 11 Nhiệt kế
- 21 Bộ phận phân loại (phương tiện phân loại)
- 22 Bộ phận làm nguội (phương tiện làm nguội)
- 22a Bộ phận phun (phương tiện phun nước)
- 22b Đĩa phẳng
- 24 Bộ phận tách
- 30 Bộ phận kiểm soát (phương tiện kiểm soát)
- 100 Bước sản xuất nhiên liệu
- 110 Bước nghiền
- 120 Bước đúc
- 130 Bước gia nhiệt
- 200 Bước phân loại
- 300 Bước làm nguội
- 402 Hệ thống
- 403A Thiết bị sàng rung
- 403B Băng tải rung làm nguội
- 421 Bộ phận phân loại
- 421a Sàng
- 421b Cửa ra
- 422 Bộ phận làm nguội
- 422a Bộ phận phun nước
- 422b Đĩa phẳng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị sản xuất carbua, bao gồm:

lò quay để thu sinh khối cacbon hóa bằng cách cacbon hóa sinh khối đã đúc ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 400°C,

phương tiện phân loại, được bố trí ở phía sau lò quay, để phân loại sinh khối đã cacbon hóa, và

phương tiện làm nguội, được bố trí ở phía sau phương tiện phân loại, để làm nguội sinh khối cacbon hóa đã phân loại,

trong đó sinh khối đã đúc được thu bằng cách đúc sinh khối thô đã nghiền,

phương tiện làm nguội làm nguội sinh khối cacbon hóa bằng cách phun nước lên sinh khối này, và

sự cacbon hóa là sự phân giải nhiệt.

2. Thiết bị sản xuất carbua theo điểm 1, trong đó

phương tiện làm nguội bao gồm đĩa phẳng rung và bộ phận phun để phun nước lên đĩa phẳng,

trong đó đĩa phẳng là đĩa kim loại hoặc đĩa nhựa, và sinh khối cacbon hóa được vận chuyển bằng cách rung.

3. Thiết bị sản xuất carbua theo điểm 1 hoặc 2, còn bao gồm:

nhiệt kế để đo nhiệt độ ở cửa ra của lò quay, và

phương tiện điều khiển để dừng phương tiện phun nếu nhiệt độ được đo bởi nhiệt kế là bằng hoặc thấp hơn giá trị định trước.

4. Thiết bị sản xuất carbua theo điểm 3, trong đó nhiệt kế có thể đo trực tiếp nhiệt độ của sinh khối cacbon hóa.

5. Thiết bị sản xuất carbua theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, còn bao gồm bộ phận tách để phân tách phương tiện phân loại và phương tiện làm nguội.

1/14

Fig. 1

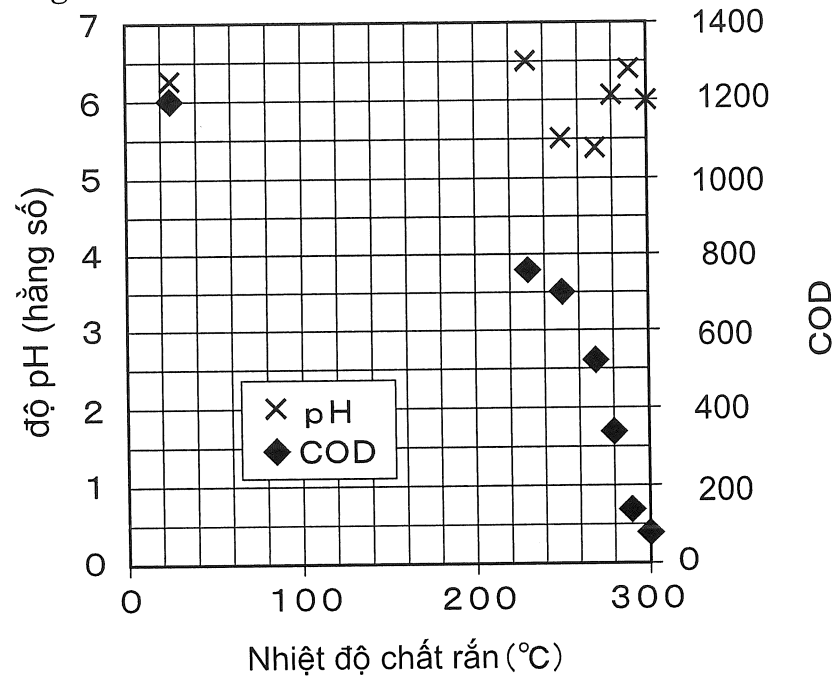
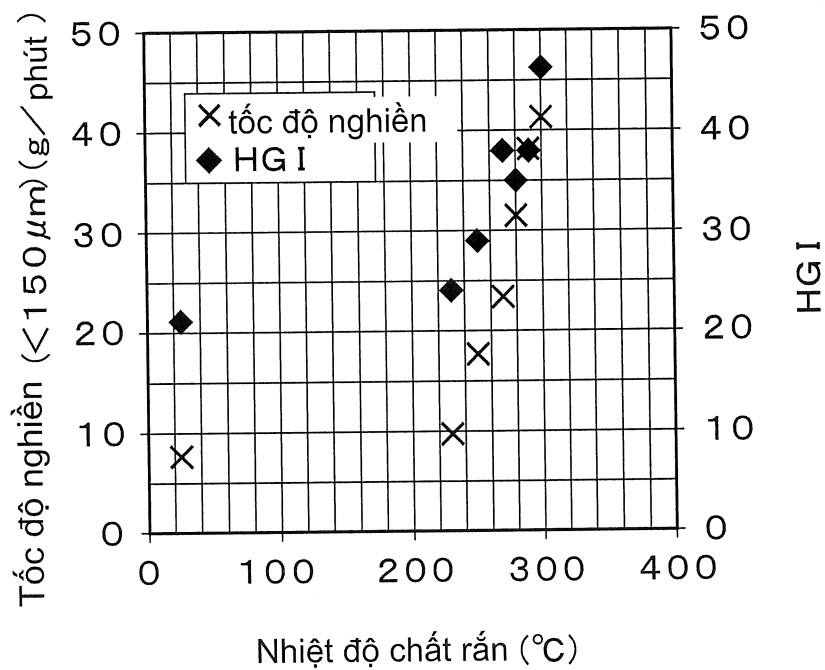


Fig. 2



2/14

Fig. 3

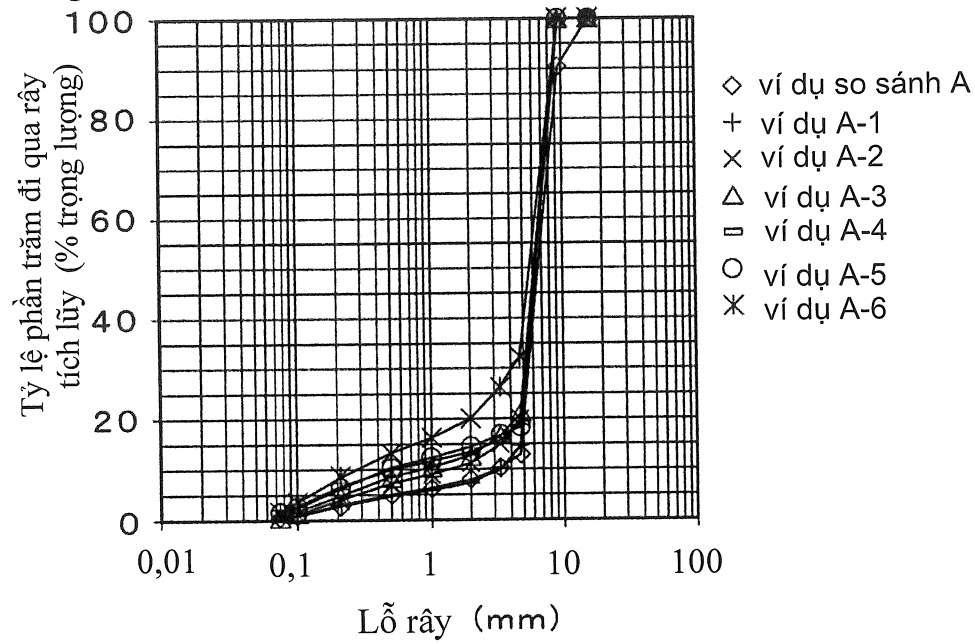
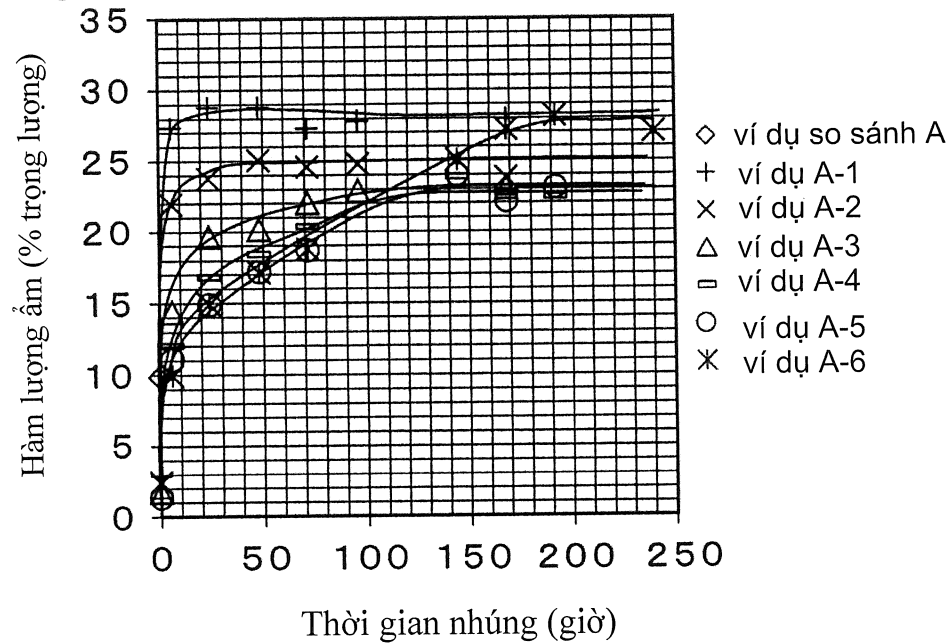


Fig. 4



3/14

Fig. 5

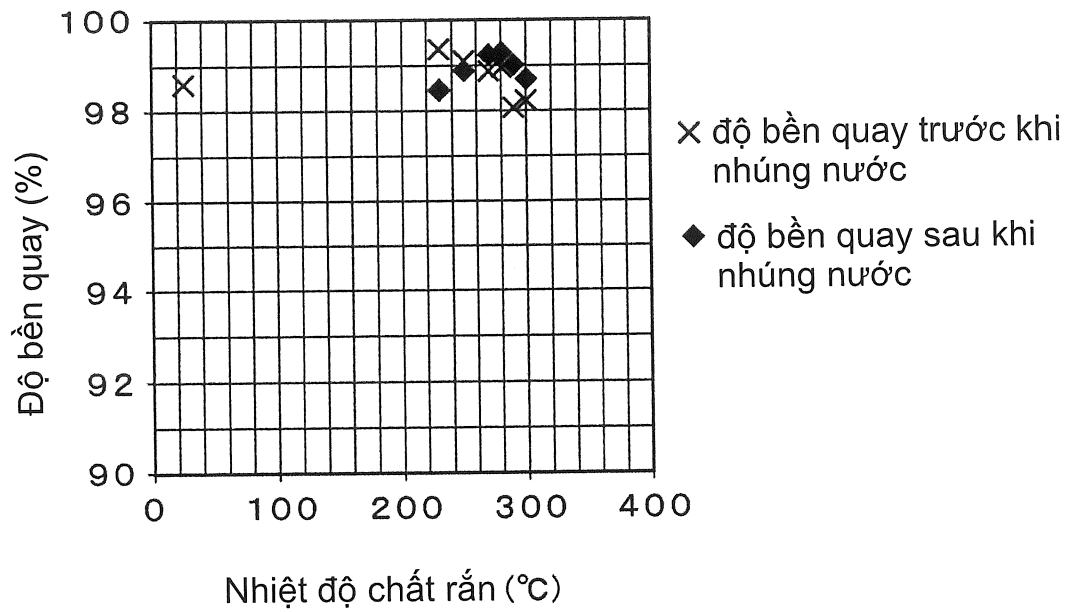
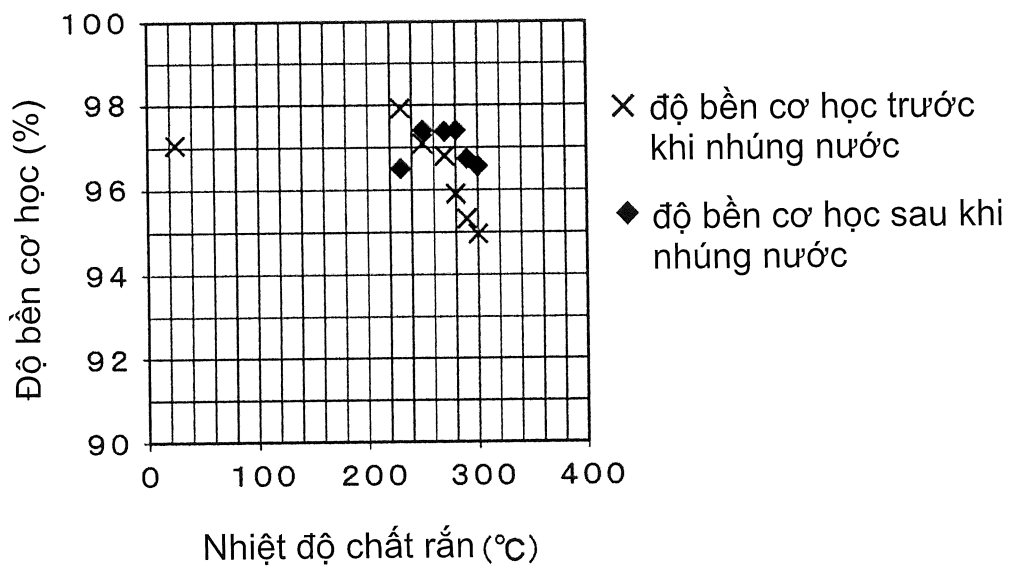


Fig. 6



4/14

Fig. 7

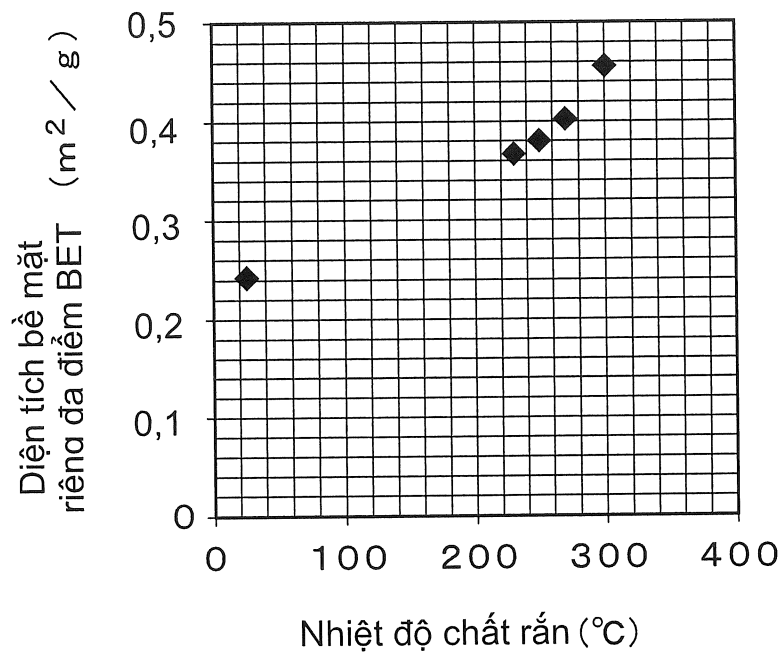
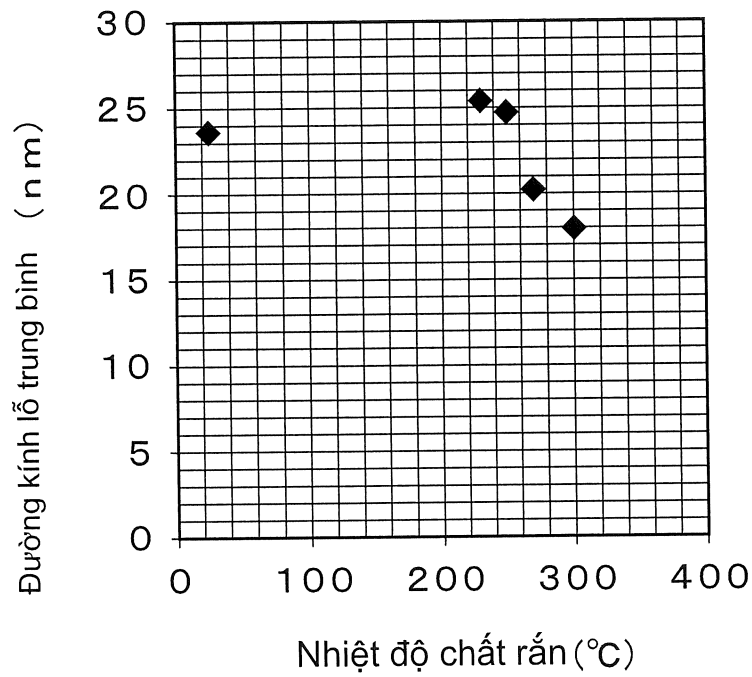


Fig. 8



5/14

Fig. 9

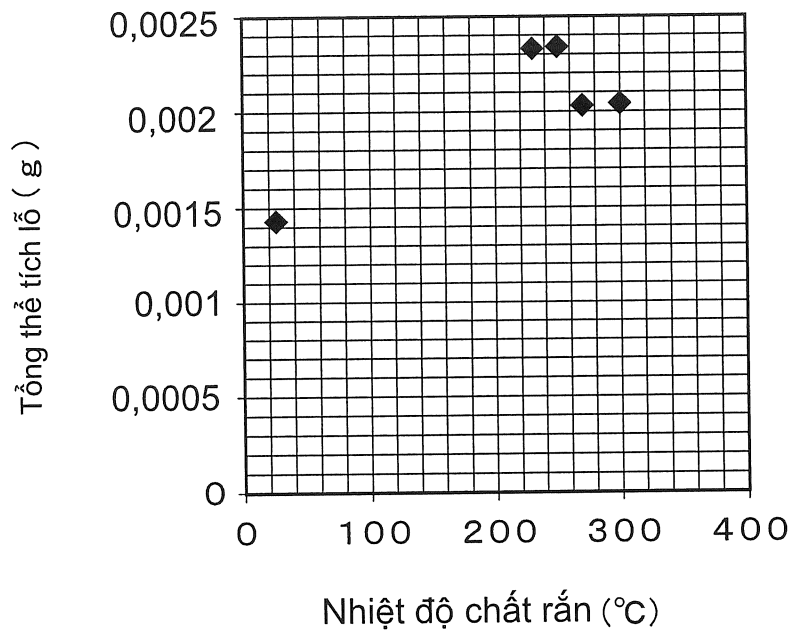
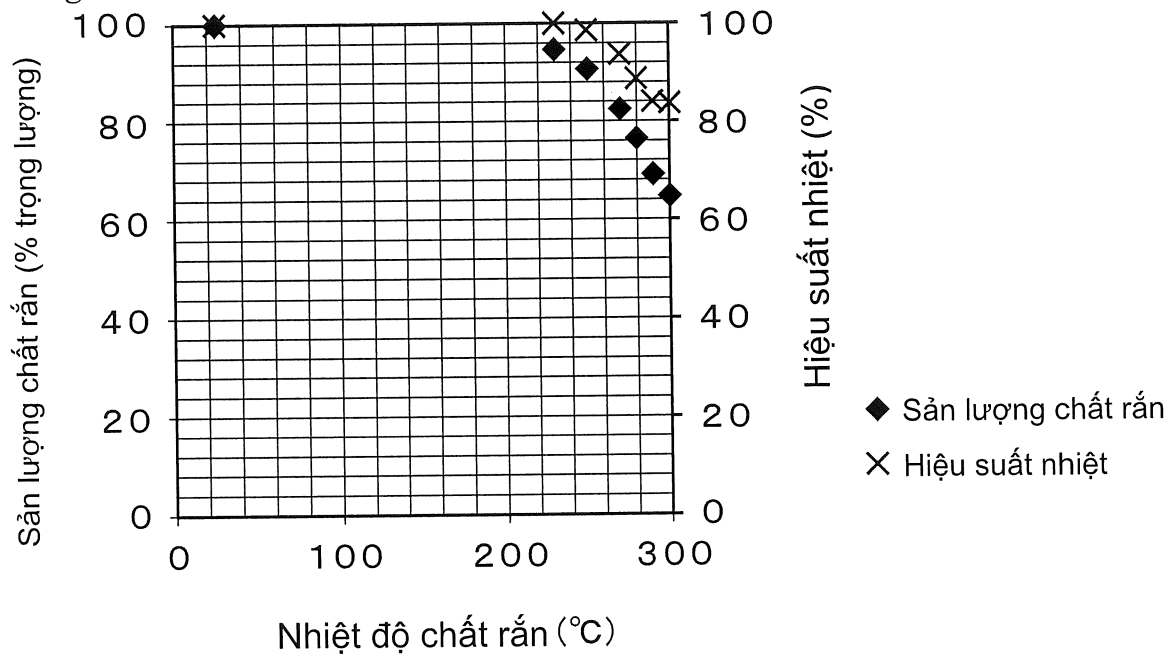
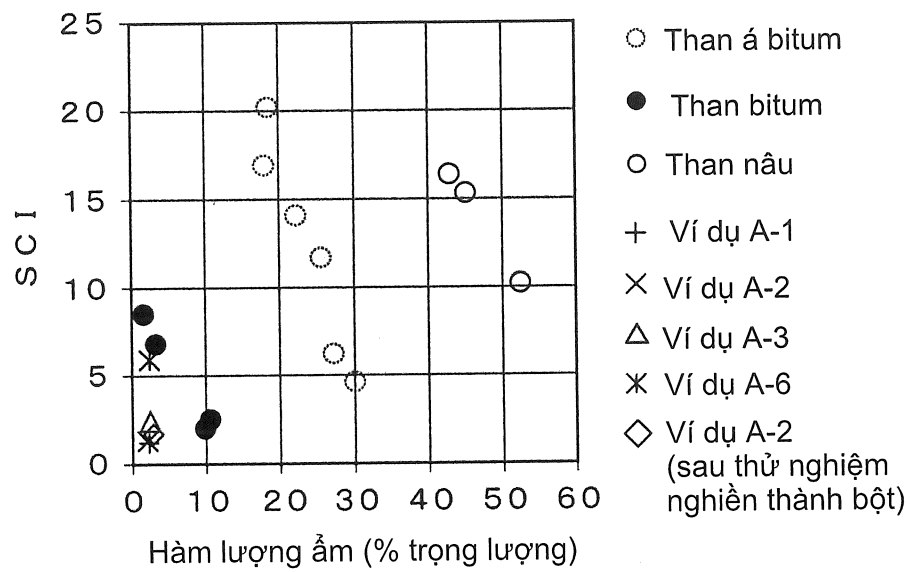


Fig. 10



6/14

Fig. 11



7/14

Fig. 12

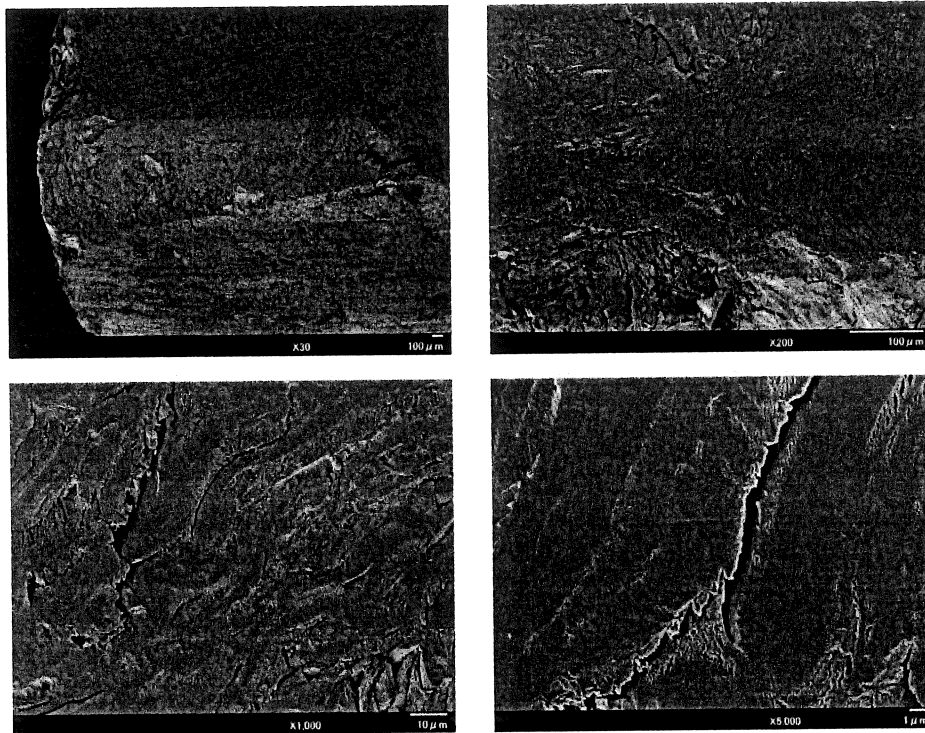
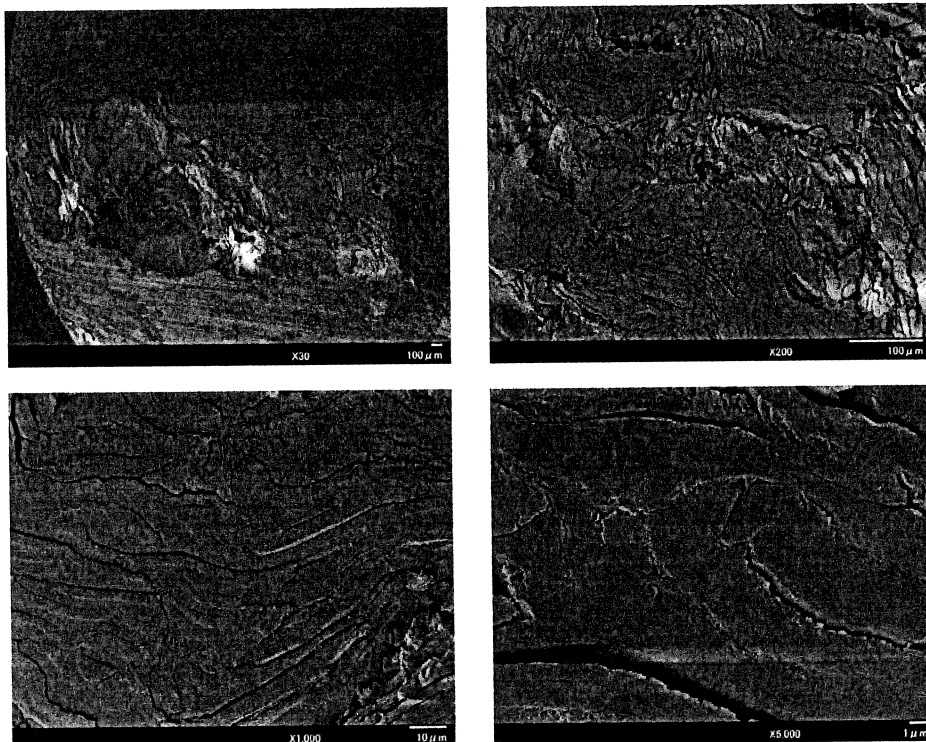


Fig. 13



8/14

Fig. 14

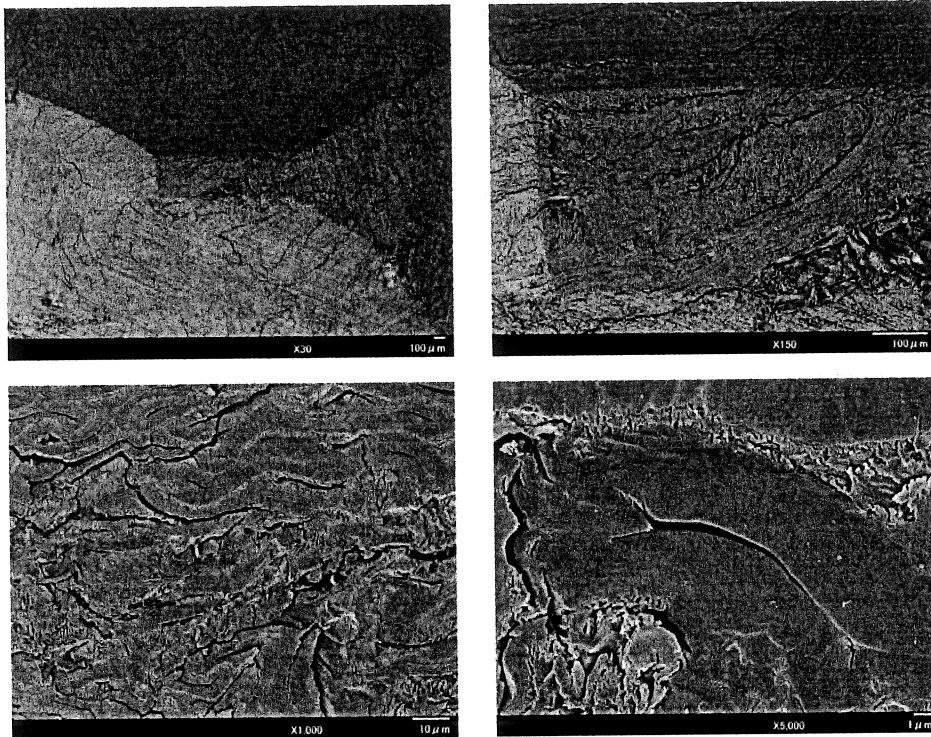
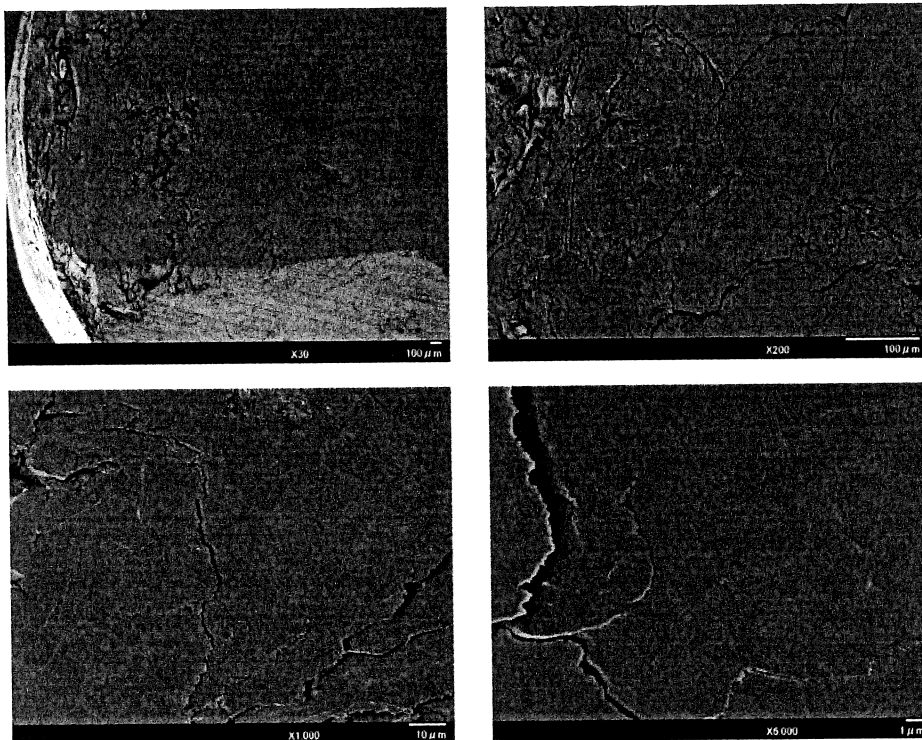


Fig. 15



9/14

Fig. 16

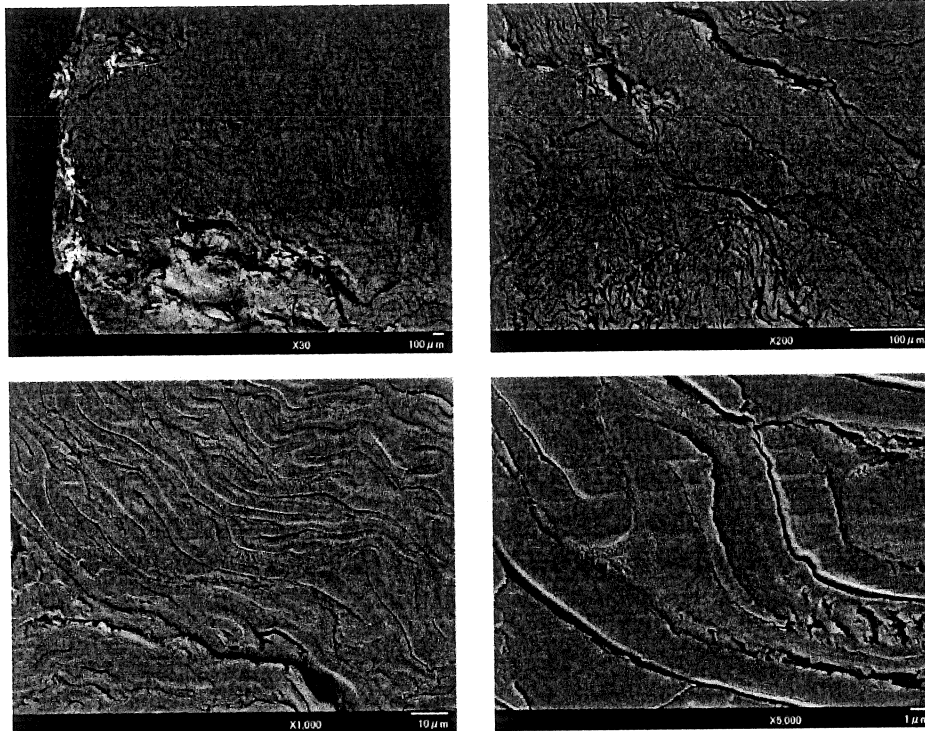
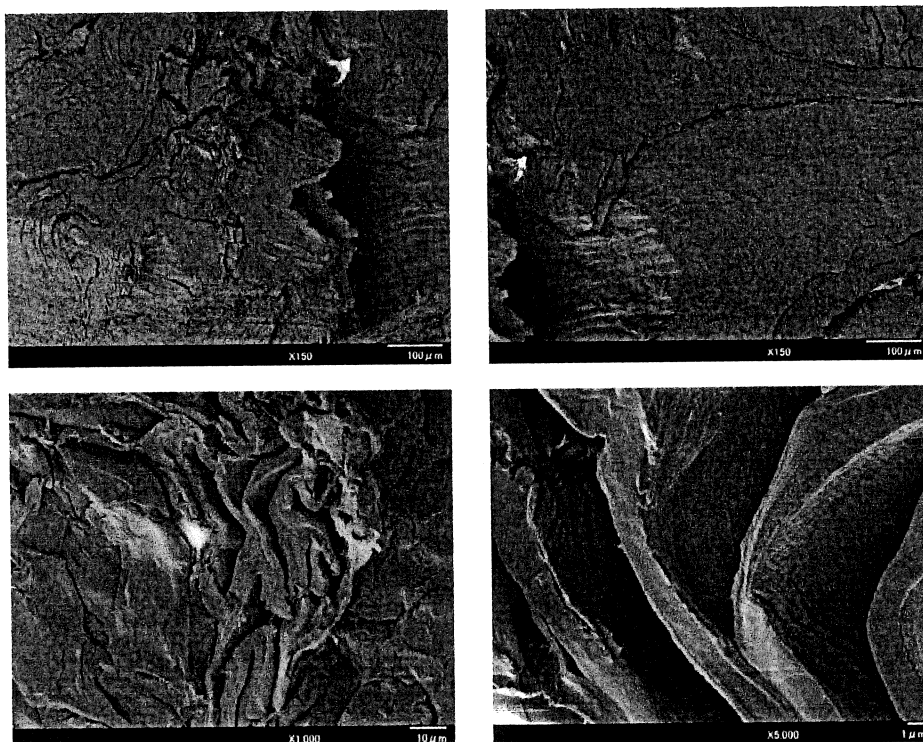


Fig. 17



10/14

Fig. 18

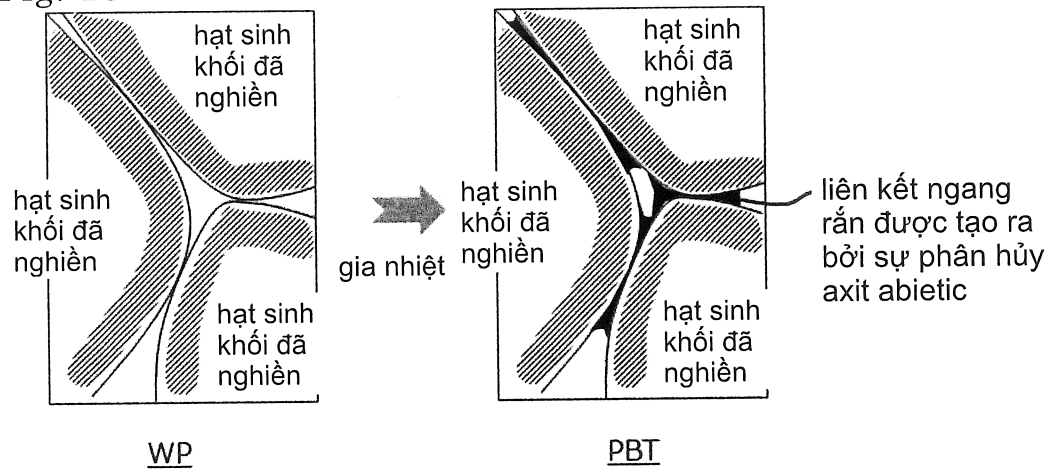


Fig. 19

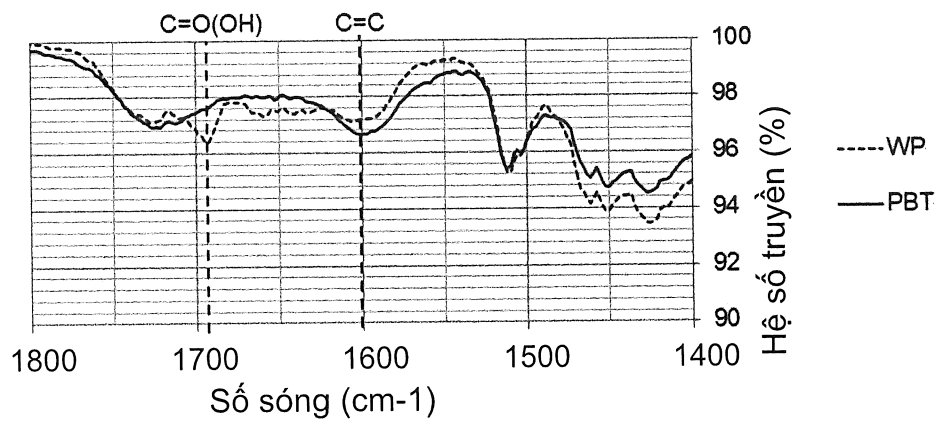
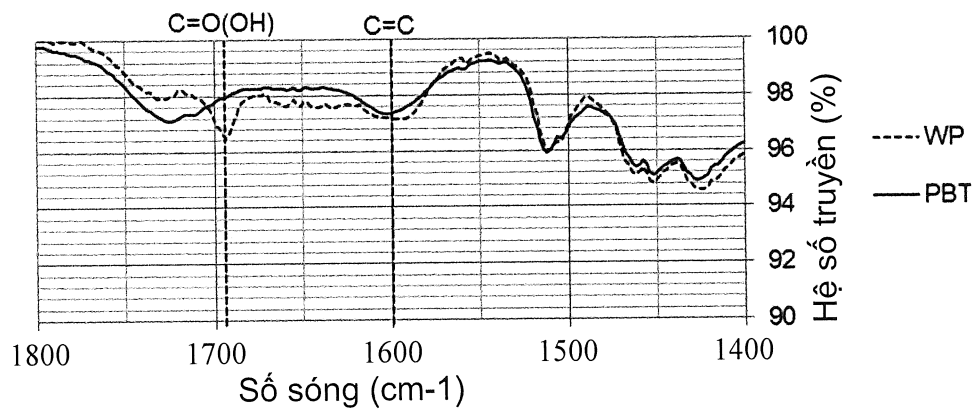


Fig. 20



11/14

Fig. 21

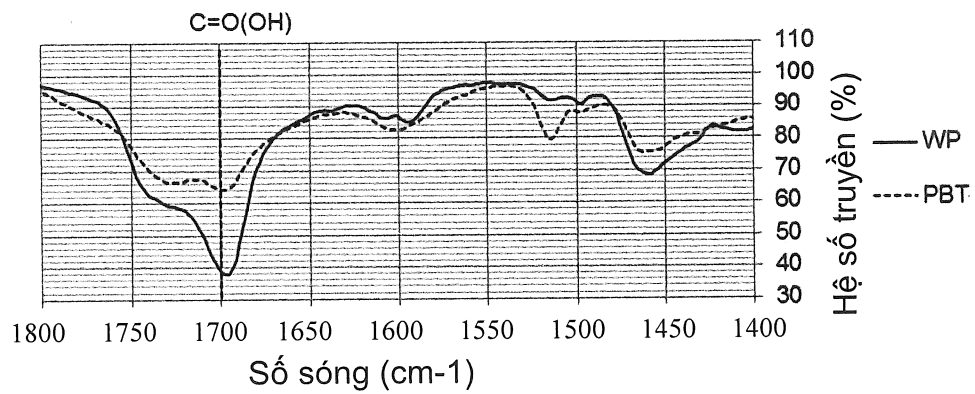


Fig. 22

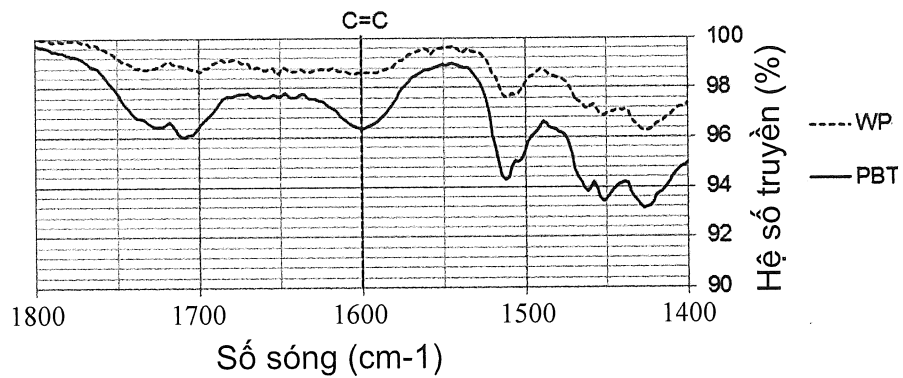
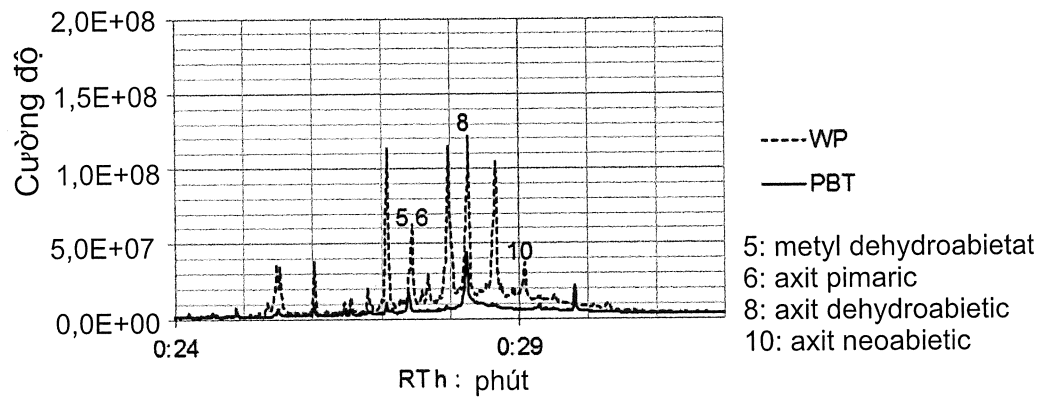


Fig. 23



13/14

Fig. 26A

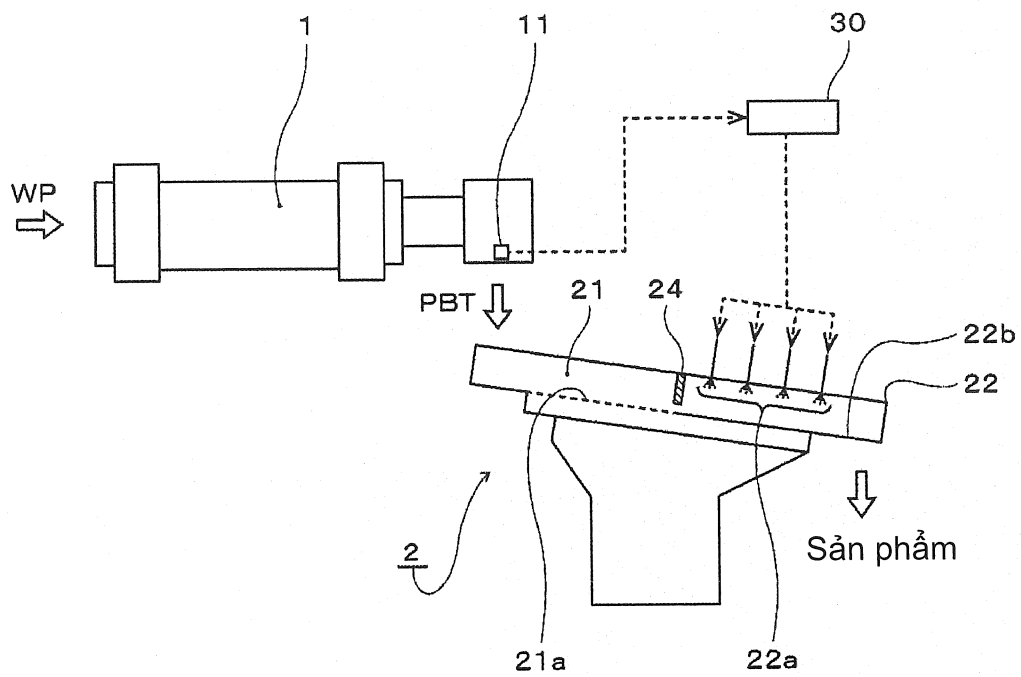
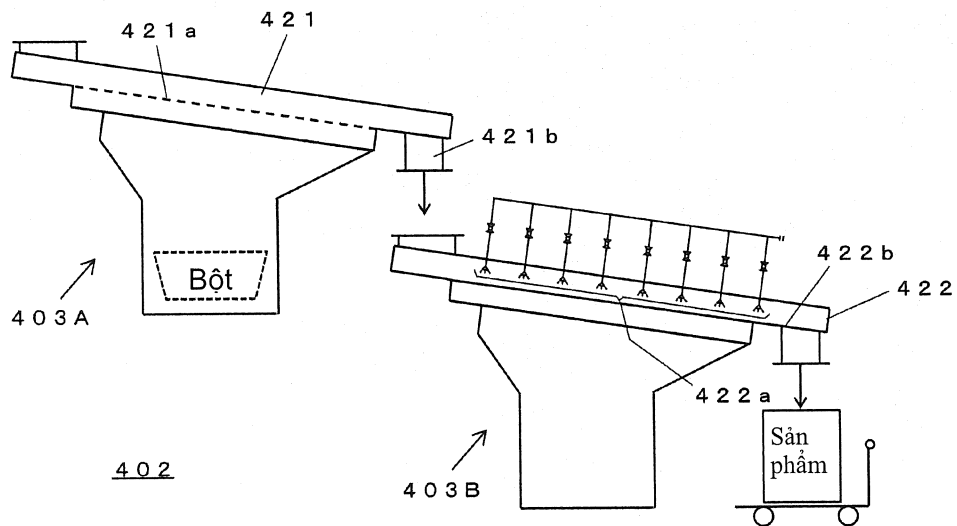


Fig. 26B



14/14

Fig. 27

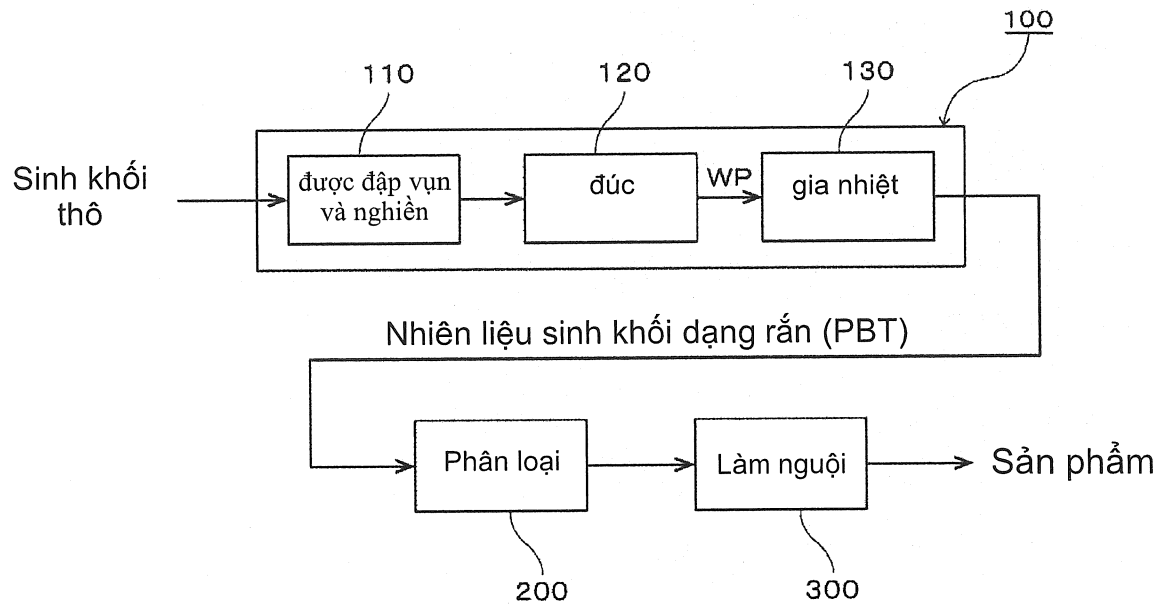


Fig. 28

