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

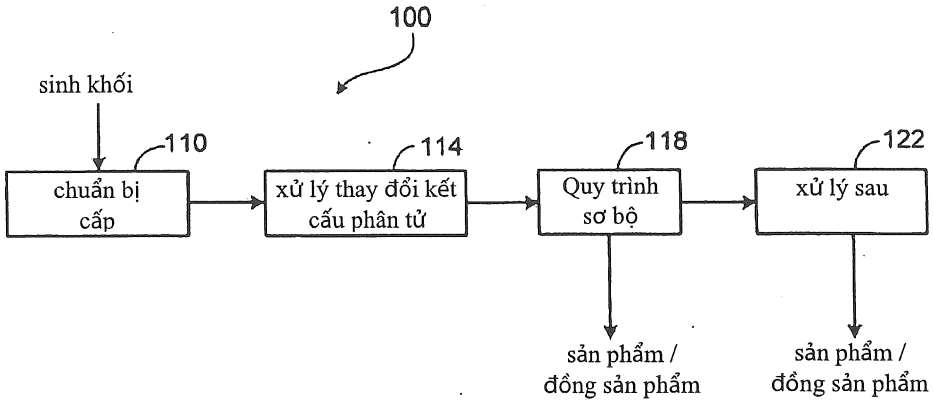
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)** (11) **1-0022975**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(51)[7] **C10L 1/32**, B09B 3/00, C12P 7/08, 7/10 (13) **B**

(21) 1-2011-01572 (22) 13.11.2009
(86) PCT/US2009/064307 13.11.2009 (87) WO2010/056940 20.05.2010
(30) 61/115,398 17.11.2008 US
(45) 25.02.2020 383 (43) 30.01.2012 286
(73) XYLECO, INC. (US)
271 Salem St., Unit L, Woburn, Massachusetts 01801, United States of America
(72) MEDOFF, Marshall (US)
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SINH KHỐI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp làm thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu sinh khối. Phương pháp này bao gồm bước ép đùn kiểu trục vít.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý sinh khối và sản phẩm được sản xuất từ phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nguyên liệu xenluloza và lignoxenluloza, ví dụ, ở dạng sợi, được sản xuất, được xử lý và sử dụng với lượng lớn trong nhiều ứng dụng. Thông thường, nguyên liệu này được sử dụng một lần và sau đó bị thải bỏ dưới dạng phế thải hoặc đơn giản được coi là nguyên liệu thải, ví dụ, nước thải, bã mía, mùn cưa và rơm khô.

Các nguyên liệu xenluloza và lignoxenluloza khác nhau, việc sử dụng và ứng dụng của chúng đã được mô tả trong các patent Mỹ số 7.074.918, 6.448.307, 6.258.876, 6.207.729, 5.973.035 và 5.952.105; và trong nhiều đơn yêu cầu cấp patent khác nhau, bao gồm công bố đơn quốc tế số WO 2006/102543 có tên là "Nguyên liệu và các thành phần dạng sợi", nộp ngày 23 tháng 3 năm 2006 và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2007/0045456 có tên là "Nguyên liệu và các thành phần dạng sợi".

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến nguyên liệu có chứa carbohydrat (ví dụ, nguyên liệu sinh khối hoặc nguyên liệu có nguồn gốc từ sinh khối), phương pháp sản xuất và xử lý nguyên liệu này (ví dụ, làm thay đổi cấu trúc của chúng) và các sản phẩm được sản xuất từ nguyên liệu này. Ví dụ, nhiều phương pháp được mô tả trong bản mô tả này có thể tạo ra nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza có mức độ cứng thấp hơn, phân tử lượng thấp hơn và/hoặc độ kết tinh thấp hơn so với nguyên liệu gốc. Nhiều phương pháp tạo ra nguyên liệu phản ứng nhanh hơn, ví dụ, với axit, bazơ hoặc enzym và/hoặc có thể được sử dụng một cách dễ dàng bởi các vi sinh vật khác nhau để tạo thành sản phẩm hữu dụng, như hydro, các rượu (ví dụ, etanol hoặc butanol), axit hữu cơ (ví dụ, axit axetic), hydrocacbon, các đồng sản phẩm (ví dụ, protein) hoặc hỗn hợp bất kỳ của các chất này.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý sinh khối bao gồm

các bước: giảm một hoặc nhiều kích thước của các mảnh sinh khối riêng lẻ; xử lý sinh khối, ví dụ sinh khối đã được giảm kích cỡ, bằng cách sử dụng phương pháp xử lý làm thay đổi cấu trúc phân tử của sinh khối; và tùy ý, cho sinh khối xử lý sơ bộ để tạo thành các sản phẩm. ít nhất một trong số các bước giảm kích cỡ và xử lý bao gồm việc xử lý nguyên liệu sinh khối bằng quy trình ép đùn kiểu trục vít. Phương pháp xử lý này có thể bao gồm hoặc còn bao gồm, ví dụ, bước chiếu xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, nhiệt phân và oxy hóa. Quy trình ép đùn kiểu trục vít có thể được sử dụng, ví dụ, để giảm các kích thước của nguyên liệu, nghiền nguyên liệu hoặc thiết bị ép đùn kiểu trục vít có thể được sử dụng làm bình phản ứng, trong đó nguyên liệu trải qua phản ứng hóa học, như dọc theo chiều dài của nó khi nguyên liệu đang được vận chuyển. Bước ép đùn kiểu trục vít có thể bao gồm việc đồng ép đùn sinh khối với một phần sinh khối đã được tách và/hoặc với một hoặc nhiều nguyên liệu khác, có thể là chất hữu cơ, chất vô cơ hoặc hỗn hợp của cả hai loại chất này. Một hoặc nhiều nguyên liệu khác có thể là, ví dụ, chất rắn hoặc chất lỏng và trong một số trường hợp, có thể bao gồm nguyên liệu dạng khí.

Xử lý sơ cấp có thể là, ví dụ, lên men. Bước xử lý sơ bộ tốt hơn nếu được thực hiện sau quy trình ép đùn kiểu trục vít và sau bước khử độc cần thiết bất kỳ, ví dụ, để loại bỏ các hợp chất furan bất kỳ tạo thành. Ví dụ, sau khi ép đùn, nguyên liệu có thể được bổ sung vào bình lên men có dung tích là, ví dụ, 50.000 L, 100.000 L, 500.000 L hoặc lớn hơn.

Theo một số phương án, phương pháp xử lý sinh khối có thể bao gồm các bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm, được sử dụng ở dạng kết hợp. Bức xạ có thể là bức xạ ion hóa, ví dụ, ở dạng chùm điện tử hoặc các tia gama. Theo một số phương án, bước chiếu xạ bao gồm bước áp dụng hai nguồn bức xạ hoặc nhiều hơn, như các tia gama hoặc các tia X (ví dụ, bức xạ) và chùm điện tử, ví dụ, chùm điện tử đã được gia tốc, trong đó mỗi điện tử được gia tốc đến 1, 2, 3, 5 hoặc thậm chí 10 MeV. Theo một số phương án, ít nhất một trong số các phương pháp xử lý, ví dụ, chiếu xạ, được thực hiện trên nguyên liệu sinh khối trong khi nguyên liệu sinh khối được tiếp xúc với không khí hoặc không khí được giàu oxy hoặc một số khí oxy hóa khác, như ozon. Theo các phương án cụ thể, bức xạ chùm điện tử được áp dụng với tổng liều khoảng 10 MRad và dùng kỹ thuật sóng siêu âm được áp dụng với tổng năng lượng cao hơn 5 MJ/m^3. Bức xạ có thể có bước sóng, ví dụ từ 100 nm đến 280

nm. Bức xạ có thể được áp dụng, ví dụ, với tổng liều nằm trong khoảng từ 100.000 Gray (10 Mrad) đến 1.500.000 Gray (150 Mrad), như với tốc độ cấp liều nằm trong khoảng từ 5.000 đến 100.000 Gray/ngày (từ khoảng 0,5 đến 10 Mrad/ngày) hoặc từ 10.000 Gray/giây (1 Mrad/giây) đến 100.000 Gray/giây (10 Mrad/giây). Dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể được thực hiện với tần số nằm trong khoảng từ 15 kHz đến 25 kHz, như nằm trong khoảng từ 18 kHz đến 22 kHz.

Bước chiếu xạ có thể xảy ra trước dùng kỹ thuật sóng siêu âm, dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể xảy ra trước bước chiếu xạ hoặc bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể được thực hiện tại cùng hoặc gần như cùng một thời điểm. Trong một số trường hợp, bước chiếu xạ có thể được thực hiện trong suốt quy trình ép đùn kiểu trục vít.

Sự thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu sinh khối có thể bao gồm sự thay đổi một hoặc nhiều mức độ cứng, phân tử lượng trung bình, độ kết tinh trung bình, diện tích bề mặt, mức độ trùng hợp, độ xốp, mức độ phân nhánh, mức độ ghép, kích thước miền của sinh khối và cấu tạo phân tử của sinh khối. Theo một số phương án, sự thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu sinh khối bao gồm sự giảm một hoặc cả hai thông số phân tử lượng trung bình và độ kết tinh của sinh khối hoặc sự tăng một trong hai hoặc cả hai diện tích bề mặt và độ xốp của sinh khối.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo thành các sản phẩm, như nhiên liệu dễ cháy, phương pháp này bao gồm cung cấp nguyên liệu bao gồm carbohydrat được sản xuất bởi quy trình bao gồm bước xử lý nguyên liệu sinh khối bằng cách chiếu xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, nhiệt phân và/hoặc oxy hóa; cho nguyên liệu xử lý ép đùn kiểu trục vít; và cho nguyên liệu tiếp xúc với vi sinh vật có khả năng chuyển hóa ít nhất một phần, ví dụ, ít nhất khoảng 1% trọng lượng, nguyên liệu thành các sản phẩm, như nhiên liệu dễ cháy.

Vi sinh vật có thể là, ví dụ, vi khuẩn hoặc nấm men. Ví dụ về các nhiên liệu được sản xuất bao gồm một hoặc nhiều hydro, rượu và hydrocacbon. Ví dụ, rượu có thể là etanol, n-propanol, isoproanol, n-butanol hoặc hỗn hợp của các chất này. Bước chuyển hóa có thể bao gồm việc cho nguyên liệu lên men thành các sản phẩm, như nhiên liệu dễ cháy. Trong suốt quy trình ép đùn kiểu trục vít, sinh khối có thể được tiếp xúc với hóa chất, như chất oxy hóa, axit hoặc bazơ.

Theo một số phương án, phương pháp không bao gồm bước thủy phân sinh khối bằng axit hoặc bazơ. Ví dụ, theo một số phương án, ít nhất khoảng 70% trọng lượng sinh khối không được thủy phân, ví dụ, ít nhất là 95% trọng lượng sinh khối không được thủy phân. Theo các phương án cụ thể, về cơ bản không có sinh khối nào được thủy phân.

Theo một số phương án, quy trình ép đùn kiểu trục vít được thực hiện trên sinh khối trong đó nhỏ hơn khoảng 25% trọng lượng sinh khối được thấm ướt bằng chất lỏng, như nước. Cụ thể, theo một số phương án, về cơ bản không có sinh khối nào được thấm ướt bằng chất lỏng. Sinh khối có thể có, ví dụ, nhỏ hơn khoảng 5% trọng lượng nước còn lại, được đo ở nhiệt độ 25°C và ở độ ẩm tương đối là 50%.

Áp suất có thể được sử dụng trong một hoặc nhiều công đoạn của phương pháp này. Ví dụ, ít nhất một trong số các phương pháp xử lý, ví dụ, chiếu xạ, có thể được thực hiện trên sinh khối dưới áp suất cao hơn khoảng 253 kPa (2,5 atm), như lớn hơn 506,6 hoặc 1.013,2 kPa (5 hoặc 10 atm). Theo một số phương án, bước ép đùn kiểu trục vít có thể được thực hiện dưới áp suất cao hơn khoảng 2.026,5 kPa (20 atm), ví dụ từ 2.533,1 đến 20.265,0 kPa (từ 25 đến 200 atm) hoặc 5.066 đến 15.198,8 kPa (từ 50 đến 150 atm).

Quy trình có thể còn bao gồm công đoạn oxy hóa, nhiệt phân hoặc bước cho sinh khối tiếp xúc với hơi nước, trước, trong hoặc sau công đoạn xử lý.

Theo các phương án cụ thể, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza được giảm kích cỡ bằng cách nghiền đông lạnh. Ví dụ, nguyên liệu này có thể được tán nhỏ trong máy nghiền đông lạnh sao cho từng nguyên liệu được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn 25°C, như ở 0°C hoặc thấp hơn, như ở nhiệt độ thăng hoa trong khí quyển thường của đá khô hoặc thấp hơn hoặc ở điểm sôi trong khí quyển thường của nitơ lỏng hoặc thấp hơn. Việc nghiền sinh khối trong máy nghiền đông lạnh được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/081,709, có tên là "Phương pháp làm nguội và xử lý nguyên liệu".

Các ví dụ về nguyên liệu sinh khối bao gồm giấy, các sản phẩm giấy, giấy loại, gỗ, ván gỗ dăm trơn, mùn cưa, phế thải nông nghiệp, nước thải, cỏ ủ tươi, cỏ, vỏ trấu, bã mía, bông, đay, gai dầu, lanh, tre, xidan, chuối abaca, rơm, lõi ngô, thân rơm ngô, cỏ kê Mỹ (switchgrass), cỏ linh lăng, cỏ khô, vỏ trấu, xơ dừa, bông,

xenluloza tổng hợp, tảo biển, tảo hoặc hỗn hợp của các nguyên liệu này. Sinh khối có thể là hoặc có thể bao gồm nguyên liệu sợi tự nhiên hoặc tổng hợp.

Theo một số phương án, sinh khối bao gồm xenluloza thứ nhất có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất và nguyên liệu carbohydrat bao gồm xenluloza thứ hai có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất. Ví dụ, phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất lớn hơn khoảng một lần. Theo một số phương án, xenluloza thứ nhất có độ kết tinh thứ nhất và xenluloza thứ hai có độ kết tinh thứ hai thấp hơn độ kết tinh thứ nhất. Ví dụ, độ kết tinh thứ hai có thể thấp hơn độ kết tinh thứ nhất lớn hơn khoảng 10%.

Theo một số phương án, xenluloza thứ nhất có thể có mức oxy hóa thứ nhất và xenluloza thứ hai có mức oxy hóa thứ hai cao hơn mức oxy hóa thứ nhất.

Nguyên liệu sinh khối có thể được tạo ra bằng cách cắt xén nguồn sợi sinh khối để tạo ra nguyên liệu sợi. Ví dụ, bước cắt xén có thể được thực hiện bằng dao cắt quay. Các sợi của nguyên liệu sợi có thể có, ví dụ, tỷ lệ trung bình của chiều dài so với đường kính lớn hơn 5/1. Nguyên liệu sợi có thể có, ví dụ, diện tích bề mặt BET lớn hơn 0,25 m^2/g.

Theo một số phương án, carbohydrat có thể bao gồm một hoặc nhiều liên kết β-1,4 và có phân tử lượng trung bình theo số lượng nằm trong khoảng từ 3.000 đến 50.000.

Theo một số phương án thực hiện, nguyên liệu sinh khối được xử lý có thể còn có chất đệm, như natri bicacbonat hoặc amoni clorua, chất điện phân, như kali clorua hoặc natri clorua, yếu tố sinh trưởng, như biotin và/hoặc cặp bazơ, như uraxil, chất hoạt động bề mặt, chất khoáng hoặc chất tạo càng.

Ví dụ khác về sản phẩm có thể được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này bao gồm các rượu alkyl C1-C6 đơn chức và đa chức, các axit carboxylic đơn chức và đa chức, các hydrocacbon C1-C6 và kết hợp của các nguyên liệu này. Ví dụ cụ thể về các rượu thích hợp bao gồm metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanol, etylen glycol, propylen glycol, 1,4-butan diol, glyxerin và kết hợp của các nguyên liệu này. Ví dụ cụ thể về các axit carboxylic thích hợp bao gồm axit formic, axit axetic, axit propionic, axit butyric,

axit valeric, axit caproic, axit palmitic, axit stearic, axit oxalic, axit malonic, axit suxinic, axit glutaric, axit oleic, axit linoleic, axit glycolic, axit lactic, axit γ-hydroxybutyric và kết hợp của các nguyên liệu này. Ví dụ về các hydrocacbon thích hợp bao gồm metan, etan, propan, pentan, n-hexan và kết hợp của các nguyên liệu này. Nhiều sản phẩm này có thể được sử dụng làm nhiên liệu.

Thuật ngữ "nguyên liệu sợi", khi được sử dụng trong bản mô tả này, là nguyên liệu bao gồm nhiều sợi lỏng, riêng rẽ và có thể tách rời. Ví dụ, nguyên liệu sợi có thể được tạo ra từ nguồn sợi giấy Kraft đã được tẩy trắng bằng cách cắt xén, ví dụ, bằng dao cắt quay.

Thuật ngữ "sàng lọc", khi được sử dụng trong bản mô tả này, có nghĩa là bộ phận có khả năng sàng lọc nguyên liệu theo kích thước. Ví dụ về các sàng bao gồm tấm đục lỗ, trụ đục lỗ hoặc dạng tương tự hoặc lưới thép hoặc vải.

Thuật ngữ "nhiệt phân", trong bản mô tả này, có nghĩa là phá vỡ các liên kết trong nguyên liệu bằng cách sử dụng năng lượng nhiệt. Nhiệt phân có thể xảy ra khi nguyên liệu theo sáng chế ở trong chân không hoặc được nhúng trong nguyên liệu dạng khí, như khí oxy hóa, ví dụ, không khí hoặc oxy hoặc khí khử, như hydro.

Hàm lượng oxy được đo bằng cách phân tích nguyên tố bằng cách nhiệt phân mẫu trong lò nung vận hành ở nhiệt độ 1300°C hoặc cao hơn.

Thuật ngữ "sinh khối" chỉ chất hữu cơ bất kỳ không hóa thạch, tức là, có thể tái sinh. Các loại sinh khối khác nhau bao gồm sinh khối thực vật (được xác định dưới đây), sinh khối động vật (sản phẩm phụ bất kỳ của động vật, phế thải động vật, v.v.) và sinh khối phế thải đô thị (rác thải sinh hoạt hoặc rác thải thương mại nhẹ, trong đó các vật có thể tái chế như kim loại và thủy tinh được loại bỏ).

Thuật ngữ "sinh khối thực vật" và "sinh khối lingoxenluloza", một cách thực sự, chỉ vật liệu hữu cơ có nguồn gốc từ thực vật bất kỳ (gỗ hoặc không phải gỗ) có sẵn để cho năng lượng trên cơ sở bền vững. Sinh khối thực vật có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, phế thải và chất dư thừa cây trồng nông nghiệp như thân cây ngô, rơm lúa mỳ, rơm lúa, bã mía và nguyên liệu tương tự. Sinh khối thực vật còn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, cây thân gỗ, cây thân gỗ cho năng lượng, gỗ loại và gỗ thừa như cành tỉa dạng gỗ mềm, phế thải vỏ cây, mùn cưa, luồng phế thải từ công nghiệp giấy và bột giấy, sợi gỗ và nguyên liệu tương tự. Ngoài ra, cây thân

cỏ, như cỏ kê Mỹ (switchgrass) và nguyên liệu tương tự cũng có tiềm năng để tạo thành trên quy mô lớn làm nguồn sinh khối thực vật khác. Đối với khu vực đô thị, nguyên liệu sinh khối thực vật cấp có tiềm năng nhất bao gồm phế thải sợi chỉ (ví dụ, các đoạn cỏ, lá, các đoạn cây và cành cây) và phế thải từ xử lý thực vật. "Nguyên liệu lignoxenluloza" là loại sinh khối thực vật bất kỳ như, nhưng không giới hạn ở, sinh khối thực vật không phải gỗ, cây được canh tác như, nhưng không giới hạn ở, cỏ, ví dụ, nhưng không giới hạn ở, cỏ C4, như cỏ kê Mỹ (switchgrass), cỏ dây, cỏ lùng (ryegrass), cỏ chè vè, cỏ sậy hoặc kết hợp của các nguyên liệu này hoặc chất dư thừa khi xử lý đường như bã mía hoặc bột củ cải đường, chất dư thừa nông nghiệp, ví dụ, thân cây đậu tương, thân cây ngô, rơm lúa, vỏ trấu, rơm lúa mạch, lõi ngô, rơm lúa mỳ, rơm cải ngọt, rơm lúa, rơm yến mạch, vỏ yến mạch, sợi ngô, sợi bột giấy tái chế, mùn cưa, gỗ cứng, ví dụ gỗ aspen và mùn cưa, gỗ mềm hoặc kết hợp của các nguyên liệu này. Ngoài ra, nguyên liệu lignoxenluloza có thể bao gồm nguyên liệu xenluloza thải như, nhưng không giới hạn ở, giấy in báo, bìa cứng, mùn cưa và nguyên liệu tương tự.

Nguyên liệu lignoxenluloza có thể bao gồm một loại sợi hoặc theo cách khác, nguyên liệu lignoxenluloza có thể là hỗn hợp của các sợi có nguồn gốc từ các nguyên liệu lignoxenluloza khác nhau. Ngoài ra, nguyên liệu lignoxenluloza có thể bao gồm nguyên liệu lignoxenluloza tươi, nguyên liệu lignoxenluloza được làm khô một phần, nguyên liệu lignoxenluloza được làm khô hoàn toàn hoặc kết hợp của các nguyên liệu này.

Nhằm các mục đích của sáng chế này, carbohydrat là nguyên liệu gồm nguyên một hoặc nhiều sacarit hoặc gồm một hoặc nhiều sacarit. Carbohydrat có thể có dạng polyme (ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 10-me, 100-me, 1.000-me, 10.000-me hoặc 100.000-me), dạng oligome (ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 4-me, 5-me, 6-me, 7-me, 8-me, 9-me hoặc 10-me), dạng trime, dạng dime hoặc dạng monome. Khi carbohydrat được tạo thành bởi nhiều hơn một đơn vị lặp lại, mỗi đơn vị lặp lại có thể là giống hoặc khác nhau.

Ví dụ về các carbohydrat dạng polyme bao gồm xenluloza, xylan, pectin và tinh bột, trong lúc xenlobioza và lactoza là ví dụ về các carbohydrat dạng dime. Ví dụ về các carbohydrat dạng monome bao gồm glucoza và xyloza.

Carbohydrat có thể là một phần của cấu trúc siêu phân tử, ví dụ, được liên kết cộng hóa trị vào trong cấu trúc này. Ví dụ về các nguyên liệu như vậy bao gồm nguyên liệu lignoxenluloza, như nguyên liệu lignoxenluloza được thấy ở gỗ.

Nhiên liệu dễ cháy là nguyên liệu có khả năng cháy trong điều kiện có mặt oxy. Ví dụ về các nhiên liệu dễ cháy bao gồm etanol, n-propanol, n-butanol, hydro và hỗn hợp gồm hai hoặc nhiều nguyên liệu này.

Chất làm trương nở trong bản mô tả này là nguyên liệu làm trương nở đến mức dễ nhận thấy, ví dụ, tăng 2,5% dung tích so với trạng thái chưa trương nở của nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, khi được sử dụng cho các nguyên liệu này dưới dạng dung dịch, ví dụ, dung dịch nước. Các ví dụ bao gồm chất kiềm, như natri hydroxit, kali hydroxit, lithi hydroxit và amoni hydroxit, chất axit hóa, như axit vô cơ (ví dụ, axit sulfuric, axit clohydric và axit phosphoric), muối, như kẽm clorua, canxi cacbonat, natri cacbonat, benzyltrimetylamoni sulfat và amin hữu cơ có tính bazơ, như etylen diamin.

"Nguyên liệu cắt xén", như được sử dụng trong bản mô tả này, là nguyên liệu bao gồm các sợi riêng rẽ, trong đó ít nhất khoảng 50% các sợi riêng này có tỷ lệ chiều dài/đường kính (L/D) ít nhất là khoảng 5 và có tỷ trọng khối không nén là nhỏ hơn khoảng 0,6 g/cm^3. Do đó, nguyên liệu cắt xén khác với nguyên liệu được cắt, chặt hoặc nghiền.

Việc thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu sinh khối, như được sử dụng trong bản mô tả này, có nghĩa là thay đổi sự sắp xếp liên kết hóa học hoặc hình dạng của cấu trúc. Ví dụ, sự thay đổi cấu trúc phân tử có thể gồm sự thay đổi cấu trúc siêu phân tử của nguyên liệu, oxy hóa nguyên liệu, thay đổi phân tử lượng trung bình, thay đổi độ kết tinh trung bình, thay đổi diện tích bề mặt, thay đổi mức độ trùng hợp, thay đổi độ xốp, thay đổi mức độ phân nhánh, ghép lên các nguyên liệu khác, thay đổi kích thước miền kết tinh hoặc thay đổi toàn bộ kích thước miền.

Trừ khi được định nghĩa theo cách khác, tất cả các thuật ngữ khoa học và kỹ thuật được sử dụng trong bản mô tả này có cùng ý nghĩa như được hiểu một cách phổ biến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Các phương pháp và nguyên liệu thích hợp được nêu dưới đây, mặc dù các phương pháp và nguyên liệu tương tự hoặc tương đương với các phương pháp và nguyên liệu được

mô tả trong bản mô tả này cũng có thể được sử dụng trong thực tiễn hoặc thử nghiệm của sáng chế. Trong trường hợp có mâu thuẫn, bản mô tả sáng chế này, bao gồm các định nghĩa, sẽ điều chỉnh. Ngoài ra, các nguyên liệu, phương pháp và ví dụ này chỉ nhằm mục đích minh họa và không nhằm giới hạn sáng chế.

Các dấu hiệu và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả chi tiết dưới đây và từ các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa sự chuyển hóa sinh khối thành các sản phẩm và đồng sản phẩm.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa sự chuyển hóa nguồn sợi thành nguyên liệu sợi thứ nhất và thứ hai.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của dao cắt quay.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa sự chuyển hóa nguồn sợi thành nguyên liệu sợi thứ nhất, thứ hai và thứ ba.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa việc tăng mật độ nguyên liệu.

Fig.6 là hình vẽ phối cảnh của máy tạo viên.

Fig.7A là nguyên liệu sợi đã tăng mật độ ở dạng viên.

Fig.7B là mặt cắt ngang của viên rỗng trong đó tâm của lỗ rỗng thẳng hàng với tâm của viên.

Fig.7C là mặt cắt ngang của viên rỗng trong đó tâm của lỗ rỗng không thẳng hàng với tâm của viên.

Fig.7D là mặt cắt ngang của viên hình ba lá.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa trình tự xử lý để xử lý nguyên liệu.

Fig.9 là làn hình vẽ phối cảnh của bộ chiếu xạ các tia gama.

Fig.10 là hình vẽ phối cảnh phóng to của vùng R trên Fig.9.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa trình tự xử lý sơ bộ nguyên liệu bằng cách chiếu xạ chùm điện tử.

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa khái quát chung về bước chuyển hóa nguồn

sợi thành các sản phẩm, ví dụ, etanol.

Fig.13 là hình vẽ phối cảnh của thiết bị ép đùn kiểu trục vít.

Fig.14 là sơ đồ thể hiện từng bộ phận của thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.15 là hình vẽ dưới dạng sơ đồ thể hiện các vùng nhiệt trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.16 và Fig.17 là các hình vẽ mặt cắt ngang của van xả có thể được sử dụng trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.18 là hình vẽ minh họa dạng sơ đồ của gioăng động học có thể được sử dụng trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.19 và Fig.20 là mặt cắt ngang của van xả thay thế có thể được sử dụng trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.21 là hình vẽ minh họa dạng sơ đồ của gioăng động học thay thế có thể được sử dụng trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trên Fig.13.

Fig.22 là hình vẽ mặt cắt dọc nhìn từ trên xuống của thiết bị ép đùn kiểu trục vít thay thế.

Fig.23 thể hiện một phần mặt cắt nằm ngang trên đường II--II trên Fig.22 ở phần trên và một phần mặt cắt nằm ngang trên đường III--III trên Fig.22 ở phần dưới.

Fig.24 là mặt cắt dọc nhìn từ một phía của thiết bị ép đùn kiểu trục vít thay thế khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sinh khối (ví dụ, sinh khối thực vật, sinh khối động vật và sinh khối phế thải đô thị) có thể được xử lý để tạo thành sản phẩm hữu dụng, như nhiên liệu. Các hệ thống và các quy trình được mô tả trong bản mô tả này, có thể sử dụng nguyên liệu sinh khối, như nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, có sẵn, nhưng có thể là khó xử lý. Nguyên liệu được chuẩn bị bằng phương pháp lý và/hoặc hóa cho bước xử lý này bằng cách đưa nguyên liệu vào bước ép đùn kiểu trục vít, là bước có thể giảm kích cỡ của nguyên liệu thô và trong một số trường hợp, tăng mật độ,

nghiền và/hoặc thủy phân (ví dụ, thủy phân axit) nguyên liệu. Nếu muốn, trước, trong hoặc sau bước ép đùn kiểu trục vít, nguyên liệu có thể được xử lý hoặc được xử lý bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bước bức xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân và cho tiếp xúc với hơi nước. Khi được sử dụng, các phương pháp và hệ thống xử lý khác nhau có thể được sử dụng ở dạng kết hợp của hai, ba hoặc thậm chí bốn công nghệ thống này.

Trong một số trường hợp, để tạo ra các nguyên liệu bao gồm carbohydrat, như xenluloza, có thể được chuyển hóa bởi vi sinh vật thành nhiều sản phẩm mong muốn, như nhiên liệu dễ cháy (ví dụ, etanol, butanol hoặc hydro), nguyên liệu bao gồm một hoặc nhiều sacarit có thể được xử lý bằng một hoặc nhiều quy trình được mô tả trong bản mô tả này. Các sản phẩm và đồng sản phẩm khác có thể được sản xuất bao gồm, ví dụ, thực phẩm cho người, thức ăn cho động vật, dược phẩm và thực phẩm chức năng. Một số ví dụ được thể hiện rằng, khoảng từ thay đổi từ các hệ thống thực hiện các phương pháp xử lý riêng lẻ với quy mô để bàn cho các nhà máy xử lý sinh khối quy mô lớn.

Các loại sinh khối

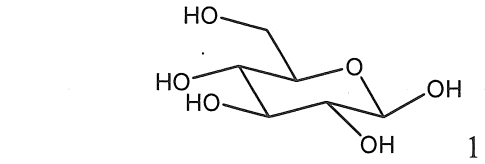
Nói chung, nguyên liệu sinh khối bất kỳ là hoặc bao gồm carbohydrat gồm nguyên một hoặc nhiều sacarit hoặc bao gồm một hoặc nhiều sacarit có thể được xử lý bằng bất kỳ một trong các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, nguyên liệu sinh khối có thể là các nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza.

Ví dụ, các nguyên liệu này có thể bao gồm giấy, các sản phẩm giấy, gỗ, các nguyên liệu liên quan đến gỗ, ván gỗ dăm trơn, cỏ, vỏ trấu, bã mía, bông, đay, gai dầu, lanh, tre, xidan, chuối abaca, rơm, lõi ngô, vỏ trấu, xơ dừa, tảo, tảo biển, bông, xenluloza tổng hợp hoặc hỗn hợp của các nguyên liệu này.

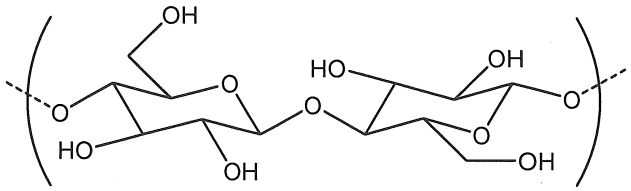
Các nguồn sợi bao gồm nguồn sợi xenluloza, bao gồm giấy và các sản phẩm giấy (ví dụ, giấy tráng phủ và giấy Kraft), và nguồn sợi lignoxenluloza, bao gồm gỗ và nguyên liệu liên quan đến gỗ, ví dụ, ván gỗ dăm trơn. Các nguồn sợi thích hợp khác bao gồm nguồn sợi tự nhiên, ví dụ, cỏ, vỏ trấu, bã mía, bông, đay, gai dầu, lanh, tre, xidan, chuối abaca, rơm, lõi ngô, vỏ trấu, xơ dừa; nguồn sợi có hàm lượng (xenluloza cao, ví dụ, bông; và nguồn sợi tổng hợp, ví dụ, sợi chỉ được ép đùn (sợi chỉ được định hướng hoặc sợi chỉ không được định hướng). Các nguồn sợi tự nhiên

hoặc tổng hợp có thể thu được từ nguyên liệu dệt thừa chưa dùng, ví dụ, mảnh vải lẻ hoặc chúng có thể là phế thải đã qua sử dụng, ví dụ, quần áo rách. Khi các sản phẩm giấy được sử dụng làm nguồn sợi, chúng có thể là nguyên liệu chưa dùng, ví dụ, nguyên liệu thừa chưa dùng hoặc chúng có thể là phế thải đã qua sử dụng. Ngoài nguyên liệu thô chưa dùng, phế thải đã qua sử dụng, phế thải công nghiệp (ví dụ, phế phẩm bỏ đi) và phế thải xử lý (ví dụ, đầu ra từ bước xử lý giấy) cũng có thể được sử dụng làm nguồn sợi. Nguồn sợi cũng có thể thu được hoặc có nguồn gốc từ phế thải của người (ví dụ, nước thải), động vật hoặc thực vật. Các nguồn sợi bổ sung khác đã được mô tả trong các patent Mỹ số 6.448.307, 6.258.876, 6.207.729, 5.973.035 và 5.952.105.

Theo một số phương án, carbohydrat là hoặc bao gồm nguyên liệu có một hoặc nhiều liên kết β-1,4 và có phân tử lượng trung bình theo số lượng nằm trong khoảng từ 3.000 đến 50.000. Carbohydrat này là hoặc bao gồm xenluloza (I), thu được từ (β-glucoza 1) thông qua việc ngưng tụ các liên kết β(1→4)-glycosit. Sự kết nối này tự tương phản với sự kết nối đối với các liên kết α(1→4)-glycosit có mặt trong tinh bột và các carbohydrat khác.



1



Hỗn hợp bất kỳ của các nguyên liệu nêu trên cũng có thể được sử dụng.

Hệ thống xử lý sinh khối ví dụ

Fig.1 thể hiện hệ thống 100 để chuyển hóa sinh khối, đặc biệt là sinh khối có các thành phần xenluloza và lignoxenluloza đáng kể, thành các sản phẩm và đồng sản phẩm hữu dụng. Hệ thống 100 bao gồm hệ thống con chuẩn bị nguyên liệu 110, hệ thống con xử lý sơ bộ 114, hệ thống con xử lý sơ cấp 118 và hệ thống con xử lý sau 122. Hệ thống con chuẩn bị nguyên liệu 110 nhận sinh khối ở dạng thô, chuẩn bị sinh khối bằng phương pháp vật lý để sử dụng làm nguyên liệu nhờ các quy trình bên dưới

(ví dụ, giảm kích cỡ của và làm đồng nhất sinh khối) và lưu trữ sinh khối cả ở dạng thô lẫn dạng nguyên liệu của nó. Nguyên liệu sinh khối có các thành phần xenluloza và lignoxenluloza đáng kể có thể có mức độ cứng cao, thường được minh họa bởi phân tử lượng trung bình và độ kết tinh cao, có thể khiến cho việc xử lý nguyên liệu thành các sản phẩm hữu dụng (ví dụ, lên men nguyên liệu để tạo thành etanol) khó khăn.

Hệ thống con thống xử lý 114 nhận nguyên liệu từ hệ thống con chuẩn bị nguyên liệu 110 và chuẩn bị nguyên liệu để sử dụng trong quy trình sản xuất sơ cấp bằng cách, ví dụ, giảm phân tử lượng trung bình và độ kết tinh của nguyên liệu. Hệ thống con xử lý sơ cấp 118 nhận nguyên liệu được xử lý từ hệ thống con thống xử lý 114 và tạo thành các sản phẩm hữu dụng (ví dụ, etanol, các rượu, dược phẩm và/hoặc thực phẩm khác). Trong một số trường hợp, đầu ra của hệ thống con xử lý sơ cấp 118 trực tiếp là hữu dụng, nhưng trong các trường hợp khác, cần tiếp tục xử lý bởi hệ thống con xử lý sau 122. Hệ thống con xử lý sau 122 tiếp tục xử lý luồng sản phẩm từ hệ thống xử lý sơ cấp 118 cần đến nó (ví dụ, chưng cất và làm biến tính etanol) cũng như xử lý luồng phế thải từ các hệ thống con khác. Trong một số trường hợp, các đồng sản phẩm của các hệ thống con 114, 118, 122 cũng trực tiếp hoặc gián tiếp là hữu dụng làm các sản phẩm thứ cấp và/hoặc làm tăng tổng hiệu suất của hệ thống 100. Ví dụ, hệ thống con xử lý sau 122 có thể tạo ra nước đã xử lý để được tái chế để sử dụng làm nước xử lý trong các hệ thống con khác và/hoặc có thể tạo ra phế thải dễ cháy có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho các nồi hơi tạo ra hơi nước và/hoặc điện.

Bước ép đùn kiểu trục vít được mô tả trong bản mô tả này có thể diễn ra dưới dạng là một phần của hệ thống con chuẩn bị nguyên liệu, ví dụ, để giảm kích cỡ của và/hoặc làm đồng nhất nguyên liệu sinh khối. Theo cách khác hoặc ngoài ra, bước ép đùn kiểu trục vít có thể được thực hiện dưới dạng là một phần của hệ thống con thống xử lý và/hoặc xử lý sơ cấp. Trong một số trường hợp, bước ép đùn kiểu trục vít có thể được sử dụng để tăng mật độ nguyên liệu sợi, như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Theo một số phương án thực hiện, thiết bị ép đùn kiểu trục vít có thể được sử dụng làm bình phản ứng, trong đó sinh khối được cho qua phản ứng, như thủy phân.

Kích thước tối ưu cho nhà máy chuyển hóa sinh khối chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố bao gồm quy mô kinh tế và loại và tính khả dụng của sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu. Việc làm tăng kích thước nhà máy có xu hướng làm tăng quy mô

kinh tế liên quan đến các quy trình của nhà máy. Tuy nhiên, việc làm tăng kích thước nhà máy cũng có xu hướng làm tăng chi phí (ví dụ, chi phí vận chuyển) cho mỗi nguyên liệu. Các nghiên cứu phân tích các yếu tố này cho thấy rằng, kích thước thích hợp cho nhà máy chuyển hóa sinh khối có thể nằm trong khoảng từ 2.000 đến 10.000 tấn nguyên liệu khô mỗi ngày, tùy thuộc ít nhất một phần vào loại nguyên liệu được sử dụng. Loại nguyên liệu cũng có thể ảnh hưởng đến nhu cầu lưu trữ của nhà máy với các nhà máy được thiết kế chủ yếu để xử lý nguyên liệu tính khả dụng của nó thay đổi theo mùa (ví dụ, thân rơm ngô), cần lưu trữ nhiều nguyên liệu tại chỗ hoặc chỗ khác hơn các nhà máy được thiết kế để xử lý nguyên liệu tính khả dụng của nó tương đối ổn định (ví dụ, giấy loại).

Ép đùn kiểu trục vít

Quy trình được bộc lộ trong bản mô tả này sử dụng một cách thuận lợi ít nhất một bước ép đùn kiểu trục vít để tăng cường việc xử lý sinh khối thành các sản phẩm hữu dụng. Như đã nêu trên, quy trình ép đùn kiểu trục vít có thể được thực hiện tại một hoặc nhiều điểm trong hệ thống xử lý sinh khối. Nói chung, trang thiết bị và các kỹ thuật được sử dụng sẽ là tương tự nhau, bất kể bước ép đùn kiểu trục vít được thực hiện tại thời điểm nào trong quy trình. Hệ thống và các thông số chung cho bước ép đùn kiểu trục vít sẽ được nêu sau đây. Đến mức mà, bất kỳ trong số các thông số này được thay đổi thủy thuộc vào khi nào bước ép đùn kiểu trục ví được thực hiện, điều này sẽ được đề cập đến trong phần mô tả các hệ thống con của hệ thống xử lý sinh khối 100 sau đây.

Hệ thống thứ nhất được mô tả, được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.20, có thể được sử dụng một cách thuận lợi làm bình phản ứng, trong đó phản ứng được thực hiện, như sẽ được nêu dưới đây. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện, hệ thống này có thể được sử dụng đơn giản để nghiền, tán nhỏ hoặc nghiền nguyên liệu sinh khối, có sử dụng hoặc không sử dụng nhiệt hoặc áp suất. Hơn nữa, tuy ví dụ về các chất tham gia phản ứng hóa học được nêu dưới đây, nhưng các chất tham gia phản ứng hóa học hoặc chất phụ gia khác cũng có thể được sử dụng hoặc theo một số phương án, trong đó thiết bị ép đùn kiểu trục vít không được sử dụng làm bình phản ứng, không bổ sung bất kỳ chất nào.

Chừng nào thiết bị ép đùn kiểu trục vít một ống được nêu dưới đây và được

thể hiện trên các hình vẽ, nhưng thuật ngữ "ép đùn kiểu trục vít", trong bản mô tả này, cũng bao gồm đồng ép đùn. Do đó, nếu muốn, bước ép đùn kiểu trục vít có thể bao gồm việc đồng ép đùn bằng cách sử dụng thiết bị đồng ép đùn nhiều nòng. Thiết bị đồng ép đùn nhiều nòng có thể có, ví dụ, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 hoặc 10 nòng. Các thiết bị đồng ép đùn như vậy đã được biết rõ và do đó không được minh họa trong bản mô tả này. Bước đồng ép đùn có thể được sử dụng theo nhiều cách. Ví dụ, sinh khối có thể được tách thành hai hoặc nhiều đoạn, các đoạn này sau đó được chuyển qua các nòng riêng biệt của thiết bị đồng ép đùn. Nếu muốn, các đoạn này có thể được xử lý theo cách khác trong các nòng khác. Ví dụ, một đoạn có thể được oxy hóa bằng cách xử lý bằng chất oxy hóa, trong khi đoạn khác có thể được cho qua hơi nước và áp suất không phải là oxy hóa. Theo cách khác hoặc ngoài ra, nhiều đoạn có thể là khác nhau trước khi đưa chúng vào thiết bị đồng ép đùn, ví dụ một đoạn có thể có hàm lượng ẩm cao hơn đoạn khác. Theo phương án khác, sinh khối được cấp vào trong một hoặc nhiều nòng trong lúc nguyên liệu không phải sinh khối được cấp vào trong một hoặc nhiều nòng khác. Thiết bị đồng ép đùn có thể được sử dụng để bồi nhiều lớp, lớp này bồi lên phần trên của lớp kia để tạo thành các sản phẩm ép đùn đa lớp. Theo cách khác, nhiều sản phẩm ép đùn thoát ra khỏi các nòng có thể được trộn đơn giản với nhau. Nói chung, trong trường hợp này, thiết bị đồng ép đùn được sử dụng cho phép các đoạn hoặc nguyên liệu khác nhau được xử lý theo cách khác nhau trong suốt quy trình đồng ép đùn.

Ngoài ra, nếu muốn, hai thiết bị ép đùn kiểu trục vít hoặc nhiều hơn (thiết bị ép đùn một ống và/hoặc thiết bị đồng ép đùn theo kết hợp mong muốn bất kỳ), có thể được liên kết với nhau thành chuỗi. Việc này có thể cho phép, ví dụ, khi một loạt các bước ép đùn kiểu trục vít được thực hiện trong các điều kiện khác nhau hoặc có thể cho phép thời gian trú ngụ dài trong nòng thiết bị ép đùn kiểu trục vít không cần đến một thiết bị ép đùn kiểu trục vít dài. Trong một ví dụ, sinh khối trước tiên được xử lý trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít một ống và sau đó sinh khối được xử lý tạo thành được tách thành hai luồng, hai luồng này được cấp vào trong hai nòng của thiết bị đồng ép đùn.

Sản phẩm ép đùn hoặc sản phẩm đồng ép đùn có thể là sản phẩm ghép, ví dụ, ở dạng tấm hoặc dạng viên. Viên được tạo ra bằng cách ép đùn hoặc đồng ép đùn có thể được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau, ví dụ trong các quy trình sản xuất

các tấm ghép. Các ứng dụng khác đối với sản phẩm ép đùn hoặc sản phẩm đồng ép đùn bao gồm dược phẩm, thực phẩm chức năng và thực phẩm.

Fig.13 thể hiện thiết bị ép đùn kiểu trục vít 20, có thể là, ví dụ, thiết bị ép đùn kiểu trục vít kép Werner & Pfleiderer ZDS-K 53. Thiết bị ép đùn kiểu trục vít được thể hiện trên Fig.13 có hai trục vít quay cùng chiều trong bản mô tả này được điều khiển bởi động cơ 21, mặc dù cách bố trí quay ngược chiều nhau cũng có thể được sử dụng. Vỏ 20a có cửa nạp nguyên liệu, trong đó nguyên liệu cần chuyển hóa được tiếp nhận. Nguyên liệu sinh khối, ví dụ, ở dạng vữa hoặc ở trạng thái khô hoặc bán khô, được cấp vào trong thiết bị ép đùn 20 bằng vít xoắn trong phễu 10, như được thể hiện trên Fig.14, có các trục vít để chuyển nguyên liệu vào thiết bị ép đùn.

Thiết bị ép đùn 20 bao gồm vùng phản ứng 25 được liên kết ở phía đầu vào của nó bởi vùng gioăng động học 24 và được liên kết ở phía đầu ra của nó bởi van xả 80. Phía trên của vùng phản ứng là phần đầu vào hoặc vùng gia nhiệt sơ bộ 22a của các trục vít kép 22, ở đó đầu vào dạng sợi trước tiên được nhận và nhờ đó được chuyển vào vùng phản ứng.

Khi nguyên liệu sợi được nhận ở dạng vữa, nhiều nước của vữa được loại bỏ trong quá trình vận chuyển vữa vào vùng phản ứng và nhằm mục đích này, ống xả nước 23 được bố trí ở phía trên của gioăng động học. Khi nguyên liệu sợi được cấp ở dạng khô, không cần đến ống xả nước vì chất lỏng được bổ sung vào đó chỉ đủ để có tác dụng làm chất mang hoặc, trong trường hợp thủy phân, có tác dụng làm chất phản ứng và do đó ít hoặc không có nước được loại bỏ trong suốt quá trình vận chuyển.

Thiết bị này còn bao gồm thiết bị đầu vào 30 để bổ sung chất phụ gia, ví dụ, chất xúc tác axit, chất oxy hóa, chất khử hoặc bazơ. Thiết bị đầu vào 30 bao gồm thùng 31 và bơm định lượng 32 cấp chất phụ gia dọc theo ống 33 vào trong cửa vào 34 trong vỏ thiết bị ép đùn. Tốt hơn nếu cửa vào 34 nằm tại phần bắt đầu của vùng phản ứng 25, như được thể hiện, sao cho chất phụ gia tác động lên các chất phản ứng về cơ bản là trong suốt toàn bộ thời gian lưu của chất phản ứng trong vùng phản ứng. Tuy nhiên, vị trí của cửa vào 34 có thể được thay đổi, ví dụ tùy thuộc vào nhiệt độ trong vùng phản ứng. (Ở các nhiệt độ cao hơn, phản ứng thường sẽ diễn ra

nhanh hơn và do đó chất phụ gia có thể được cho qua vùng phản ứng ở vị trí gần với đầu ra của nó hơn).

Theo một số phương án thực hiện, thuận lợi nếu phản ứng diễn ra ở nhiệt độ cao và để làm cho phản ứng diễn ra theo cách thuận lợi nhất, hơi nước có thể được bổ sung để bổ sung năng lượng cho vùng phản ứng để tăng nhanh nhiệt độ. Để thực hiện việc này, thiết bị cấp hơi nước 40 được bố trí. Thiết bị 40 bao gồm ống hơi nước 41 và cửa vào hơi nước 42. Hơi nước cũng có thể được sử dụng làm nguồn cấp nước cho bước thủy phân xenluloza khi nó ngưng tụ trong vùng phản ứng.

Cũng cần lưu ý rằng, khi nguyên liệu sợi được cho qua trong thiết bị ép đùn ở dạng khô, nước có thể được bổ sung vào vùng gia nhiệt sơ bộ trước khi gioăng động học 24 qua cửa vào 34.

Cửa chỉ thị áp suất 51 cũng được bố trí dọc theo vỏ thiết bị ép đùn, kết hợp với thiết bị chỉ thị áp suất 50, cho phép theo dõi áp suất trong vùng phản ứng. Hơn nữa, cửa vào nhiệt độ 43 cũng được bố trí cho phép theo dõi nhiệt độ trong các vùng khác nhau của khối thiết bị ép đùn. Các vùng này được nêu trên Fig.15 là các vùng 1-4 và thể hiện ví dụ về kết cấu nhiệt của thiết bị trong quá trình sử dụng.

Ngoài ra, tại cửa ra của vùng phản ứng 25, van xả áp suất 60 cũng được bố trí để xả áp suất khi áp suất trong vùng phản ứng vượt quá giới hạn cho phép.

Việc xả liên tục và gần như liên tục các chất phản ứng ra khỏi thiết bị ép đùn được thực hiện bởi van xả 80, van này xả các chất phản ứng vào trong bình thu 70 có lỗ thông khí 71 và ống xối 72.

Trên Fig.17 - Fig.18, van xả 80 có thể được sử dụng trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít sẽ được mô tả chi tiết hơn. Theo phương án thực hiện này, bước xả được thực hiện theo cách gần như liên tục bằng cách sử dụng van cầu hoạt động nhờ thủy lực, ví dụ, van cầu Kamyr kích thước 2,08 cm (hai insơ) có lỗ 3,81 cm (1,5") để thực hiện nhiệm vụ nặng. Quả cầu 81 có lỗ 3,81 cm (1,5") 82 có thể quay được trên trục 83 có thể dịch chuyển được nhờ thủy lực theo cách thông dụng. Quả cầu 81 được đặt ở đầu ra của thiết bị ép đùn có gờ 27 để định rõ lỗ van 26 hoạt động cùng với lỗ 82 để thực hiện việc xả gần như liên tục các chất phản ứng.

Fig.17 thể hiện van 80 mở hoàn toàn, tức là, lỗ 82 thẳng hàng hoàn toàn với

lỗ cửa 26. Fig.18 thể hiện van 80 ở vị trí đóng hoàn toàn, tức là, với lỗ 82 lệch pha 90 độ so với lỗ cửa 26. Quả cầu, trong trường hợp van cầu Kramyr, quay 180 độ cứ 20 giây một lần, do đó mất 0,25 giây để quay. Theo đó, van ở vị trí mở hoàn toàn khoảng 10% thời gian và do đó là mỗi chu kỳ trong khoảng 0,025 giây.

Trên Fig.19, gioăng động học 24 được mô tả chi tiết hơn. Gioăng động học có thể được tạo thành, ví dụ, bằng cách bố trí các ren quay theo chiều sang trái 24 trong vùng gioăng động học với các ren quay theo chiều sang phải ở phía trên của chúng ở khu vực trục vít 22a và ở phía dưới của chúng ở khu vực trục vít 22b. Các ren trục vít quay theo chiều sang trái 24 hoạt động để tạo thành chốt động học bịt kín vùng phản ứng và ngăn không cho khí thoát ra trong khi chuyển liên tiếp đầu vào vào vùng phản ứng.

Gioăng động học, kết hợp với van 80, cho phép áp suất và/hoặc nhiệt độ cao được duy trì trong vùng phản ứng, nếu muốn, trong lúc cho phép các trục vít chuyển nguyên liệu vào vùng phản ứng và ra khỏi vùng phản ứng.

Đầu vào vùng phản ứng có thể là, ví dụ, nguyên liệu sinh khối dạng khô 11,34 kg/giờ (25 pao/giờ), nước 12,60 kg/giờ (30 pao/giờ) và chất tham gia phản ứng hóa học 45,4 kg/giờ (100 pao/giờ), ví dụ, dung dịch axit. Đối với các đầu vào này, đầu ra có thể là, ví dụ, hỗn hợp chất rắn 20% bao gồm glucoza 2,72 kg/giờ (6 pao/giờ), xenluloza 4,1 kg/giờ (9 pao/giờ), lignin 2,27 kg/giờ (5 pao/giờ), hemi xenluloza hoặc các sản phẩm đã thoái hoá 2,27 kg/giờ (5 pao/giờ), nước 45,4 kg/giờ (100 pao/giờ). Thành phần trong vùng phản ứng sẽ thay đổi theo nguyên liệu và thành phần sản phẩm cũng thay đổi theo nguyên liệu và các điều kiện phản ứng.

Nguyên liệu để cấp ướt có thể có độ đặc của vữa, ví dụ, từ 5% đến 50%, với độ nhớt giới hạn. Nguyên liệu sinh khối bất kỳ được nêu trong bản mô tả này có thể được sử dụng. Tốt hơn nếu, nguyên liệu có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 0,01 đến 250 μm, ví dụ từ 0,1 đến 100 μm hoặc từ 0,250 đến 50 μm. Độ lệch kích thước hạt có thể là, ví dụ, $\pm$ 6 lần kích thước hạt trung bình, 3 lần kích thước hạt trung bình hoặc 1 lần kích thước hạt trung bình. Thường ưu tiên là hạt có dạng hình tròn hoặc dạng hình đĩa.

Tốc độ cấp có thể thay đổi, tùy thuộc vào độ đặc của nguyên liệu và RPM của trục vít, nhưng tốt hơn nếu là rất cao, để tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử

dụng trong quy trình lưu lượng cao. Ví dụ, đối với nhà máy sản xuất etanol 189.270.589 L/năm (50.000.000 gal/năm), lưu lượng là khoảng 57 tấn/giờ (114.000 lb/giờ) đối với sinh khối thu được 379 L/tấn (100 gal/tấn). Do đó, ưu tiên nếu tốc độ cấp ít nhất là 22.679,6 kg/giờ (50.000 lb/giờ), tốt hơn nữa nếu ít nhất là 45.359,2 kg/giờ (100.000 lb/giờ). Để đạt được tốc độ cấp cao này, cần có khu đất trũng rất lớn. Theo đó, thường yêu cầu là thiết bị ép đùn kiểu trục vít phải rất lớn và/hoặc có nhiều thiết bị ép đùn kiểu trục vít vận hành song song.

Nhiệt độ phản ứng có thể thay đổi, ví dụ từ 177°C (350°F) đến 288°C (550°F) ở 6895 kPa (1000 psi) và cũng có thể cao hơn tùy thuộc vào áp suất hơi nước có sẵn và khả năng xả nhanh. Các cách thức vận chuyển năng lượng thay thế cũng có thể được sử dụng, như nước hoặc hơi nước quá nhiệt hoặc nhiệt trực tiếp. Kết cấu nhiệt là sao cho tất cả các vùng 2-4 có thể thay thế lẫn nhau và có thể thay đổi chiều dài từ 1 đến 3 phần nòng. Nhiệt độ vùng gia nhiệt sơ bộ có thể thay đổi từ khoảng 0°C (32°F) đến 100°C (212°F) và nhiệt độ vùng phản ứng có thể thay đổi từ khoảng 177°C (350°F) đến 288°C (550°F).

Áp suất phản ứng có thể thay đổi, ví dụ từ 931 kPa (135 psi) đến 20.684 kPa (3000 psi) hoặc cao hơn, tùy thuộc vào áp suất hơi nước có sẵn và khả năng xả nhanh. Theo một số phương án, áp suất phản ứng có thể nằm trong khoảng từ 1.379 đến 3.447 kPa (từ 200 đến 500 psi). Theo một số phương án, áp suất trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít có thể là tương đối thấp, ví dụ, nhỏ hơn 517 kPa (75 psi).

Nồng độ axit dùng cho quy trình này có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% dịch phun axit với tốc độ từ 0 đến 136 kg/giờ (từ 0 đến 300 pao/giờ). Các axit thay thế hoặc các chất phụ gia khác có thể được sử dụng, ví dụ, peroxit, ví dụ, hydro hoặc benxoyl peroxit; bazơ, như natri hydroxit hoặc vôi; HCl; HNO_3; axit hữu cơ; hoặc khí SO_2.

Việc xả nước sẽ xảy ra sẽ thay đổi theo tốc độ trục vít và tốc độ nhồi, cũng như kết cấu trục vít. Tốc độ này có thể thay đổi từ, ví dụ, 36,2 kg/giờ (80 pao/giờ) với tốc độ cấp 45,4 kg/giờ (100 pao/giờ) lên tới 327 kg/giờ (720 pao/giờ) với tốc độ cấp 408 kg/giờ (900 pao/giờ). Các chất rắn trong đầu ra xả nước cũng thay đổi, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,05% đến 5%.

Kết cấu trục vít có thể có tổng chiều dài 2.250 mm và vùng cấp được chốt sơ

bộ gồm các chi tiết có bước răng 30 mm có chiều dài 630 mm chuyển nguyên liệu 30 mm về phía trước trong mỗi vòng. Vùng chốt có thể có chiều dài là, ví dụ, 30 mm với bước răng quay theo chiều sang phải 90 mm. Vùng phản ứng có thể có chiều dài là, ví dụ, 1590 mm với các bộ phận bằng thép không gỉ có bước răng 45 mm. Các bộ phận của trục vít có thể được thay đổi hoặc toàn bộ trục vít có thể được thay đổi, để phù hợp với các yêu cầu ứng dụng khác nhau.

Vùng gia nhiệt sơ bộ vận chuyển về phía trước 22a có thể là dạng kết hợp bất kỳ của các chi tiết quay theo chiều sang phải có chiều dài lên tới 2000 mm với các chi tiết có bước răng 30, 45, 60 hoặc 90 mm. Cũng được bao hàm trong bản mô tả này có thể là các bộ phận trộn, nghiền thành bột hoặc ngào trộn, để tạo ra nguyên liệu đồng nhất cho vùng gioăng động học 25. Vùng gioăng động học tạo thành chốt động học có thể dài từ 15 đến 360 mm và bao gồm các chi tiết có bước răng quay theo chiều sang trái 30, 45, 60 hoặc 90 mm. Vùng phản ứng bao gồm bộ phận chuyển về phía trước quay theo chiều sang phải có chiều dài lên tới 2000 mm và bao gồm các chi tiết có bước răng quay theo chiều sang phải 30, 45, 60 hoặc 90 mm. Van xả có thể là, ví dụ, van cầu Kamyr 5,08 cm (2") có lỗ 13,97 cm (11/2") chu kỳ 20 giây ở 0,25 giây mỗi chu kỳ 180 độ.

Tốc độ máy trục vít, tính theo số vòng mỗi phút (RPM), có thể thay đổi, ví dụ từ 40 RPM đến 750 RPM, ví dụ từ 50 RPM đến 300 RPM. Thiết bị biến đổi trục vít và vít xoắn trong phễu có thể vận hành từ khoảng 8% đến 100% giá trị tối đa, ví dụ từ 8% đến 15%. Mô men quay cũng thay đổi, ví dụ từ 20% đến 100% giá trị tối đa, ví dụ, khoảng 50% đến 70%, dựa vào RPM của trục vít, tốc độ nhồi, độ đặc của nguyên liệu, kết cấu trục vít, profin nhiệt độ, phụt axit, tốc độ chuyển hóa và tốc độ xả.

Việc chuyển hóa glucoza phụ thuộc vào tất cả các thông số nêu trên, như thời gian lưu, nồng độ axit, nhiệt độ, việc trộn tất cả đều phụ thuộc vào các thông số của máy và có thể thay đổi từ 5% đến 95% giá trị chuyển hóa tối đa theo lý thuyết.

Fig.19 và Fig.20 thể hiện van thay thế 80', được tạo kết cấu cho phép xả liên tục các chất phản ứng đáp lại áp suất định trước trong vùng phản ứng 25. Van 80' bao gồm thân van hình cầu 81 hoạt động cùng với đầu cuối được tạo gờ của vỏ thiết

bị ép đùn 27 có lỗ van 26 trong bản mô tả này. Thân van hình cầu 81 tốt hơn nếu là thân van 5,08 cm (2").

Thân van 81 được đặt trong đĩa van 82 có lò xo 85 hoạt động trên đó để hướng thân van 81 sang vị trí đóng được thể hiện trên Fig.18. Việc đẩy được tiến hành bằng cách sử dụng bốn trục vít 83 được cố định tại một đầu cuối vào trong phần gờ 27 và có các phần có ren 83a ở đầu cuối còn lại của chúng. Đĩa 84 được khớp lên trên các phần có ren 83a được ngăn không cho di chuyển sang phải bằng các đai ốc 86 được khớp ren với các phần có ren 83a. Khối van được bịt kín bởi đĩa 87, được bắt vít bằng các trục vít 88 lên trên vỏ 89 sao cho đường ra duy nhất của nguyên liệu xả qua lỗ cửa 26 là đầu ra 90.

Trong khi sử dụng, khi áp suất trong vùng phản ứng 25 vượt quá lực tác dụng lên thân van 81 bởi lò xo 85, thân van 81 được di chuyển sang trái như được thể hiện trên Fig.20 và phần xả đi qua lỗ cửa 26 và qua đầu ra 90. Khi thiết bị ép đùn kiểu trục vít được sử dụng, áp suất trong vùng phản ứng sẽ được duy trì liên tục sao cho, sau khi khởi động quy trình, thân van 81 sẽ duy trì ở vị trí mở và phần xả sẽ liên tục đi qua van 80'.

Áp suất tại đó van 80' sẽ được duy trì ở vị trí mở liên tục (Fig.20) có thể được thiết lập trước bằng cách sử dụng các đai ốc 86 nêu trên gài khớp vào các phần có ren 83a. Để tăng áp suất đã chọn, các đai ốc 86 được quay theo chiều kim đồng hồ để di chuyển đĩa 84 sang trái, nhờ đó làm tăng lực lò xo 85 tác dụng lên đĩa 82 và theo đó là thân van 81. Theo đó, áp suất có thể được giảm bằng cách đảo chiều quy trình nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.21, theo một số phương án, vùng gioăng động học 24 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng trục vít không có ren được đục lỗm hướng kính 240 trên mỗi trục vít, với các trục vít quay theo chiều sang trái tùy ý 24a ở phía trên của chúng và 24b ở phía dưới của chúng. Các phần được đục lỗm hướng kính không có ren 240 với các phần trục vít có ren quay theo chiều sang trái tùy ý 24a, 24b, khi được kết hợp với các phần trục vít có ren 22a ở phía trên của chúng và 22b ở phía dưới của chúng, hoạt động để tạo ra chốt động học bịt kín vùng phản ứng và ngăn không cho khí thoát ra qua đầu vào, trong lúc vẫn cho phép nguyên liệu nạp vào được chuyển bằng cách đó vào vùng phản ứng.

Gioăng động học, kết hợp với phương tiện van 80, duy trì áp suất cao và, khi muốn, nhiệt độ cao trong vùng phản ứng, trong lúc vẫn cho phép các trục vít chuyển nguyên liệu vào vào vùng phản ứng và ra khỏi vùng phản ứng và cho phép quy trình phản ứng diễn ra ở đây.

Theo một số phương án, thiết bị ép đùn kiểu trục vít được sử dụng để nghiền và giảm sự tái hóa vôi của sinh khối. Ví dụ, thiết bị ép đùn kiểu trục vít có thể được sử dụng để khử sự hóa gỗ của nguyên liệu sinh khối. Ví dụ về các thiết bị ép đùn kiểu trục vít thích hợp để thực hiện quy trình như vậy được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.22 đến Fig.24.

Fig.22 và Fig.23 thể hiện thiết bị ép đùn kiểu trục vít bao gồm cặp trục song song 601, 602, mỗi trục được bố trí bề mặt hình xoắn ốc 603, 604, theo thứ tự, các trục này được sắp xếp sao cho các bề mặt 603, 604 xuyên vào nhau. Mỗi trục được lắp tại mỗi đầu cuối trong ổ đỡ 611, 612, 621, 622, các ổ đỡ này được lắp ở các đầu cuối của vỏ 605 bao quanh các trục 601, 602.

Hai trục này được quay đồng thời bởi động cơ 606 thông qua hai bánh răng giảm tốc 661, 662, mỗi bộ bao gồm bánh răng chuyền được lắp lên phần mở rộng 610, 620 của trục tương ứng ở bên kia ổ đỡ 611, 622 tương ứng. Hai bánh răng giảm tốc này được sắp xếp đầu-cuối, mỗi bộ tại mỗi đầu cuối của vỏ 605. Các bánh răng giảm tốc này được sắp xếp sao cho hai trục được quay với cùng tốc độ và theo cùng chiều bởi động cơ 606. Hai cửa 651, 652 được bố trí trong vỏ 605, mỗi cửa tại mỗi đầu cuối của vỏ, cửa 651 được sắp xếp ở đầu cuối ở phần đầu của các bề mặt hình xoắn ốc và cửa 652 được sắp xếp ở đầu cuối ở phần cuối của các bề mặt hình xoắn ốc. Các trục được quay theo hướng tạo ra sự chuyển động về phía trước của nguyên liệu được cấp vào máy qua cửa 651 hướng về phía cửa 652.

Bước răng của các bề mặt hình xoắn ốc 603, 604 thay đổi dọc theo chiều dài của các trục 601 và 602 để xác định các vùng kế tiếp với các bước răng khác nhau. Theo phương án đơn giản nhất, như được thể hiện trên Fig.22, các bề mặt hình xoắn ốc có vùng A có bước răng rộng trong đó nguyên liệu được cho qua qua cửa vào 651 tiến xuôi chiều về phía trước và vùng "hãm" B trong đó bước răng của các bề mặt được đảo ngược, vùng "hãm" về cơ bản kéo dài qua trục thứ ba cuối cùng trong số các trục cho tới cửa ra 652. Nguyên liệu được cho qua qua cửa 651 được vận

chuyển dọc theo các trục hướng tới cửa 652 và bị hãm khi đi vào vùng B, trong đó các bề mặt hình xoắn ốc có xu hướng đẩy nó theo chiều ngược lại.

Trong vùng hãm này, các bề mặt hình xoắn ốc được bố trí lỗ cửa hoặc cửa sổ 630 và 640 có thể kéo dài từ trục cho tới mép ngoài của các bề mặt. Kích thước và sự ngăn cách các cửa sổ này có thể được chọn theo mong muốn và các cửa sổ này cho phép, một cách đặc biệt, nguyên liệu di chuyển tiến lên và di chuyển có thể lựa chọn xuôi xuống phía dưới khi bước nghiền diễn ra.

Bột nghiền rời khỏi cửa 652 thực tế ở áp suất khí quyển. Do đó, máy không cần phải vừa khớp với đầu mũi hội tụ, có nghĩa là các ổ đỡ 611, 612, 621, 622 có thể được lắp tại mỗi đầu của mỗi trục 601, 602 và các bánh răng giảm tốc có thể được khớp tại cả hai đầu cấu của vỏ, như được thể hiện trên Fig.22.

Lớp rào 607 có thể được sắp xếp dọc theo vỏ cho phép nhiệt độ của các vùng được kiểm soát một cách chính xác bằng cách gia nhiệt hoặc làm nguội có kiểm soát. Tốt hơn nếu bước gia nhiệt cảm ứng được sử dụng, vì bước này cho phép kiểm soát nhiệt độ một cách đặc biệt chính xác. Hơi nước có thể được cho qua vỏ nếu muốn.

Nguyên liệu được cho qua qua cửa 651 được vận chuyển bên dưới bằng cách quay các trục. Vì các trục quay theo cùng một chiều, nên cũng đạt được tác dụng bơm cho phép vận chuyển nguyên liệu bên dưới thậm chí khi không gian giữa bề mặt hình xoắn ốc không được lấp đầy. Trong vùng A, nguyên liệu dàn trải ra ở dạng lớp mỏng dọc theo các bề mặt hình xoắn ốc, được làm đầy dần. Nguyên liệu có xu hướng được định hướng theo cách đồng nhất và được đưa, đặc biệt là ở phần 634 (Fig.23) nơi các bề mặt hình xoắn ốc xuyên vào nhau vào các lực nén và cắt xén kết hợp, lực nén chủ yếu là do sự xuyên vào nhau của các bề mặt và lực cắt xén chủ yếu là do sự quay của các trục theo cùng chiều, tạo ra cách nghiền. Ngoài ra, sự quay của các bề mặt hình xoắn ốc theo cùng chiều giúp khuấy nguyên liệu làm đồng nhất nó. Nhiệt độ tăng do ma sát, nhưng có thể được kiểm soát và được giữ ở mức cần thiết bằng cách làm nguội vỏ, không làm loãng nguyên liệu được vận chuyển.

Tại đầu cuối của vùng A, các ren đầy dần do việc hãm sự lưu thông nguyên liệu gây ra nhờ sự đảo ngược bước răng của các bề mặt trong vùng B. Tại phần đi vào vùng B, việc đảo ngược các ren tạo ra sự tích tụ nguyên liệu đáng kể, tạo ra

vùng bị nén mạnh. Chính trong vùng B, bước nghiền được hoàn thành, tác dụng hãm do việc đảo ngược các bề mặt tăng cường tác động kết hợp của lực nén và lực cắt xén.

Do đó, nguyên liệu được giữ trong vùng này trong khoảng thời gian dài và trải qua bước trộn làm đồng nhất nó. Các cửa sổ 630 và 640 được tạo thành ở các bề mặt hình xoắn ốc cho phép nguyên liệu tiến về phía trước bên dưới khi nó được nghiền, phần được nghiền không tốt bằng được giữ lâu hơn trong vùng làm việc.

Bột nghiền cơ học rất đặc có các tính chất cơ học tốt được lấy ra khỏi cửa 652.

Để tạo thành thiết bị ép đùn kiểu trục vít cho nguyên liệu dẻo, cấu trúc dạng môđun thường được sử dụng, mỗi trục vít gồm các bộ phận được lắp với nhau và được tạo ren trên trục chính. Dạng cấu trúc này có thể được sử dụng để tạo ra các bề mặt hình xoắn ốc có các vùng kế tiếp với các bước răng khác nhau thích ứng với được kết quả cuối cùng theo mong muốn. Tốc độ vận chuyển có thể được thay đổi dọc theo trục và tương tự với áp suất trong nguyên liệu. Các bề mặt có thể bao gồm, ví dụ, một vài phần có một vài bước răng được bố trí các cửa sổ để nguyên liệu đi qua và có tác dụng làm vùng vùng hãm tách biệt khỏi nhau, trong đó các chốt liên tiếp được tạo thành. Bằng cách thay đổi bước răng và số lượng và kích thước của các cửa sổ, các chốt có thể được tạo ra dày đặc hơn hoặc ít dày đặc hơn. Sau đó, với sự hỗ trợ của bơm áp suất hoặc phương tiện đã biết bất kỳ khác, có thể bơm dịch lỏng vào vùng hãm hoặc giữa hai chốt. Dịch lỏng này có thể là, ví dụ, nước quá nhiệt hoặc hơi nước hoặc chất tham gia phản ứng hóa học tốt hơn nếu được gia nhiệt. Việc bơm dịch lỏng nóng này dưới áp suất có thể tạo điều kiện thuận lợi lớn cho sự thâm nhập của nó vào trong nguyên liệu, ví dụ, sợi gỗ và tăng tốc quy trình nghiền.

Tùy thuộc vào áp suất phun, độ nhớt dịch lỏng phản ứng được bơm vào và bước răng của các bề mặt hình xoắn ốc, có thể bố trí một vài điểm phun, để các dịch lỏng khác nhau di chuyển theo cùng một hướng với nguyên liệu hoặc ngược với dòng nguyên liệu.

Fig.24 thể hiện thiết bị ép đùn kiểu trục vít theo phương án khác. Thiết bị ép đùn bao gồm vùng I, trong đó các bề mặt hình xoắn ốc có bước răng khá rộng và

nguyên liệu thô được nhúng với hơi nước. Trong vùng này, vỏ khớp với chi tiết gia nhiệt cảm ứng 671. Nguyên liệu được cho qua qua cửa 651 và hơi nước được lấy ra qua cửa 653, có thể được nối với bơm chân không, tại đầu cuối của vùng.

Trong vùng II, giai đoạn nấu thứ nhất có thể được tiến hành trong điều kiện có mặt chất tham gia phản ứng hóa học được cho qua qua cửa 654. Áp suất cao có thể được tạo ra trong vùng này và nhiệt độ cần thiết thu được bằng chi tiết gia nhiệt 672. Như đã nêu trên, tác dụng của việc bơm nguyên liệu giữa các bề mặt hình xoắn ốc cho phép các lát mỏng di chuyển dọc theo trong màng mỏng, tạo điều kiện thuận lợi lớn cho sự tiếp cận của chất phản ứng với các lát mỏng sự điều chỉnh chính xác nhiệt độ phản ứng, nhiều tác dụng giống như vậy do sự quay của các bề mặt theo cùng chiều có thể giúp khuấy các lớp trong vùng 634 trong đó các bề mặt xuyên vào nhau. Do đó, có thể đạt được việc xử lý được kiểm soát tốt và đồng nhất hơn nhiều.

Trong vùng III, bước răng được đảo ngược và các ren được tạo ra có các cửa sổ 630 để vận chuyển có kiểm soát nguyên liệu xuống bên dưới. Bước nghiền cơ học nguyên liệu thô từ vùng II về cơ bản được thực hiện trong vùng III này. Bước nghiền được tiến hành theo quy trình mô tả ở trên. Khi đi vào vùng III, nguyên liệu được nén mạnh dưới tác dụng hãm do sự đảo ngược của bước răng của các bề mặt hình xoắn ốc. Các cửa sổ được tạo thành ở các bề mặt cho phép lưu thông nguyên liệu xuống phía dưới khi bước nghiền diễn ra. Ngoài ra, việc hãm nguyên liệu thô ở phần đi vào vùng III tạo ra sự quay trở lại của chất lỏng dư thừa bất kỳ vào vùng II, nơi nó có thể được lấy ra qua cửa 655 để có thể quay vòng lại.

Việc cho nguyên liệu ẩm đi qua giữa một vài trục vít xuyên vào nhau bên trong vỏ tạo ra sự di chuyển theo hướng ngược luồng của các pha lỏng và khí và sự chuyển động theo hướng xuôi xuống phía dưới của pha rắn.

Trong vùng IV, giai đoạn nấu thứ hai được tiến hành dưới áp suất. Trong vùng này, bước răng của các bề mặt hình xoắn ốc có thể được mở rộng để tạo ra màng mỏng của bột nghiền. Nhiệt độ cần thiết thu được bằng chi tiết gia nhiệt 673. Oxy có thể được cho qua dưới áp suất, nếu muốn.

Vùng V có các bề mặt hình xoắn ốc có bước răng gần nhau với các ren đảo ngược và các cửa sổ trong đó bột nghiền được nén lại, chất lỏng di chuyển theo chiều ngược luồng được lấy ra qua cửa 656. Tương tự, cửa 657 để loại khí có thể

được bố trí ở ở phía trên. Do đó, trong vùng V, thao tác nghiền cuối cùng được thực hiện trên nguyên liệu chưa được nấu bất kỳ.

Vùng xử lý hóa học mới 680 cũng có thể được bố trí ở phía dưới vùng V để đưa hóa chất phụ gia vào, cuối cùng có thể được lấy ra qua lỗ cửa ra 652.

Khi bột nghiền đi ra ở áp suất khí quyển, sức đẩy hướng trục được giảm đáng kể. Việc này tạo điều kiện thuận lợi lớn cho việc đặt các bánh răng giảm tốc ở hai đầu của máy. Theo cách này, không hạn chế sự lựa chọn đường kính bánh răng chuyền, cho phép các cụm vận chuyển chịu tải trọng ít nặng hơn.

Các bề mặt hình xoắn ốc có thể được thay đổi dễ dàng và nhanh chóng, sao cho thiết bị giống như vậy có thể sẵn sàng thích ứng để thực hiện các xử lý khác nhau chỉ nhờ việc có các bề mặt hình xoắn ốc có sẵn với các profin khác nhau.

Các thông số ảnh hưởng đến kết quả của quy trình ép đùn kiểu trục vít bao gồm các thông số sau đây: khe hở giữa chân ren và thành thùng, khe hở ngay trước các mép của các ren bắt đầu gài khớp, khe hở giữa chân vít và đỉnh ren của vít đối diện, khe hở giữa các bề mặt cánh của các vít gài khớp, thời gian lưu và nhiệt độ vùng nóng (dựa vào nhiệt độ phân giải của sinh khối).

Các thiết bị ép đùn kiểu trục vít được bộc lộ, ví dụ, trong các patent Mỹ số 4.088.528, 3.382.536, 4.316.747, 4.316.748 và 3.917.507.

Chuẩn bị nguyên liệu

Trong một số trường hợp, phương pháp xử lý bắt đầu với việc chuẩn bị nguyên liệu bằng phương pháp vật lý, ví dụ, giảm kích cỡ của nguyên liệu thô. Việc chuẩn bị bằng phương pháp vật lý có thể được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình ép đùn kiểu trục vít nêu trên. Theo cách khác, trước khi hoặc thậm chí sau khi ép đùn kiểu trục vít, nếu việc giảm kích cỡ là cần thiết, bước chuẩn bị bằng phương pháp vật lý có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các kỹ thuật khác, như bằng cách cắt, nghiền, cắt xén hoặc chặt. Trong một số trường hợp, nguyên liệu lỏng lẻo (ví dụ, giấy tái chế hoặc cỏ kê Mỹ (switchgrass)) được chuẩn bị bằng cách cắt xén hoặc xé nhỏ. Sàng và/hoặc nam châm có thể được sử dụng để loại bỏ các vật phẩm có kích thước quá lớn hoặc không mong muốn như, ví dụ, đá hoặc đinh khỏi luồng nguyên liệu.

Hệ chuẩn bị nguyên liệu có thể được tạo kết cấu để tạo ra luồng nguyên liệu có các đặc tính cụ thể như, ví dụ, kích thước cực đại cụ thể, tỷ lệ chiều dài/chiều rộng cụ thể hoặc tỷ lệ diện tích bề mặt cụ thể. Như một phần của bước chuẩn bị nguyên liệu, tỷ trọng khối của nguyên liệu có thể được kiểm soát (ví dụ, được làm tăng).

Giảm kích cỡ

Theo một số phương án, nguyên liệu cần xử lý là ở dạng nguyên liệu sợi bao gồm các sợi được tạo ra bằng cách cắt xén nguồn sợi. Ví dụ, bước cắt xén có thể được thực hiện bằng dao cắt quay. Nhiều bước cắt xén được nêu dưới đây. Bước cắt xén bất kỳ hoặc tất cả các bước cắt xén trong số các bước cắt xén này có thể có thể được thay thế bằng bước ép đùn kiểu trục vít bằng cách sử dụng trang thiết bị nêu trên hoặc trang thiết bị ép đùn kiểu trục vít thích hợp khác.

Ví dụ và tham chiếu đến Fig.2, nguồn sợi 210 được cắt xén, ví dụ, trong dao cắt quay, để tạo ra nguyên liệu sợi thứ nhất 212. Nguyên liệu sợi thứ nhất 212 được cho đi qua sàng thứ nhất 214 có kích thước lỗ trung bình là 1,59 mm (1/16 insơ, 0,0625 insơ) hoặc nhỏ hơn để tạo ra nguyên liệu sợi thứ hai 216. Nếu muốn, nguồn sợi có thể được cắt trước khi cắt xén, ví dụ, bằng thiết bị xé nhỏ. Ví dụ, khi giấy được sử dụng làm nguồn sợi, giấy có thể trước tiên được cắt thành các dải có chiều rộng, ví dụ từ 6,35 đến 12,7 mm (từ 1/4 đến 1/2 insơ), bằng cách sử dụng thiết bị xé nhỏ, ví dụ, thiết bị xé nhỏ có trục vít quay ngược chiều, như thiết bị xé nhỏ được sản xuất bởi Munson (Utica, N.Y.). Như phương án xé nhỏ khác, giấy có thể được giảm kích cỡ bằng cách cắt thành kích thước mong muốn bằng cách sử dụng thiết bị cắt cắt cụt. Ví dụ, thiết bị cắt cắt cụt có thể được sử dụng để cắt giấy thành các tấm có chiều rộng, ví dụ, 254 mm (10 insơ) và chiều dài 304,8 mm (12 insơ).

Theo một số phương án, việc cắt xén nguồn sợi và cho nguyên liệu sợi thứ nhất thu được đi qua sàng thứ nhất được thực hiện đồng thời. Việc cắt xén và cho đi qua này cũng có thể được thực hiện trong quy trình dạng mẻ.

Ví dụ, dao cắt quay có thể được sử dụng để đồng thời cắt xén nguồn sợi và sàng nguyên liệu sợi thứ nhất. Tham chiếu đến Fig.3, dao cắt quay 220 bao gồm phễu 222 có thể được nạp nguồn sợi đã được xé nhỏ 224 được chuẩn bị bằng cách xé nhỏ nguồn sợi. Nguồn sợi đã được xé nhỏ được cắt giữa các dao cố định 230 và

các dao quay 232 để tạo ra nguyên liệu sợi thứ nhất 240. Nguyên liệu sợi thứ nhất 240 đi qua sàng 242 và nguyên liệu sợi tạo thành thứ hai 244 được giữ trong thùng 250. Để hỗ trợ việc thu nguyên liệu sợi thứ hai, thùng có thể có áp suất thấp hơn áp suất khí quyển danh định, ví dụ, thấp hơn ít nhất 10% áp suất khí quyển danh định, ví dụ, thấp hơn ít nhất 25% áp suất khí quyển danh định, thấp hơn ít nhất 50% áp suất khí quyển danh định hoặc thấp hơn ít nhất 75% áp suất khí quyển danh định. Theo một số phương án, nguồn chân không 252 được sử dụng để duy trì thùng thấp hơn áp suất khí quyển danh định.

Việc cắt xén có thể thuận lợi để "mở ra" và "kéo căng" nguyên liệu sợi, làm cho xenluloza của nguyên liệu nhạy cảm hơn với việc cắt chuỗi và/hoặc việc giảm độ kết tinh. Nguyên liệu mở cũng có thể nhạy cảm hơn với sự oxy hóa khi được chiếu xạ.

Nguồn sợi có thể được cắt xén ở trạng thái khô, ở trạng thái đã được hydrat hóa (ví dụ, có nước được hấp thụ lên tới 10% trọng lượng) hoặc ở trạng thái ướt, ví dụ, có nước từ khoảng 10% đến 75% trọng lượng. Nguồn sợi có thể thậm chí được cắt xén trong khi được ngâm một phần hoặc hoàn toàn trong chất lỏng, như nước, etanol, isopropanol.

Nguồn sợi cũng có thể được cắt xén trong khí (như luồng hoặc môi trường khí không phải là không khí), ví dụ, oxy hoặc nitơ hoặc hơi nước.

Các phương pháp sản xuất nguyên liệu sợi khác bao gồm, ví dụ, nghiền đá, chẻ hoặc xé cơ học, nghiền ghim kẹp hoặc xay mài mòn nhờ không khí.

Nếu muốn, các nguyên liệu sợi có thể được tách, ví dụ, theo cách liên tục hoặc theo mẻ, thành các đoạn theo chiều dài, chiều rộng, mật độ, loại nguyên liệu hoặc một số dạng kết hợp của các thuộc tính này. Ví dụ, để tạo thành các sản phẩm ghép, thường mong muốn có sự phân bố chiều dài sợi tương đối hẹp.

Ví dụ, nguyên liệu sắt từ có thể được tách ra khỏi nguyên liệu sợi bất kỳ trong số các nguyên liệu sợi bằng cách cho nguyên liệu sợi có nguyên liệu sắt từ đi qua nam châm, ví dụ, nam châm điện và sau đó cho nguyên liệu sợi tạo thành đi qua dãy sàng, mỗi sàng có các lỗ có kích cỡ khác nhau.

Nguyên liệu sợi cũng có thể được tách, ví dụ, bằng cách sử dụng khí vận tốc

cao, ví dụ, không khí. Theo phương pháp này, nguyên liệu sợi được tách bằng cách kéo các đoạn khác nhau ra, các đoạn này có thể được phân biệt bằng lượng tử ánh sáng, nếu muốn. Thiết bị tách như vậy được mô tả trong patent Mỹ số 6.883.667 của Lindsey và các đồng tác giả.

Nguyên liệu sợi có thể được chiếu xạ ngay sau khi chúng được chuẩn bị hoặc chúng có thể được làm khô, ví dụ, ở nhiệt độ khoảng 105°C trong thời gian 4-18 giờ, sao cho hàm lượng ẩm là, ví dụ, nhỏ hơn khoảng 0,5% trước khi sử dụng.

Nếu muốn, lignin có thể được loại bỏ khỏi nguyên liệu sợi bất kỳ trong số các nguyên liệu sợi bao gồm lignin. Để hỗ trợ việc phá vỡ nguyên liệu bao gồm xenluloza, nguyên liệu cũng có thể được xử lý trước khi chiếu xạ bằng nhiệt, hóa chất (ví dụ, axit vô cơ, bazơ hoặc chất oxy hóa mạnh như natri hypoclorit) và/hoặc enzym.

Theo một số phương án, kích thước lỗ trung bình của sàng thứ nhất là nhỏ hơn 0,79 mm (1/32 insơ, 0,03125 insơ), ví dụ, nhỏ hơn 0,51 mm (1/50 insơ, 0,02000 insơ), nhỏ hơn 0,40 mm (1/64 insơ, 0,015625 insơ), nhỏ hơn 0,23 mm (0,009 insơ), nhỏ hơn 0,20 mm (1/128 insơ, 0,0078125 insơ), nhỏ hơn 0,18 mm (0,007 insơ), nhỏ hơn 0,13 mm (0,005 insơ) hoặc thậm chí nhỏ hơn nhỏ hơn 0,10 mm (1/256 insơ, 0,00390625 insơ). Sàng được tạo ra bằng cách dệt đan xen các sợi đơn có đường kính thích hợp để tạo ra kích thước lỗ mong muốn. Ví dụ, các sợi đơn có thể được làm bằng kim loại, ví dụ, thép không gỉ. Khi kích thước lỗ trở nên nhỏ hơn, nhu cầu cấu trúc đối với các sợi đơn có thể trở nên lớn hơn. Ví dụ, đối với kích thước lỗ nhỏ hơn 0,40 mm, có thể thuận lợi nếu tạo ra sàng từ các sợi đơn được làm bằng nguyên liệu không phải là thép không gỉ, ví dụ, titan, hợp kim titan, kim loại vô định hình, niken, vonfram, rodi, reni, gốm hoặc thủy tinh. Theo một số phương án, sàng được làm từ đĩa, ví dụ, đĩa kim loại, có lỗ, ví dụ, được cắt thành đĩa bằng cách sử dụng laze. Theo một số phương án, diện tích lỗ của sàng là nhỏ hơn 52%, ví dụ, nhỏ hơn 41%, nhỏ hơn 36%, nhỏ hơn 31%, nhỏ hơn 30%.

Theo một số phương án, sợi thứ hai được cắt xén và được cho đi qua sàng thứ nhất hoặc sàng có kích thước khác nhau. Theo một số phương án, nguyên liệu sợi thứ hai được cho đi qua sàng thứ hai có kích thước lỗ trung bình bằng hoặc nhỏ hơn kích thước lỗ trung bình của sàng thứ nhất.

Trên Fig.4, nguyên liệu sợi thứ ba 220 có thể được tạo ra từ nguyên liệu sợi thứ hai 216 bằng cách cắt xén nguyên liệu sợi thứ hai 216 và cho nguyên liệu tạo thành đi qua sàng thứ hai 222 có kích thước lỗ trung bình nhỏ hơn sàng thứ nhất 214.

Thông thường, các sợi của nguyên liệu sợi có thể có tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính tương đối lớn (ví dụ, lớn hơn 20/1), ngay cả khi chúng được cắt xén nhiều hơn một lần. Ngoài ra, các sợi của nguyên liệu sợi được mô tả trong bản mô tả này có thể có sự phân bố chiều dài và/hoặc tỷ lệ chiều dài so với đường kính tương đối hẹp.

Trong bản mô tả này, chiều rộng sợi trung bình (tức là đường kính) là chiều rộng sợi trung bình được xác định về mặt quang học bằng cách chọn ngẫu nhiên khoảng 5.000 sợi. Chiều dài sợi trung bình là chiều dài được xác định khối lượng theo chiều dài đã được hiệu chỉnh. Diện tích bề mặt BET (Brunauer, Emmet và Teller) là diện tích bề mặt đa điểm và độ xốp là độ xốp được xác đụng bằng máy đo độ xốp thủy ngân.

Tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính của nguyên liệu sợi thứ hai 14 có thể là, ví dụ, lớn hơn 8/1, ví dụ, lớn hơn 10/1, lớn hơn 15/1, lớn hơn 20/1, lớn hơn 25/1 hoặc lớn hơn 50/1. Chiều dài trung bình của nguyên liệu sợi thứ hai 14 có thể là, ví dụ từ 0,5 mm đến 2,5 mm, ví dụ từ 0,75 mm đến 1,0 mm và chiều rộng trung bình (tức là đường kính) của nguyên liệu sợi thứ hai 14 có thể là, ví dụ từ 5 μm đến 50 μm, ví dụ từ 10 μm đến 30 μm.

Theo một số phương án, độ lệch chuẩn của chiều dài của nguyên liệu sợi thứ hai 14 là nhỏ hơn 60% chiều dài trung bình của nguyên liệu sợi thứ hai 14, ví dụ, nhỏ hơn 50% chiều dài trung bình, nhỏ hơn 40% chiều dài trung bình, nhỏ hơn 25% chiều dài trung bình, nhỏ hơn 10% chiều dài trung bình, nhỏ hơn 5% chiều dài trung bình hoặc thậm chí nhỏ hơn 1% chiều dài trung bình.

Theo một số phương án, diện tích bề mặt BET của nguyên liệu sợi thứ hai là lớn hơn 0,1 m^2/g, ví dụ, lớn hơn 0,25 m^2/g, lớn hơn 0,5 m^2/g, lớn hơn 1,0 m^2/g, lớn hơn 1,5 m^2/g, lớn hơn 1,75 m^2/g, lớn hơn 5,0 m^2/g, lớn hơn 10 m^2/g, lớn hơn 25 m^2/g, lớn hơn 35 m^2/g, lớn hơn 50m^2/g, lớn hơn 60 m^2/g, lớn hơn 75 m^2/g, lớn hơn 100 m^2/g, lớn hơn 150 m^2/g, lớn hơn 200 m^2/g hoặc thậm chí lớn hơn 250 m^2/g. Độ

xốp của nguyên liệu sợi thứ hai 14 có thể là, ví dụ, lớn hơn 20%, lớn hơn 25%, lớn hơn 35%, lớn hơn 50%, lớn hơn 60%, lớn hơn 70%, ví dụ, lớn hơn 80%, lớn hơn 85%, lớn hơn 90%, lớn hơn 92%, lớn hơn 94%, lớn hơn 95%, lớn hơn 97,5%, lớn hơn 99% hoặc thậm chí lớn hơn 99,5%.

Theo một số phương án, tỷ lệ giữa tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính của nguyên liệu sợi thứ nhất và tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính của nguyên liệu sợi thứ hai là, ví dụ, nhỏ hơn 1,5, ví dụ, nhỏ hơn 1,4, nhỏ hơn 1,25, nhỏ hơn 1,1, nhỏ hơn 1,075, nhỏ hơn 1,05, nhỏ hơn 1,025 hoặc thậm chí về cơ bản bằng 1.

Theo các phương án cụ thể, nguyên liệu sợi thứ hai được cắt xén lại và nguyên liệu sợi tạo thành được cho đi qua sàng thứ hai có kích thước lỗ trung bình nhỏ hơn sàng thứ nhất để tạo ra nguyên liệu sợi thứ ba. Trong các trường hợp như vậy, tỷ lệ giữa tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính của nguyên liệu sợi thứ hai và tỷ lệ chiều dài trung bình với đường kính của nguyên liệu sợi thứ ba có thể là, ví dụ, nhỏ hơn 1,5, ví dụ, nhỏ hơn 1,4, nhỏ hơn 1,25 hoặc thậm chí nhỏ hơn 1,1.

Theo một số phương án, nguyên liệu sợi thứ ba được cho đi qua sàng thứ ba để tạo ra nguyên liệu sợi thứ tư. Nguyên liệu sợi thứ tư có thể được, ví dụ, cho đi qua sàng thứ tư để tạo ra nguyên liệu thứ năm. Các quy trình sàng tương tự có thể được lặp lại nhiều lần theo mong muốn để tạo ra nguyên liệu sợi mong muốn có các tính chất mong muốn.

Tăng mật độ

Nguyên liệu đã được tăng mật độ có thể được xử lý bằng bất kỳ một trong các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này.

Nguyên liệu, ví dụ, nguyên liệu sợi, có tỷ trọng khối thấp, ví dụ, tỷ trọng khối là 0,05 g/cm^3 hoặc thấp hơn, có thể được tăng mật độ thành các sản phẩm có tỷ trọng khối cao hơn.

Ví dụ, các quy trình ép đùn kiểu trục vít nêu trên có thể được sử dụng tăng mật độ nguyên liệu sợi, ví dụ, bằng cách sử dụng các vùng hãm như được nêu trong phần ép đùn kiểu trục vít ở trên.

Theo cách khác, thành phần nguyên liệu có thể được tăng mật độ bằng cách

sử dụng các kỹ thuật khác, ví dụ, bằng cách bịt kín nguyên liệu sợi trong cấu trúc không thấm khí tương đối, ví dụ, túi làm bằng polyetylen hoặc túi làm bằng các lớp polyetylen xen kẽ và ni lông và sau đó tháo hết khí bị giữ, ví dụ, không khí, ra khỏi cấu trúc này.

Sau khi tăng mật độ, nguyên liệu sợi có thể có, ví dụ, tỷ trọng khối lớn hơn 0,3 g/cm^3, ví dụ, 0,5 g/cm^3, 0,6 g/cm^3, 0,7 g/cm^3 hoặc lớn hơn, ví dụ, 0,85 g/ cm^3. Sau khi tăng mật độ, sản phẩm có thể được xử lý bằng bất kỳ một trong các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này, ví dụ, được chiếu xạ, ví dụ, bằng bức xạ gama. Việc này có thể có lợi khi mong muốn vận chuyển nguyên liệu sang vị trí khác, ví dụ, nhà máy sản xuất ở xa, ở đó thành phần nguyên liệu sợi có thể được bổ sung vào dung dịch, ví dụ, để tạo thành etanol.

Trong trường hợp tăng mật độ bằng cách sử dụng túi đã được tháo hết khí, sau khi làm thủng cấu trúc không thấm khí về cơ bản, nguyên liệu sợi đã tăng mật độ có thể trở lại trạng thái gần với tỷ trọng khối ban đầu của nó, ví dụ, lớn hơn 60% tỷ trọng khối ban đầu của nó, ví dụ, 70%, 80%, 85% hoặc lớn hơn, ví dụ, 95% tỷ trọng khối ban đầu của nó. Để giảm tĩnh điện trong nguyên liệu sợi, chất chống tĩnh điện có thể được bổ sung vào nguyên liệu.

Theo một số phương án, cấu trúc không thấm khí về cơ bản, ví dụ, túi, được tạo thành từ nguyên liệu hòa tan trong chất lỏng, như nước. Ví dụ, cấu trúc này có thể được tạo thành từ rượu polyvinyl sao cho nó hòa tan khi tiếp xúc với hệ gốc nước. Các phương án này cho phép các cấu trúc đã được tăng mật độ được bổ sung trực tiếp vào dung dịch bao gồm vi sinh vật, trước tiên không cần phải giải phóng các thành phần của cấu trúc, ví dụ, bằng cách cắt.

Trên Fig.5, theo các phương án thực hiện khác, nguyên liệu sinh khối có thể được kết hợp với chất phụ gia hoặc chất liên kết mong muốn bất kỳ và sau đó được tăng mật độ bằng cách sử dụng áp suất, ví dụ, bằng cách cho nguyên liệu đi qua mỏ cặp nằm giữa các con lăn áp suất quay ngược chiều hoặc bằng cách cho nguyên liệu đi qua máy tạo viên. Trong khi sử dụng áp suất, nhiệt có thể tùy ý được sử dụng để hỗ trợ cho việc tăng mật độ nguyên liệu sợi. Sau đó, nguyên liệu đã được tăng mật độ có thể được chiếu xạ.

Theo một số phương án, nguyên liệu trước khi tăng mật độ có tỷ trọng khối

nhỏ hơn 0,25 g/cm^3, ví dụ, 0,20 g/cm^3, 0,15 g/cm^3, 0,10 g/cm^3, 0,05 g/cm^3 hoặc nhỏ hơn, ví dụ, 0,025 g/cm^3. Tỷ trọng khối được xác định bằng cách sử dụng ASTM D1895B. Một cách tóm tắt, phương pháp đo tỷ trọng khối ASTM bao gồm bước làm đầy trụ đo có dung tích đã biết với mẫu và đo khối lượng của mẫu. Tỷ trọng khối được tính bằng cách chia khối lượng của mẫu tính theo đơn vị gam cho dung tích đã biết của trụ tính theo đơn vị xentimet vuông.

Nguyên liệu sợi đã tăng mật độ có thể được tạo ra trong máy tạo viên. Trong một số trường hợp, bước tạo viên được thực hiện trước khi ép đùn kiểu trục vít, ví dụ, để làm việc cấp vào trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít dễ dàng hơn và nhờ đó làm tăng lưu lượng. Trên Fig.6, máy tạo viên 300 có phễu 301 để chứa nguyên liệu chưa được tăng mật độ 310 bao gồm nguyên liệu có chứa carbohydrat, như xenluloza. Phễu nối với khoan 312 được điều khiển bởi động cơ có tốc độ có thể thay đổi 314 sao cho nguyên liệu chưa được tăng mật độ có thể được chuyển vào thiết bị điều hòa 320 khuấy nguyên liệu chưa được tăng mật độ bằng các cánh khuấy 322 được quay bởi động cơ của thiết bị điều hòa 330. Các thành phần khác, ví dụ, chất phụ và/hoặc chất độn bất kỳ được mô tả trong bản mô tả này, có thể được bổ sung tại đầu vào 332. Nếu muốn, nhiệt có thể được bổ sung trong khi nguyên liệu sợi ở trong thiết bị điều hòa. Sau khi được điều hòa, nguyên liệu đi từ thiết bị điều hòa qua ống trượt 340 và vào khoan khác 342. Ống trượt, được kiểm soát bởi thiết bị dẫn động 344, cho phép nguyên liệu đi qua một cách thông suốt từ thiết bị điều hòa đến khoan. Khoan được quay bằng động cơ 346 và kiểm soát việc cấp nguyên liệu sợi vào trong khối khuôn kéo sợi và con lăn 350. Cụ thể, nguyên liệu được cho qua trong lỗ rỗng, khuôn kéo sợi hình trụ 352, quay quanh trục ngang và có các lỗ kéo sợi mở rộng xuyên tâm 250. Khuôn kéo sợi 352 được quay quanh trục bằng động cơ 360, bao gồm thiết bị đo theo sức ngựa, thể hiện tổng năng lượng được tiêu thụ bởi động cơ. Nguyên liệu đã được tăng mật độ 370, ví dụ, ở dạng viên, nhỏ ra từ ống trượt 372 và được giữ lại và được xử lý, như bằng cách chiếu xạ.

Nguyên liệu, sau khi tăng mật độ, có thể thường ở dạng viên hoặc lát mỏng có các hình dạng khác nhau. Sau đó, các viên có thể được chiếu xạ. Theo một số phương án, các viên hoặc lát mỏng có hình trụ, ví dụ, có chiều ngang cực đại là, ví dụ, 1 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm, 15 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 25 mm. Hình dạng thông dụng khác để tạo thành sản phẩm ghép bao

gồm viên hoặc lát mỏng ở dạng giống đĩa, ví dụ, có độ dày là 1 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 25 mm ; độ rộng là, ví dụ, 5 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 50 mm ; và chiều dài là 5 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm hoặc lớn hơn, ví dụ, 50 mm.

Tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.7A đến Fig.7D, viên có thể được sản xuất sao cho chúng có lỗ rỗng bên trong. Như được thể hiện, lỗ rỗng thường có thể thẳng hàng với tâm của viên (Fig.7B) hoặc không thẳng hàng với tâm của viên (Fig.7C). Việc tạo ra lỗ rỗng bên trong viên có thể làm tăng tốc độ hòa tan trong chất lỏng sau khi chiếu xạ.

Trên Fig.7D, viên có thể có, ví dụ, hình dạng ngang nhiều lá, ba lá như được thể hiện hoặc bốn lá, năm lá, sáu lá hoặc mười lá. Việc tạo ra viên với hình dạng ngang như vậy cũng có thể làm tăng tốc độ hòa tan trong dung dịch sau khi chiếu xạ.

Xử lý làm thay đổi cấu trúc phân tử

Nguyên liệu đã được chuẩn bị bằng phương pháp vật lý có thể được xử lý để sử dụng trong quy trình sản xuất sơ cấp bằng cách, ví dụ, giảm mức độ cứng, giảm phân tử lượng trung bình và độ kết tinh của nguyên liệu và/hoặc làm tăng diện tích bề mặt và/hoặc độ xốp của nguyên liệu. Bước xử lý có thể bao gồm một hoặc nhiều bước chiếu xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân, cho tiếp xúc với hơi nước và ép đùn kiểu trục vít, như ép đùn kiểu trục vít với dịch phun axit dọc theo nòng ép đùn. Các phương pháp và các hệ thống xử lý sơ bộ khác nhau có thể được sử dụng ở dạng kết hợp của hai, ba hoặc thậm chí bốn công nghệ thống này. Một hoặc nhiều kỹ thuật này có thể được thực hiện trong khi nguyên liệu đi qua thiết bị ép đùn kiểu trục vít, nếu muốn. Ví dụ, nguyên liệu có thể được chiếu xạ trong một vùng của thiết bị ép đùn và hơi nước có thể được bơm dưới áp suất vào vùng khác của thiết bị ép đùn. Trong trường hợp dùng kỹ thuật sóng siêu âm, môi trường truyền năng lượng, như nước, cần được bố trí trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít.

Kết hợp xử lý

Theo một số phương án, sinh khối có thể được xử lý bằng cách sử dụng hai hoặc nhiều quy trình được mô tả trong bản mô tả này, như hai hoặc nhiều bước bức

xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân và cho tiếp xúc với hơi nước, cùng với hoặc không cùng với bước chuẩn bị nguyên liệu trước đó, trong lúc đó hoặc sau đó như được mô tả trong bản mô tả này. Các quy trình này có thể được sử dụng theo thứ tự bất kỳ (hoặc đồng thời) cho sinh khối, ví dụ, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza. Theo các phương án khác, nguyên liệu bao gồm carbohydrat được tạo ra bằng cách sử dụng ba, bốn hoặc nhiều quy trình được mô tả trong bản mô tả này (theo thứ tự bất kỳ hoặc đồng thời). Ví dụ, carbohydrat có thể được tạo ra bằng cách sử dụng bức xạ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân và tùy ý, cho nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza tiếp xúc với hơi nước (theo thứ tự bất kỳ hoặc đồng thời). Sau đó, nguyên liệu có chứa carbohydrat được tạo ra có thể được chuyển hóa bởi một hoặc nhiều vi sinh vật, như vi khuẩn, nấm men hoặc hỗn hợp nấm men và vi khuẩn, thành nhiều sản phẩm mong muốn, như được mô tả trong bản mô tả này. Nhiều quy trình có thể tạo ra nguyên liệu có thể được sử dụng dễ dàng hơn bởi các vi sinh vật khác nhau do chúng có phân tử lượng thấp hơn, độ kết tinh thấp hơn và/hoặc độ tan được tăng cường. Nhiều quy trình có thể tạo ra sự hiệp đồng và có thể giảm tổng năng lượng đầu vào cần thiết so với quy trình đơn lẻ bất kỳ.

Ví dụ, theo một số phương án, các nguyên liệu được tạo ra, bao gồm carbohydrat được tạo ra bởi quy trình bao gồm các bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm (theo thứ tự hoặc đồng thời) nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, quy trình bao gồm bước chiếu xạ và oxy hóa (theo thứ tự hoặc đồng thời) nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, quy trình bao gồm bước chiếu xạ và bước nhiệt phân (theo thứ tự hoặc đồng thời) nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, quy trình bao gồm bước chiếu xạ và nhiệt phân (theo thứ tự hoặc đồng thời) nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza hoặc quy trình bao gồm bước chiếu xạ và cho (theo thứ tự hoặc đồng thời) nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza tiếp xúc với hơi nước. Sau đó, nguyên liệu được tạo ra có thể được tiếp xúc với vi sinh vật có khả năng chuyển hóa ít nhất một phần, ví dụ, ít nhất khoảng 1% trọng lượng nguyên liệu thành các sản phẩm, như nhiên liệu dễ cháy, như được mô tả trong bản mô tả này.

Theo một số phương án, quy trình không bao gồm bước thủy phân nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, như bằng axit hoặc bazơ, ví dụ, axit vô cơ,

như axit clohydric hoặc axit sulfuric.

Nếu muốn, một số nguyên liệu hoặc không có nguyên liệu nào có thể bao gồm nguyên liệu đã được thủy phân. Ví dụ, theo một số phương án, ít nhất khoảng 70% trọng lượng nguyên liệu là nguyên liệu chưa được thủy phân, ví dụ, ít nhất là 95% trọng lượng nguyên liệu là nguyên liệu chưa được thủy phân. Theo một số phương án, về cơ bản tất cả nguyên liệu là nguyên liệu chưa được thủy phân.

Nguyên liệu bất kỳ hoặc thùng phản ứng hoặc thùng lên men được nạp nguyên liệu bất kỳ có thể bao gồm chất đệm, như natri bicacbonat, amoni clorua hoặc Tris; chất điện phân, như kali clorua, natri clorua hoặc canxi clorua; yếu tố sinh trưởng, như biotin và/hoặc cặp bazơ, như uraxil hoặc dạng tương tự của nó; chất hoạt động bề mặt, như Tween® hoặc polyetylen glycol; chất khoáng, như canxi, crom, đồng, iot, sắt, selen hoặc kẽm; hoặc chất tạo càng, như etylen diamin, axit etylen diamin tetraaxetic (EDTA) (hoặc dạng muối của nó, ví dụ, natri hoặc kali EDTA) hoặc dimercaprol.

Khi sử dụng bức xạ, bức xạ có thể được áp dụng cho mẫu bất kỳ là khô hoặc ướt hoặc thậm chí được phân tán trong chất lỏng, như nước. Ví dụ, việc chiếu xạ có thể được thực hiện trên nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza trong đó nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza với lượng nhỏ hơn khoảng 25% trọng lượng có bề mặt được thấm ướt bằng chất lỏng, như nước. Theo một số phương án, bước chiếu xạ được thực hiện trên nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza trong đó về cơ bản không có nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza nào được thấm ướt bằng chất lỏng, như nước.

Theo một số phương án, bước xử lý bất kỳ được mô tả trong bản mô tả này xảy ra sau khi nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza vẫn còn khô như khi thu được hoặc đã được làm khô, ví dụ, bằng cách sử dụng nhiệt và/hoặc áp suất giảm. Ví dụ, theo một số phương án, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza có nhỏ hơn khoảng 5% trọng lượng nước còn lại, được đo ở 25°C và ở độ ẩm tương đối là 50%.

Nếu muốn, chất làm trương nở, như được định nghĩa trong bản mô tả này, có thể được sử dụng trong quy trình bất kỳ được mô tả trong bản mô tả này. Theo một số phương án, khi nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza được xử lý bằng

cách sử dụng bức xạ, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza với lượng nhỏ hơn khoảng 25% trọng lượng ở trạng thái đã trương nở, trạng thái đã trương nở này được đặc trưng bởi có dung tích lớn hơn khoảng 2,5% so với trạng thái không trương nở, ví dụ, lớn hơn 5,0, 7,5, 10 hoặc 15% so với trạng thái không trương nở. Theo một số phương án, khi sử dụng bức xạ trên nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, về cơ bản không có nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza nào là ở trạng thái đã trương nở.

Theo các phương án cụ thể khi sử dụng bức xạ, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza bao gồm chất làm trương nở và xenluloza và/hoặc lignoxenluloza đã trương nở nhận liều nhỏ hơn khoảng 100.000 Gray (10 Mrad).

Khi sử dụng bức xạ trong quy trình bất kỳ, bức xạ có thể được áp dụng trong khi xenluloza và/hoặc lignoxenluloza được tiếp xúc với không khí, không khí giàu oxy hoặc thậm chí chính oxy hoặc được bao trùm bởi khí trơ như nitơ, argon hoặc heli. Khi muốn oxy hóa tối ưu, môi trường oxy hóa như không khí hoặc oxy được sử dụng.

Khi sử dụng bức xạc, bức xạ có thể được áp dụng cho sinh khối, như nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza, dưới áp suất cao hơn khoảng 2,5 atm, như cao hơn 506,6 kPa, 1013,2 kPa, 1519,9 kPa, 2026,5 kPa (5 atm, 10 atm, 15 atm, 20 atm) hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 5066 kPa (50 atm).

Theo các phương án cụ thể, quy trình bao gồm bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm và bước chiếu xạ xảy ra trước dùng kỹ thuật sóng siêu âm. Theo các phương án cụ thể khác, dùng kỹ thuật sóng siêu âm xảy ra trước bước chiếu xạ hoặc bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm xảy ra đồng thời.

Theo một số phương án, quy trình bao gồm bước chiếu xạ và dùng kỹ thuật sóng siêu âm (theo thứ tự hoặc đồng thời) và còn bao gồm bước oxy hóa, bước nhiệt phân hoặc tiếp xúc với hơi nước.

Khi quy trình bao gồm bước chiếu xạ, bước chiếu xạ này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bức xạ ion hóa, như các tia gama, các tia X, bức xạ cực tím cao năng, như bức xạ cực tím C có bước sóng nằm trong khoảng từ 100 nm đến 280 nm, chùm hạt, như chùm điện tử, các nơtron chậm hoặc các hạt alpha. Theo một số

phương án, bước chiếu xạ bao gồm hai nguồn bức xạ hoặc nhiều hơn, như các tia gama và chùm điện tử, có thể được áp dụng theo thứ tự hoặc đồng thời.

Theo các phương án cụ thể, dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể được thực hiện với tần số nằm trong khoảng từ 15khz đến 25khz, như từ 18khz đến 22khz bằng cách sử dụng thiết bị phát âm 1 KW hoặc lớn hơn, ví dụ, thiết bị phát âm 2, 3, 4, 5 hoặc thậm chí 10 KW.

Theo một số phương án, nguyên liệu xenluloza và/hoặc lignoxenluloza bao gồm xenluloza thứ nhất có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất và carbohydrat tạo thành bao gồm xenluloza thứ hai có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất. Ví dụ, phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất với lượng lớn hơn khoảng 25%, ví dụ, giảm 2 lần, 3 lần, 5 lần, 7 lần, 10 lần, 25 lần, thậm chí 100 lần.

Theo một số phương án, xenluloza thứ nhất có độ kết tinh thứ nhất và xenluloza thứ hai có độ kết tinh thứ hai thấp hơn độ kết tinh thứ nhất, như thấp hơn khoảng 2, 3, 5, 10, 15 hoặc thấp hơn 25%.

Theo một số phương án, xenluloza thứ nhất có mức oxy hóa thứ nhất và xenluloza thứ hai có mức oxy hóa thứ hai cao hơn mức oxy hóa thứ nhất, như cao hơn 2, 3, 4, 5, 10 hoặc thậm chí lớn hơn 25%.

Xử lý bằng bức xạ

Một hoặc nhiều trình tự xử lý bằng chiếu xạ có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu thô từ các nguồn khác nhau để tách các chất hữu dụng khỏi nguyên liệu và để tạo ra nguyên liệu hữu cơ đã thoái hoá một phần có chức năng làm đầu vào cho các bước và/hoặc trình tự xử lý tiếp theo. Việc chiếu xạ có thể làm giảm phân tử lượng và/hoặc độ kết tinh của nguyên liệu. Theo một số phương án, năng lượng được lưu trữ trong nguyên liệu giải phóng điện tử từ quỹ đạo nguyên tử của nó được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Bức xạ có thể được tạo ra bởi 1) hạt tích điện nặng, như hạt alpha, 2) các điện tử, được tạo ra, ví dụ, trong máy gia tốc chùm điện tử hoặc phân rã beta hoặc 3) bức xạ điện từ, ví dụ, các tia gama, các tia X hoặc các tia cực tím. Theo một phương pháp, bức xạ được tạo ra bởi các chất phóng xạ có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Theo phương pháp khác, bức xạ điện từ (ví

dụ, được tạo ra bằng cách sử dụng thiết bị phát xạ chùm điện tử) có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Liều áp dụng phụ thuộc vào tác dụng mong muốn và nguyên liệu cụ thể. Ví dụ, liều bức xạ cao có thể phá vỡ các liên kết hóa học trong các thành phần nguyên liệu và liều bức xạ thấp có thể làm tăng liên kết hóa học (ví dụ, liên kết chéo) trong các thành phần nguyên liệu.

Trên Fig.8, theo một phương pháp, nguyên liệu thứ nhất 2 là hoặc bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) được chiếu xạ, ví dụ, bằng cách xử lý bằng bức xạ ion hóa (ví dụ, ở dạng bức xạ gama, bức xạ các tia X, ánh sáng tử ngoại (UV) 100 nm đến 280 nm, chùm điện tử hoặc các hạt tích điện khác) để tạo ra nguyên liệu thứ hai 3 bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất. Nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất và thứ hai) có thể được kết hợp với vi sinh vật (ví dụ, vi khuẩn hoặc nấm men) có thể sử dụng nguyên liệu thứ nhất và/hoặc thứ hai để tạo thành nhiên liệu 5 là hoặc bao gồm hydro, rượu (ví dụ, etanol hoặc butanol, như n-, sec- hoặc t-butanol), axit hữu cơ, hydrocacbon hoặc hỗn hợp bất kỳ của các chất này.

Vì nguyên liệu thứ hai 3 có xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất và trong một số trường hợp, độ kết tinh cũng giảm, nguyên liệu thứ hai thường dễ phân tán, trương nở và/hoặc tan hơn trong dung dịch chứa vi sinh vật. Các tính chất này khiến cho nguyên liệu thứ hai 3 nhạy cảm hơn với sự tấn công của hóa chất, enzym và/hoặc sinh học so với nguyên liệu thứ nhất 2, có thể cải thiện mạnh tốc độ sản xuất và/hoặc mức sản xuất sản phẩm mong muốn, ví dụ, etanol. Bức xạ cũng có thể khử trùng các nguyên liệu.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai (M_{N2}) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) lớn hơn khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50%, 60% hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 75%.

Trong một số trường hợp, nguyên liệu thứ hai có xenluloza có độ kết tinh ($^{T}C_2$) thấp hơn độ kết tinh ($^{T}C_1$) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, ($^{T}C_2$) có thể thấp hơn ($^{T}C_1$) lớn hơn khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 50%.

Theo một số phương án, chỉ số kết tinh ban đầu (trước khi chiếu xạ) nằm trong khoảng từ 40 đến 87,5%, ví dụ từ 50 đến 75% hoặc từ 60 đến 70% và chỉ số kết tinh sau khi chiếu xạ nằm trong khoảng từ 10 đến 50%, ví dụ từ 15 đến 45% hoặc từ 20 đến 40%. Tuy nhiên, theo một số phương án, ví dụ, sau khi chiếu xạ rộng, có thể có chỉ số kết tinh nhỏ hơn 5%. Theo một số phương án, nguyên liệu sau khi chiếu xạ về cơ bản có dạng vô định hình.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng ban đầu (trước khi chiếu xạ) nằm trong khoảng từ 200.000 đến 3.200.000, ví dụ từ 250.000 đến 1.000.000 hoặc từ 250.000 đến 700.000 và phân tử lượng trung bình theo số lượng sau khi chiếu xạ nằm trong khoảng từ 50.000 đến 200.000, ví dụ từ 60.000 đến 150.000 hoặc từ 70.000 đến 125.000. Tuy nhiên, theo một số phương án, ví dụ, sau khi chiếu xạ rộng, nguyên liệu có thể có phân tử lượng trung bình theo số lượng nhỏ hơn khoảng 10.000 hoặc thậm chí nhỏ hơn khoảng 5.000.

Theo một số phương án, nguyên liệu thứ hai có thể có mức oxy hóa ($^{T}O_2$) cao hơn mức oxy hóa ($^{T}O_1$) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu có thể hỗ trợ cho độ phân tán, độ trương nở và/hoặc độ tan của nó, còn tăng cường độ nhạy của nguyên liệu với sự tấn công của hóa chất, enzym hoặc sinh học. Theo một số phương án, để tăng mức oxy hóa của nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, bước chiếu xạ được thực hiện trong môi trường oxy hóa, ví dụ, trong lớp phủ không khí hoặc oxy, tạo ra nguyên liệu thứ hai được oxy hóa hơn so với nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có nhiều nhóm hydroxyl, nhóm aldehyt, nhóm keton, nhóm este hoặc nhóm axit carboxylic hơn, các nhóm này có thể làm tăng tính ưa nước của nó.

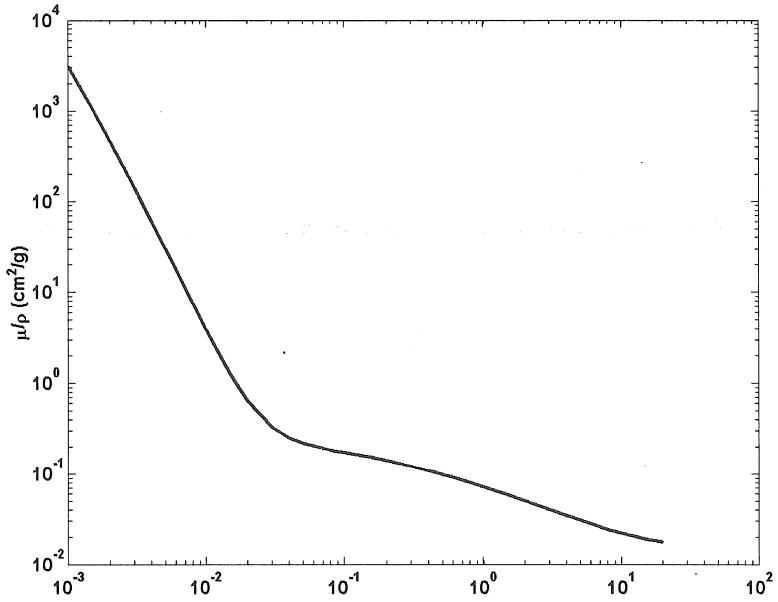
Bức xạ ion hóa

Mỗi dạng bức xạ ion hóa sinh khối thông qua các tương tác cụ thể, như được xác định bằng năng lượng bức xạ. Các hạt tích điện nặng chủ yếu các ion hóa vật liệu thông qua tán xạ Coulomb; ngoài ra, các tương tác này tạo ra các điện tử cao năng có thể tiếp tục các ion hóa vật liệu. Hạt alpha giống với các hạt nhân của nguyên tử heli và được tạo ra bởi sự phân rã alpha các hạt nhân phóng xạ khác nhau, như các đồng vị của bismut, poloni, astatin, radon, franxi, radi, một số actini, như actini, thori, urani, neptuni, curi, californi, amerixi và plutoni.

Các điện tử tương tác qua tán xạ Coulomb và bức xạ bremssthrahlung được tạo ra bằng cách làm thay đổi tốc độ của các điện tử. Các điện tử có thể được tạo ra bởi các hạt nhân phóng xạ trải qua sự phân rã beta, như các đồng vị của iot, xesi, tecneti và iridi. Theo cách khác, súng bắn điện tử có thể được sử dụng làm nguồn điện tử thông qua việc phát xạ điện tử ở nhiệt độ cao.

Bức xạ điện từ tương tác thông qua ba quy trình: hấp thụ quang điện, tán xạ Compton và tạo cặp. Tương tác chiếm ưu thế được xác định bằng năng lượng của bức xạ tới và số lượng nguyên tử của nguyên liệu. Tổng của các tương tác góp phần vào bức xạ hấp thụ trong nguyên liệu xenluloza có thể được biểu diễn bằng hệ số hấp thụ khối lượng, được vẽ đồ thị dưới đây dưới dạng hàm năng lượng tới.

Hệ số hấp thụ khối lượng đối với xenluloza



Bức xạ điện từ được phân nhỏ thành các tia gama, các tia X, các tia cực tím, các tia hồng ngoại, các sóng vi ba hoặc các sóng vô tuyến, tùy thuộc vào bước sóng của nó.

Ví dụ, bức xạ gama có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Trên Fig.9 và 10 (hình vẽ phóng to của vùng R), bộ chiếu xạ các tia gama 510 bao gồm nguồn bức xạ gama 512, ví dụ, các viên ^{60}Co, bàn làm việc 514 chứa nguyên liệu cần được chiếu xạ và khu vực lưu trữ 516, ví dụ, được làm bằng nhiều đĩa sắt, tất cả được chứa trong khoang chứa bằng bê tông 520 bao gồm cổng vào bên trong 522 bên kia

cửa lót chì 526. Khu vực lưu trữ 516 bao gồm nhiều kênh 530, ví dụ, 16 kênh hoặc nhiều hơn, cho phép nguồn bức xạ gama đi qua khu vực lưu trữ trên đường đi của chúng gần với bàn làm việc.

Khi vận hành, mẫu cần được chiếu xạ được đặt lên bàn làm việc. Thiết bị chiếu xạ được tạo kết cấu để truyền tốc độ liều mong muốn và thiết bị theo dõi được nối với khối thí nghiệm 531. Bộ phận vận hành sau đó rời khỏi khoang chứa, đi qua cổng vào bên trong và qua cửa lót chì. Bộ phận vận hành có bảng điều khiển 532, lệnh cho máy tính 533 nâng nguồn bức xạ 512 vào trong vị trí làm việc bằng cách sử dụng xi lanh 536 được gắn vào bơm thủy lực 540.

Bức xạ gama có ưu điểm là độ thâm nhập sâu đáng kể vào trong nhiều nguyên liệu khác nhau trong mẫu. Các nguồn tia gama bao gồm hạt nhân phóng xạ, như các đồng vị của coban, canxi, tecnexi, crom, gali, inđi, iot, sắt, krypton, samari, selen, natri, thali và xenon.

Các nguồn các tia X bao gồm sự va chạm của chùm điện tử với các bia kim loại, như vonfram hoặc molypden hoặc hợp kim hoặc nguồn ánh sáng compac, như nguồn ánh sáng compac do Lyncean sản xuất và bán trên thị trường.

Các nguồn bức xạ cực tím bao gồm các đèn đơteri hoặc cadimi.

Các nguồn bức xạ hồng ngoại bao gồm đèn bằng gốm cửa saphia, kẽm hoặc selenit.

Các nguồn sóng vi ba bao gồm klytron, nguồn RF typ Slevin hoặc nguồn chùm nguyên tử sử dụng khí hydro, oxy hoặc nitơ.

Chùm điện tử

Theo một số phương án, chùm điện tử được sử dụng làm nguồn bức xạ. Chùm điện tử có ưu điểm là tốc độ cấp liều cao ví dụ, 10.000, 50.000 hoặc thậm chí 100.000 Gray/giây (1, 5 hoặc thậm chí 10 Mrad/giây), lưu lượng cao, cần ít thiết bị chứa và cần ít thiết bị giam giữ. Các điện tử cũng có thể có hiệu quả hơn khi gây ra sự cắt chuỗi. Ngoài ra, các điện tử có năng lượng là 4-10 MeV có thể có độ thâm nhập sâu từ 5 đến 30 mm hoặc lớn hơn, như 40 mm.

Chùm các điện tử có thể được tạo ra, ví dụ, bằng thiết bị phát tĩnh điện, thiết bị phát theo đợt, thiết bị phát chuyển đổi, máy gia tốc năng lượng thấp với hệ quét

quét, máy gia tốc năng lượng thấp với catôt tuyến tính, các bộ gia tốc tuyến tính và các bộ gia tốc xung nhịp. Các điện tử làm nguồn bức xạ ion hóa có thể hữu dụng, ví dụ, đối với đống nguyên liệu tương đối mỏng, ví dụ, nhỏ hơn 12,7 mm (0,5 insơ), ví dụ, nhỏ hơn 10.2 mm (0,4 insơ), 7,6 mm (0,3 insơ), 5,1 mm (0,2 insơ) hoặc nhỏ hơn 2,5 mm (0,1 insơ). Theo một số phương án, năng lượng của mỗi điện tử của chùm điện tử nằm trong khoảng từ 0,3 MeV đến 2,0 MeV (triệu điện tử vôn), ví dụ từ 0,5 MeV đến 1,5 MeV hoặc từ 0,7 MeV đến 1,25 MeV.

Fig.11 thể hiện lưu đồ xử lý 3000 bao gồm các bước khác nhau trong trình tự xử lý sơ bộ nguyên liệu bằng cách chiếu xạ chùm điện tử. Trong bước thứ nhất 3010, nguồn nguyên liệu khô nhận từ nguồn cấp. Như đã nêu trên, nguyên liệu khô từ nguồn cấp có thể được xử lý sơ bộ trước khi chuyển vào thiết bị chiếu xạ chùm điện tử. Ví dụ, nếu nguyên liệu có nguồn gốc từ các nguồn thực vật, một số phần nhất định của nguyên liệu thực vật có thể được loại bỏ trước khi thu nguyên liệu thực vật và/hoặc trước khi nguyên liệu thực vật được chuyển bằng thiết bị vận chuyển nguyên liệu. Theo cách khác hoặc ngoài ra, như được thể hiện trong bước tùy ý 3020, nguyên liệu sinh khối có thể được cho qua bước xử lý cơ học (ví dụ, giảm chiều dài trung bình của các sợi trong nguyên liệu) trước khi chuyển sang các thiết bị chiếu xạ chùm điện tử.

Trong bước 3030, nguyên liệu khô được chuyển sang thiết bị vận chuyển nguyên liệu (ví dụ, băng chuyền) và được phân phối trên chiều rộng mặt cắt ngang của thiết bị vận chuyển nguyên liệu một cách gần như đồng nhất theo dung tích. Việc này có thể được thực hiện, ví dụ, bằng tay hoặc bằng cách gây ra chuyển động dao động tại chỗ tại điểm nào đó trong thiết bị vận chuyển nguyên liệu trước khi xử lý bằng chiếu xạ chùm điện tử.

Theo một số phương án, hệ thống trộn đưa hóa chất 3045 vào trong nguyên liệu trong quy trình tùy ý 3040 tạo ra vữa.Việc kết hợp nước với nguyên liệu được xử lý trong bước trộn 3040 tạo ra vữa nguyên liệu dạng nước có thể được chuyển qua, ví dụ, ống dẫn không phải sử dụng, ví dụ, băng chuyền.

Bước tiếp theo 3050 là vòng bao gồm việc cho nguyên liệu (ở dạng khô hoặc dạng vữa) bức xạ chùm điện tử thông qua một hoặc nhiều (gọi là N) thiết bị chiếu xạ chùm điện tử. Vữa nguyên liệu được di chuyển qua mỗi một trong N "thiết bị

phun" chùm các điện tử ở bước 3052. Việc di chuyển có thể là với tốc độ liên tục qua và giữa các thiết bị phun hoặc có thể có khoảng dừng qua mỗi thiết bị phun, sau đó di chuyển đột ngột sang thiết bị phun tiếp theo. Phần nhỏ của vữa nguyên liệu được tiếp xúc với mỗi thiết bị phun trong một số thời gian tiếp xúc định trước ở bước 3053.

Các thiết bị chiếu xạ chùm điện tử có thể là do các ion Beam Applications, Louvain-la-Neuve, Bỉ hoặc Titan Corporation, San Diego, CA sản xuất và bán trên thị trường. Năng lượng điện tử điển hình có thể là 1 MeV, 2 MeV, 4,5 MeV, 7,5 MeV hoặc 10 MeV. Công suất của thiết bị chiếu xạ chùm điện tử điển hình có thể là 1 kW, 5 kW, 10 kW, 20 kW, 50 kW, 100 kW, 250 kW hoặc 500 kW. Hiệu quả khử trùng hợp vữa nguyên liệu phụ thuộc vào năng lượng điện tử được sử dụng và liều áp dụng, trong lúc thời gian tiếp xúc phụ thuộc vào công suất và liều. Liều điển hình có thể có giá trị là 1 kGy, 5 kGy, 10 kGy, 20 kGy, 50 kGy, 100 kGy hoặc 200 kGy.

Sự cân bằng xét đến các đặc điểm kỹ thuật công suất của thiết bị chiếu xạ chùm điện tử bao gồm chi phí vận hành, chi phí vốn, khấu hao và quy mô thiết bị. Sự cân bằng xét đến mức liều tiếp xúc của việc chiếu xạ chùm điện tử sẽ là mối quan tâm đến chi phí năng lượng và môi trường, độ an toàn và sức khỏe (ESH). Sự cân bằng xét đến năng lượng điện tử bao gồm chi phí năng lượng; ở đây, năng lượng điện tử thấp hơn có thể có lợi trong việc đẩy mạnh khử trùng hợp một số vữa nguyên liệu nhất định (xem ấn phẩm, ví dụ, Bouchard, et al, Cellulose (2006) 13: 601-610).

Có thể có lợi nếu tạo ra sự chiếu xạ chùm điện tử đường kép để tạo ra quy trình khử trùng hợp hiệu quả hơn. Ví dụ, thiết bị vận chuyển nguyên liệu có thể vận chuyển nguyên liệu (ở dạng khô hoặc dạng vữa) bên dưới và theo chiều đảo ngược với chiều vận chuyển ban đầu của nó. Hệ thống chuyển đường kép có thể cho phép xử lý vữa nguyên liệu đặc hơn và có thể tạo ra sự khử trùng hợp đồng nhất hơn nhờ độ đặc của vữa nguyên liệu.

Thiết bị chiếu xạ chùm điện tử có thể tạo ra chùm cố định hoặc chùm quét. Chùm quét có thể có lợi với chiều dài rà quét lớn và tốc độ quét lớn, vì vậy nó sẽ thay thế một cách hiệu quả độ rộng chùm cố định lớn. Ngoài ra, độ rộng quét khả dụng là 0,5 m, 1m, 2 m hoặc lớn hơn là có sẵn.

Khi một phần vữa nguyên liệu được vận chuyển qua N thiết bị chiếu xạ chùm điện tử, theo một số phương án, như trong bước 3060, thì cần tách bằng phương pháp cơ học các thành phần lỏng và rắn của vữa nguyên liệu. Theo các phương án này, phần lỏng của vữa nguyên liệu được lọc bỏ các hạt rắn dư và quay vòng lại vào bước chuẩn bị vữa 3040. Phần rắn của vữa nguyên liệu sau đó được chuyển về phía trước sang bước xử lý tiếp theo 3070 thông qua thiết bị vận chuyển nguyên liệu. Theo các phương án khác, nguyên liệu được duy trì ở dạng vữa để xử lý tiếp.

Các hạt nặng hơn điện tử

Chùm hạt các ion

Các hạt nặng hơn điện tử có thể được sử dụng để chiếu xạ các carbohydrat hoặc nguyên liệu bao gồm các carbohydrat, ví dụ, các nguyên liệu xenluloza, các nguyên liệu lignoxenluloza, các nguyên liệu tinh bột hoặc hỗn hợp của các nguyên liệu này và các nguyên liệu khác được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, có thể sử dụng các proton, các hạt nhân heli, các ion argon, các ion silic, các ion neon, các ion cacbon, các ion phospho, các ion oxy hoặc các ion nitơ. Theo một số phương án, các hạt nặng hơn điện tử có thể gây ra lượng cắt chuỗi cao hơn. Trong một số trường hợp, các hạt tích điện dương có thể gây ra lượng cắt chuỗi cao hơn các hạt tích điện âm do tính axit của chúng.

Các chùm hạt nặng hơn có thể được tạo ra, ví dụ, bằng cách sử dụng máy tăng tốc hoặc máy gia tốc thẳng. Theo một số phương án, năng lượng của mỗi hạt của chùm nằm trong khoảng từ 1,0 MeV/đơn vị nguyên tử đến 6.000 MeV/đơn vị nguyên tử, ví dụ từ 3 MeV/đơn vị nguyên tử đến 4.800 MeV/đơn vị nguyên tử hoặc từ 10 MeV/đơn vị nguyên tử đến 1.000 MeV/đơn vị nguyên tử.

Trong phần này, các loại và tính chất của các hạt có thể được sử dụng để chiếu xạ nhiều loại nguyên liệu sinh khối khác nhau được mô tả. Ngoài ra, các hệ thống và phương pháp tạo ra chùm hạt này cũng được mô tả.

1. Các loại các ion

Nói chung, nhiều loại các ion khác nhau có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối. Ví dụ, theo một số phương án, các chùm ion có thể bao gồm

các ion tương đối nhẹ, như các proton và/hoặc các ion heli. Theo một số phương án nhất định, các chùm ion có thể bao gồm các ion nặng hơn vừa phải, như các ion cacbon, các ion nitơ, các ion oxy và/hoặc các ion neon. Theo một số phương án, các chùm ion có thể bao gồm các ion nặng hơn nữa, như các ion argon, các ion silic, các ion phospho, các ion natri, các ion canxi và/hoặc các ion sắt.

Theo một số phương án nhất định, các chùm ion được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối có thể bao gồm nhiều hơn một loại các ion khác nhau. Ví dụ, các chùm ion có thể bao gồm hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại các ion khác nhau hơn (ví dụ, ba hoặc bốn loại hoặc nhiều hơn). Hỗn hợp tiêu biểu có thể bao gồm các ion cacbon và proton, các ion cacbon và các ion oxy, các ion nitơ và proton và các ion sắt và các proton. Tổng quát hơn, hỗn hợp của các ion bất kỳ trong số các ion nêu trên (hoặc các ion bất kỳ khác) có thể được sử dụng để tạo thành bước chiếu xạ các chùm ion. Cụ thể, hỗn hợp của các ion tương đối nhẹ và tương đối nặng hơn có thể được sử dụng trong các chùm ion đơn lẻ, nơi mỗi một trong số các loại các ion khác nhau có hiệu suất khác nhau trong bước chiếu xạ nguyên liệu sinh khối.

Theo một số phương án, các chùm ion để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối bao gồm các ion tích điện dương. Các ion tích điện dương có thể bao gồm, ví dụ, các ion hydro tích điện dương (ví dụ, proton), các ion khí trơ (ví dụ, heli, neon, argon), các ion cacbon, các ion nitơ, các ion oxy, nguyên tử silic, các ion phospho và các ion kim loại như các ion natri, các ion canxi và/hoặc các ion sắt. Không mong muốn bị ràng buộc bất kỳ bởi lý thuyết nào, được tin là các ion tích điện dương như vậy hoạt động về mặt hóa học như gốc axit Lewis khi được tiếp xúc với nguyên liệu sinh khối, khởi động và duy trì các phản ứng cắt chuỗi mở vòng cation trong môi trường oxy hóa.

Theo một số phương án nhất định, các chùm ion để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối bao gồm các ion tích điện âm. Các ion tích điện âm có thể bao gồm, ví dụ, các ion hydro tích điện âm (ví dụ, các ion hydrit) và các ion tích điện âm của nhiều hạt nhân tích điện âm tương đối khác nhau (ví dụ, các ion oxy, các ion nitơ, các ion cacbon, các ion silic và các ion phospho). Không mong muốn bị ràng buộc bất kỳ bởi lý thuyết, được tin là các ion tích điện âm như vậy hoạt động về mặt hóa học như gốc bazơ Lewis khi được tiếp xúc với nguyên liệu sinh khối, gây ra các phản ứng cắt chuỗi mở vòng anion trong môi trường khử.

Theo một số phương án, chùm để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối có thể bao gồm nguyên tử trung hòa. Ví dụ, bất kỳ một hoặc nhiều nguyên tử bất kỳ trong số các nguyên tử hydro, các nguyên tử heli, các nguyên tử cacbon, các nguyên tử nitơ, các nguyên tử oxy, các nguyên tử neon, các nguyên tử silic, các nguyên tử phospho, các nguyên tử argon và các nguyên tử sắt có thể được bao hàm trong chùm được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối. Nói chung, các hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại nguyên tử bất kỳ trong số các loại nguyên tử nêu trên (ví dụ, ba hoặc nhiều hơn, bốn hoặc nhiều hơn hoặc thậm chí nhiều) có thể có mặt trong các chùm.

Phần mô tả trên đây tập trung vào các chùm ion gồm các ion đơn nhân và/hoặc các hạt trung hòa (ví dụ, các ion nguyên tử và các nguyên tử trung hòa). Thông thường, các hạt như vậy là loại dễ – xét về phương diện cao năng – tạo ra nhất và các hạt gốc từ đó các loại này được tạo ra có thể có sẵn với nguồn cấp phong phú. Tuy nhiên, theo một số phương án, chùm để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối có thể bao gồm một hoặc nhiều loại các ion hoặc hạt trung hòa là đa nhân, ví dụ, bao gồm hai hoặc nhiều loại nhân khác nhau. Ví dụ, các chùm ion có thể bao gồm các ion dương và/hoặc âm và/hoặc các hạt trung hòa được tạo thành từ các loại như N_2, O_2, H_2, CH_4 và các loại phân tử khác. Các chùm ion cũng có thể bao gồm các ion và/hoặc các hạt trung hòa được tạo thành từ các loại nặng hơn bao gồm thậm chí nhiều hạt nhân hơn, như các loại có gốc hydrocacbon khác nhau và/hoặc các loại chất vô cơ khác nhau, bao gồm hợp chất kết hợp của các kim loại khác nhau.

Theo một số phương án nhất định, các chùm ion được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu sinh khối bao gồm các ion tích điện đơn như một hoặc nhiều ion trong số H^+, H-, He^+, Ne^+, Ar^+, C^+, C-, O^+, O-, N^+, N-, Si^+, Si-, P^+, P-, Na^+, Ca^+, và Fe^+. Theo một số phương án, các chùm ion có thể bao gồm nhiều ion tích điện như một hoặc nhiều ion trong số C^{2+}, C^{3+}, C^{4+}, N^{3+}, N^{5+}, N^{3-}, O^{2+}, O^{2-}, O_2^{2-}, Si^{2+}, Si^{4+}, Si^{2-}, và Si^{4-}. Nói chung, các chùm ion cũng có thể bao gồm nhiều ion đa nhân phức tạp mang nhiều điện tích dương hoặc âm. Theo một số phương án nhất định, nhờ cấu trúc của các ion đa nhân, các điện tích dương hoặc âm có thể được phân phối hiệu quả về cơ bản trên toàn bộ cấu trúc của các ion. Theo một số phương án, các điện tích dương hoặc âm có thể nằm tại nơi nào đó trên các phần cấu trúc của các ion.

Bức xạ điện từ

Trong các phương án, trong đó bước chiếu xạ được thực hiện với bức xạ điện từ, bức xạ điện từ có thể có, ví dụ, năng lượng trên lượng tử ánh sáng (đơn vị vôn điện tử) lớn hơn 10^2 eV, ví dụ, lớn hơn 10^3, 10^4, 10^5, 10^6 hoặc thậm chí lớn hơn 10^7 eV. Theo một số phương án, bức xạ điện từ có năng lượng trên lượng tử ánh sáng nằm trong khoảng từ 10^4 đến 10^7, ví dụ từ 10^5 đến 10^6 eV. Bức xạ điện từ có thể có tần số, ví dụ, lớn hơn 10^{16} hz, lớn hơn 10^{17} hz, 10^{18}, 10^{19}, 10^{20} hoặc thậm chí lớn hơn 10^{21} hz. Theo một số phương án, bức xạ điện từ có tần số nằm trong khoảng từ 10^{18} đến 10^{22} hz, ví dụ từ 10^{19} đến 10^{21} hz.

Liều

Theo một số phương án, bước chiếu xạ (với nguồn bức xạ hoặc dạng kết hợp của các nguồn bức xạ bất kỳ) được thực hiện cho đến khi nguyên liệu nhận liều ít nhất là 2500 Gray (0,25 Mrad), ví dụ, ít nhất 10.000 Gray (1,0 Mrad), ít nhất 25.000 Gray (2,5 Mrad), ít nhất 50.000 Gray (5,0 Mrad) hoặc ít nhất 100.000 Gray (10,0 Mrad). Theo một số phương án, bước chiếu xạ được thực hiện cho đến khi nguyên liệu nhận liều nằm trong khoảng từ 10.000 Gray (1,0 Mrad) đến 60.000 Gray (6,0 Mrad), ví dụ từ 15.000 Gray (1,5 Mrad) đến 40.000 Gray (4,0 Mrad). Theo một số phương án, bước chiếu xạ được thực hiện cho đến khi nguyên liệu nhận liều ít nhất là 250.000, 500.000, 750.000, 1.000.000, 1.250.000, 1.500.000, 1.750.000 Gray (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 Mrad) hoặc thậm chí lớn hơn 2.000.000 Gray (200 Mrad).

Theo một số phương án, bước chiếu xạ được thực hiện với tốc độ cấp liều nằm trong khoảng từ 50 đến 15.000 Gray/giờ (từ 5,0 đến 1500,0 kilorad/giờ), ví dụ từ 100 đếm 7.500 Gray/giờ (từ 10,0 đến 750,0 kilorad/giờ) hoặc từ 500 đến 3500 Gray/giờ (từ 50,0 đến 350,0 kilorad/giờ). Theo một số phương án, bước chiếu xạ được thực hiện với tốc độ cấp liều nằm trong khoảng từ 50 đến 1.500 Gray/giờ (từ 5,0 đến 150,0 kilorad/giờ), ví dụ từ 100 đến 1.250 Gray/giờ (10,0 đến 125,0 kilorad/giờ) hoặc từ 150 đến 750 Gray/giờ (từ 15,0 đến 75,0 kilorad/giờ).

Theo một số phương án, hai nguồn bức xạ hoặc nhiều hơn được sử dụng, như hai hoặc nhiều bức xạ ion hóa. Ví dụ, mẫu có thể được xử lý, theo thứ tự bất kỳ, bằng chùm điện tử, sau đó là bức xạ gama và ánh sáng UV có bước sóng nằm

trong khoảng từ 100 nm đến 280 nm. Theo một số phương án, mẫu được xử lý bằng ba nguồn bức xạ ion hóa, như chùm điện tử, bức xạ gama và ánh sáng UV cao năng.

Dùng kỹ thuật sóng siêu âm

Một hoặc nhiều trình tự xử lý bằng dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu thô từ các nguồn khác nhau để tách các chất hữu dụng khỏi nguyên liệu và tạo ra nguyên liệu hữu cơ đã thoái hoá một phần có chức năng làm đầu vào cho các bước và/hoặc trình tự xử lý tiếp theo. Dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể giảm phân tử lượng và/hoặc độ kết tinh của nguyên liệu.

Tham chiếu lại đến Fig.8, theo một phương pháp, nguyên liệu thứ nhất 2 bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) được phân tán trong môi trường, như nước và được khuấy theo kỹ thuật dùng sóng siêu âm và/hoặc theo cách khác được tạo lỗ hổng, để tạo ra nguyên liệu thứ hai 3 bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất. Nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất và thứ hai theo một số phương án nhất định) có thể được kết hợp với vi sinh vật (ví dụ, vi khuẩn hoặc nấm men) có thể sử dụng nguyên liệu thứ nhất và/hoặc thứ hai để tạo thành nhiên liệu 5 là hoặc bao gồm hydro, rượu, axit hữu cơ, hydrocacbon hoặc hỗn hợp bất kỳ của các chất này.

Vì nguyên liệu thứ hai có xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất và trong một số trường hợp, độ kết tinh cũng giảm, nguyên liệu thứ hai thường dễ phân tán, trương nở và/hoặc tan hơn trong dung dịch chứa vi sinh vật, ví dụ, với nồng độ lớn hơn 10^6 vi sinh vật/mL. Các tính chất này khiến cho nguyên liệu thứ hai 3 nhạy cảm hơn với sự tấn công của hóa chất, enzym và/hoặc vi sinh vật so với nguyên liệu thứ nhất 2, có thể cải thiện mạnh tốc độ sản xuất và/hoặc mức độ sản xuất sản phẩm mong muốn, ví dụ, etanol. Dùng kỹ thuật sóng siêu âm cũng có thể khử trùng nguyên liệu, nhưng không nên sử dụng khi vi sinh vật được cho là còn sống.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) lớn hơn khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50%, 60% hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 75%.

Trong một số trường hợp, nguyên liệu thứ hai có xenluloza có độ kết tinh ($^TC_2$) thấp hơn độ kết tinh ($^TC_1$) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, ($^TC_2$) có thể thấp hơn ($^TC_1$) lớn hơn khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 50%.

Theo một số phương án, chỉ số kết tinh ban đầu (trước dùng kỹ thuật sóng siêu âm) nằm trong khoảng từ khoảng 40 đến 87,5%, ví dụ từ 50 đến 75% hoặc từ 60 đến 70% và chỉ số kết tinh sau khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm nằm trong khoảng từ 10 đến 50%, ví dụ từ 15 đến 45% hoặc từ 20 đến 40%. Tuy nhiên, theo một số phương án nhất định, ví dụ, sau khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm quảng tính, thì có thể có chỉ số kết tinh nhỏ hơn 5%. Theo một số phương án, nguyên liệu sau khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm về cơ bản có dạng vô định hình.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng ban đầu (trước khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm) nằm trong khoảng từ 200.000 đến 3.200.000, ví dụ từ 250.000 đến 1.000.000 hoặc từ 250.000 đến 700.000 và phân tử lượng trung bình theo số lượng sau khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm là từ 50.000 đến 200.000, ví dụ từ 60.000 đến 150.000 hoặc từ 70.000 đến 125.000. Tuy nhiên, theo một số phương án, ví dụ, sau khi dùng kỹ thuật sóng siêu âm quảng tính, nguyên liệu có thể có phân tử lượng trung bình theo số lượng nhỏ hơn khoảng 10.000 hoặc thậm chí nhỏ hơn khoảng 5.000.

Theo một số phương án, nguyên liệu thứ hai có thể có mức oxy hóa ($^TO_2$) cao hơn mức oxy hóa ($^TO_1$) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu có thể hỗ trợ cho độ phân tán, độ trương nở và/hoặc độ tan của nó, ngoài ra tăng cường độ nhạy của nguyên liệu với sự tấn công của hóa chất, enzym hoặc vi sinh vật. Theo một số phương án, để tăng mức oxy hóa của nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, kỹ thuật sóng siêu âm được thực hiện trong môi trường oxy hóa, tạo ra nguyên liệu thứ hai được oxy hóa hơn so với nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có các nhóm hydroxyl, các nhóm aldehyt, các nhóm keton, các nhóm este hoặc các nhóm axit carboxylic, các nhóm này có thể làm tăng tính ưa nước của nó.

Theo một số phương án, môi trường dùng kỹ thuật sóng siêu âm là môi trường dạng nước. Nếu muốn, môi trường này có thể bao gồm chất oxy hóa, như

peroxit (ví dụ, hydro peroxit), chất phân tán và/hoặc chất đệm. Ví dụ về các chất phân tán bao gồm chất phân tán các ion, ví dụ, natri lauryl sulfat và chất phân tán không các ion, ví dụ, poly(etylen glycol).

Theo các phương án khác, môi trường dùng kỹ thuật sóng siêu âm là không phải dạng nước. Ví dụ, dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể được thực hiện trong hydrocacbon, ví dụ, toluen hoặc heptan, ete, ví dụ, dietyl ete hoặc tetrahydrofuran hoặc thậm chí trong khí hóa lỏng như argon, xenon hoặc nitơ.

Nhiệt phân

Một hoặc nhiều trình tự xử lý bằng nhiệt phân có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu thô từ các nguồn khác nhau để tách các chất hữu dụng ra khỏi nguyên liệu và để tạo ra nguyên liệu hữu cơ đã thoái hoá (đã được tạo chức năng) một phần có chức năng làm đầu vào cho các bước và/hoặc trình tự xử lý tiếp theo. Bước nhiệt phân có thể được thực hiện trước, trong (trong vùng khô) hoặc sau quy trình ép đùn kiểu trục vít.

Lại tham chiếu đế sơ đồ tổng quát trên Fig.8, nguyên liệu thứ nhất 2 bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) được nhiệt phân, ví dụ, bằng cách gia nhiệt nguyên liệu thứ nhất trong lò nung dạng ống, để tạo ra nguyên liệu thứ hai 3 bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất. Nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất và thứ hai theo một số phương án nhất định) được kết hợp với vi sinh vật (ví dụ, vi khuẩn hoặc nấm men) có thể sử dụng nguyên liệu thứ nhất và/hoặc thứ hai để tạo thành nhiên liệu 5 là hoặc bao gồm hydro, rượu (ví dụ, etanol hoặc butanol, như n-, sec hoặc t-butanol), axit hữu cơ, hydrocacbon hoặc hỗn hợp bất kỳ của các chất này.

Vì nguyên liệu thứ hai có xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất và trong một số trường hợp, độ kết tinh cũng giảm, nguyên liệu thứ hai thường dễ phân tán, trương nở và/hoặc tan hơn trong dung dịch chứa vi sinh vật, ví dụ, với nồng độ lớn hơn 10^6 vi sinh vật/mL. Các tính chất này khiến cho nguyên liệu thứ hai 3 nhạy cảm hơn với sự tấn công của hóa chất, enzym và/hoặc vi sinh vật so với nguyên liệu thứ nhất 2, có thể cải thiện mạnh tốc độ sản xuất và/hoặc mức

sản xuất của sản phẩm mong muốn, ví dụ, etanol. Bước nhiệt phân cũng có thể khử trùng nguyên liệu thứ nhất và thứ hai.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) thấp hơn phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) với lượng nhiều hơn

khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50%, 60% hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 75%.

Trong một số trường hợp, nguyên liệu thứ hai có xenluloza có độ kết tinh ($^{T}C_2$) thấp hơn độ kết tinh ($^{T}C_1$) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, ($^{T}C_2$) có thể thấp hơn ($^{T}C_1$) lớn hơn khoảng 10%, ví dụ, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 50%.

Theo một số phương án, độ kết tinh ban đầu (trước khi nhiệt phân) nằm trong khoảng từ 40 đến 87,5%, ví dụ từ 50 đến 75% hoặc từ 60 đến 70% và chỉ số kết tinh sau khi nhiệt phân nằm trong khoảng từ 10 đến 50%, ví dụ từ 15 đến 45% hoặc từ 20 đến 40%. Tuy nhiên, theo một số phương án nhất định, ví dụ, sau khi nhiệt phân quảng tính, có thể có chỉ số kết tinh nhỏ hơn 5%. Theo một số phương án, nguyên liệu sau khi nhiệt phân về cơ bản có dạng vô định hình.

Theo một số phương án, phân tử lượng trung bình theo số lượng ban đầu (trước khi nhiệt phân) nằm trong khoảng từ 200.000 đến 3.200.000, ví dụ từ 250.000 đến 1.000.000 hoặc từ 250.000 đến 700.000 và phân tử lượng trung bình theo số lượng sau khi nhiệt phân nằm trong khoảng từ 50.000 đến 200.000, ví dụ từ 60.000 đến 150.000 hoặc từ 70.000 đến 125.000. Tuy nhiên, theo một số phương án, ví dụ, sau khi nhiệt phân quảng tính, nguyên liệu có thể có phân tử lượng trung bình theo số lượng nhỏ hơn khoảng 10.000 hoặc thậm chí nhỏ hơn khoảng 5.000.

Theo một số phương án, nguyên liệu thứ hai có thể có mức oxy hóa ($^{T}O_2$) cao hơn mức oxy hóa ($^{T}O_1$) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu có thể hỗ trợ cho độ phân tán, độ trương nở và/hoặc độ tan của nó, ngoài ra tăng cường độ nhạy của nguyên liệu với sự tấn công của hóa chất, enzym hoặc vi sinh vật. Theo một số phương án, để tăng mức oxy hóa của nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, bước nhiệt phân được thực hiện trong môi trường oxy hóa, tạo ra nguyên liệu thứ hai được oxy hóa hơn so với nguyên liệu thứ nhất.

Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có nhiều nhóm hydroxyl, nhóm aldehyt, nhóm keton, nhóm este hoặc nhóm axit carboxylic hơn, các nhóm này có thể làm tăng tính ưa nước của nó.

Theo một số phương án, bước nhiệt phân nguyên liệu là liên tục. Theo các phương án khác, nguyên liệu được nhiệt phân trong khoảng thời gian định trước và sau đó được làm nguội trong khoảng thời gian định trước thứ hai trước khi nhiệt phân lại.

Oxy hóa

Một hoặc nhiều trình tự xử lý oxy hóa có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu thô từ các nguồn khác nhau để tách các chất hữu dụng khỏi nguyên liệu và để tạo ra nguyên liệu hữu cơ đã thoái hoá một phần có chức năng làm đầu vào cho các bước và/hoặc trình tự xử lý tiếp theo. Bước oxy hóa có thể được thực hiện trước, trong hoặc sau bước ép đùn kiểu trục vít. Ví dụ, trong khi ép đùn, bước oxy hóa có thể xảy ra bằng cách bơm chất oxy hóa, ví dụ, amoni persulfat hoặc natri hypoclorit vào trong sinh khối trong khi sinh khối ở trong thiết bị ép đùn.

Tham chiếu lại đến Fig.8, nguyên liệu thứ nhất (2) bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ nhất ($^{T}M_{N1}$) và có hàm lượng oxy thứ nhất ($^{T}O_{1}$) được oxy hóa, ví dụ, bằng cách gia nhiệt nguyên liệu thứ nhất trong lò nung dạng ống trong luồng không khí hoặc không khí giàu oxy, để tạo ra nguyên liệu thứ hai (3) bao gồm xenluloza có phân tử lượng trung bình theo số lượng thứ hai ($^{T}M_{N2}$) và có hàm lượng oxy thứ hai ($^{T}O_{2}$) cao hơn hàm lượng oxy thứ nhất ($^{T}O_{1}$).

Các nguyên liệu này cũng có thể được kết hợp với chất rắn và/hoặc chất lỏng. Ví dụ, chất lỏng có thể ở dạng dung dịch và chất rắn có thể ở dạng hạt. Chất lỏng và/hoặc chất rắn có thể bao gồm vi sinh vật, ví dụ, vi khuẩn và/hoặc enzym. Ví dụ, vi khuẩn và/hoặc enzym có thể hoạt động trên nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza để tạo thành nhiên liệu, như etanol hoặc đồng sản phẩm, như protein. Nhiên liệu và đồng sản phẩm được mô tả trong công bố đơn sáng chế Mỹ số 2007/0045456 có tên là "Nguyên liệu và các thành phần dạng sợi", nộp ngày 15 tháng 6 năm 2006.

Theo một số phương án trong đó nguyên liệu được sử dụng để tạo ra nhiên

liệu hoặc đồng sản phẩm, phân tử lượng trung bình theo số lượng ban đầu (trước bước oxy hóa) nằm trong khoảng từ 200.000 đến 3.200.000, ví dụ từ 250.000 đến 1.000.000 hoặc từ 250.000 đến 700.000 và phân tử lượng trung bình theo số lượng sau khi oxy hóa nằm trong khoảng từ 50.000 đến 200.000, ví dụ từ 60.000 đến 150.000 hoặc từ 70.000 đến 125.000. Tuy nhiên, theo một số phương án, ví dụ, sau khi oxy hóa quảng tính, nguyên liệu có thể có phân tử lượng trung bình theo số lượng nhỏ hơn khoảng 10.000 hoặc thậm chí nhỏ hơn khoảng 5.000.

Theo một số phương án, hàm lượng oxy thứ hai cao hơn ít nhất khoảng 5% so với hàm lượng oxy thứ nhất, ví dụ, cao hơn 7,5%, cao hơn 10,0%, cao hơn 12,5%, cao hơn 15,0% hoặc cao hơn 17,5%. Theo một số phương án được ưu tiên, hàm lượng oxy thứ hai cao hơn ít nhất khoảng 20,0% so với hàm lượng oxy của nguyên liệu thứ nhất. Hàm lượng oxy được đo bằng cách phân tích nguyên tố nhờ nhiệt phân mẫu trong lò nung vận hành ở nhiệt độ 1300°C hoặc cao hơn. Thiết bị phân tích nguyên tố thích hợp là thiết bị phân tích LECO CHNS-932 với lò nung nhiệt phân nhiệt độ cao VTF-900.

Theo một số phương án, bước oxy hóa nguyên liệu thứ nhất 200 không làm thay đổi đáng kể độ kết tinh của xenluloza. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, ví dụ, sau khi oxy hóa mạnh, nguyên liệu thứ hai có xenluloza có độ kết tinh ($^TC_2$) thấp hơn độ kết tinh ($^TC_1$) của xẹnluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, ($^TC_2$) có thể thấp hơn ($^TC_1$) với lượng lớn hơn khoảng 5%, ví dụ, 10, 15, 20 hoặc thậm chí 25%. Điều này có thể được mong muốn khi tối ưu hóa các tính chất độ bền uốn của sản phẩm ghép là mục tiêu. Ví dụ, việc giảm độ kết tinh có thể cải thiện độ giãn dài khi đứt gãy hoặc có thể tăng cường sức chịu va chạm của sản phẩm ghép. Điều này cũng có thể được mong muốn để tăng cường độ tan của nguyên liệu trong chất lỏng, như chất lỏng bao gồm vi khuẩn và/hoặc enzym.

Thông thường, bước oxy hóa nguyên liệu thứ nhất 200 xảy ra trong môi trường oxy hóa. Ví dụ, bước oxy hóa có thể được thực hiện hoặc được hỗ trợ bởi bước nhiệt phân trong môi trường oxy hóa, như trong không khí hoặc argon được làm giàu trong không khí. Để hỗ trợ cho việc oxy hóa, các hóa chất khác nhau, như các chất oxy hóa, các axit hoặc các bazơ có thể được bổ sung vào nguyên liệu trước khi hoặc trong suốt quy trình oxy hóa. Ví dụ, peroxit (ví dụ, benzoyl peroxit) có thể được bổ sung trước bước oxy hóa.

Các quy trình khác

Tiếp xúc với hơi nước có thể được sử dụng ở dạng đơn lẻ không cùng với bất kỳ một trong các quy trình được mô tả trong bản mô tả này hoặc ở dạng kết hợp với bất kỳ một trong các quy trình được mô tả trong bản mô tả này. Trong một số trường hợp, hơi nước dưới áp suất có thể được cho qua trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít trong suốt bước ép đùn kiểu trục vít.

Fig.23 thể hiện khái quát toàn bộ bước chuyển hóa nguồn sợi 400 thành các sản phẩm 450, như etanol, bằng quy trình bao gồm bước cắt xén và cho tiếp xúc với hơi nước để tạo ra nguyên liệu sợi 401, nguyên liệu sợi này sau đó được thủy phân và được chuyển hóa, ví dụ, được lên men, để tạo thành sản phẩm. Nguồn sợi có thể được biến đổi thành nguyên liệu sợi 401 thông qua nhiều phương pháp có thể sử dụng, bao gồm ít nhất một quy trình cắt xén và ít nhất một quy trình cho tiếp xúc với hơi nước.

Ví dụ, một lựa chọn bao gồm bước cắt xén nguồn sợi, sau đó là (các) bước sàng tùy ý và (các) bước cắt xén bổ sung tùy ý để tạo ra nguồn sợi đã được cắt xén 402, nguồn sợi này sau đó có thể được tiếp xúc với hơi nước để tạo ra nguyên liệu sợi 401. Quy trình cho tiếp xúc với hơi nước tùy ý, theo sau là quy trình thu hồi sợi để loại bỏ chất lỏng hoặc "dịch lỏng" 404, thu được từ quá trình cho tiếp xúc với hơi nước. Nguyên liệu thu từ quá trình cho nguồn sợi đã được cắt xén tiếp xúc với hơi nước có thể tiếp tục được cắt xén bằng (các) bước cắt xén bổ sung tùy ý và/hoặc (các) bước sàng tùy ý.

Theo phương pháp khác, nguyên liệu sợi 401 trước tiên được tiếp xúc với hơi nước để tạo ra nguồn sợi đã được tiếp xúc với hơi nước 410. Nguồn sợi đã được tiếp xúc với hơi nước tạo thành sau đó được cho qua quy trình thu hồi sợi tùy ý để loại bỏ chất lỏng hoặc dịch lỏng. Sau đó, nguồn sợi đã được tiếp xúc với hơi nước tạo thành có thể được cắt xén để tạo ra nguyên liệu sợi. Nguồn sợi đã được tiếp xúc với hơi nước cũng có thể được cho qua một hoặc nhiều bước sàng tùy ý và/hoặc một hoặc nhiều bước cắt xén bổ sung tùy ý. Quy trình cắt xén và cho nguồn sợi tiếp xúc với hơi nước để tạo nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước được mô tả tiếp bên dưới.

Nguồn sợi có thể được cắt thành các miếng hoặc mảnh nguyên liệu giống

hoa giấy trước khi cắt xén hoặc cho tiếp xúc với hơi nước. Quy trình cắt xén có thể diễn ra ở trạng thái khô (ví dụ, có nước hấp thụ với lượng nhỏ hơn 0,25% trọng lượng), trạng thái được hydrat hóa hoặc thậm chí trong khi nguyên liệu được ngâm hoàn toàn hoặc một phần trong chất lỏng, như nước hoặc isopropanol. Một cách tối ưu, quy trình cũng có thể bao gồm bước làm khô đầu ra sau khi cho tiếp xúc với hơi nước hoặc cắt xén cho phép các bước cắt xén khô hoặc cho tiếp xúc với hơi nước bổ sung diễn ra. Bước cắt xén, sàng và cho tiếp xúc với hơi nước có thể diễn ra trong điều kiện có hoặc không có các dung dịch hóa chất khác nhau.

Trong quy trình cho tiếp xúc với hơi nước, nguồn sợi hoặc nguồn sợi đã được cắt xén được tiếp xúc với hơi nước dưới áp suất cao và hơi nước khuếch tán vào trong cấu trúc của nguồn sợi (ví dụ, cấu trúc lignoxenluloza). Hơi nước sau đó ngưng tụ dưới áp suất cao, nhờ đó "làm ướt" nguồn sợi. Hơi ẩm trong nguồn sợi có thể thủy phân nhóm axetyl bất kỳ trong nguồn sợi (ví dụ, nhóm axetyl trong đoạn hemixenluloza), tạo thành các axit hữu cơ, như axit axetic và uronic. Đến lượt nó, axit có thể xúc tác cho việc khử trùng hợp hemixenluloza, giải phóng xylan và lượng glucan giới hạn. Nguồn sợi "ướt" (hoặc nguồn sợi đã được cắt xén, v.v.) sau đó "được cho tiếp xúc" khi áp suất được xả. Hơi ẩm ngưng tụ bay hơi ngay lập tức do sự giảm đột ngột của áp suất và sự giãn nở của hơi nước tạo ra lực cắt xén lên nguồn sợi (hoặc nguồn sợi đã được cắt xén, v.v.). Lực cắt xén đủ sẽ phá vỡ cơ học cấu trúc bên trong (ví dụ, cấu trúc ligoxenluloza) của nguồn sợi.

Nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước sau đó được chuyển hóa thành các sản phẩm hữu dụng, như etanol. Theo một số phương án, nguyên liệu sợi được chuyển hóa thành nhiên liệu. Nột phương pháp chuyển hóa nguyên liệu sợi thành nhiên liệu là bằng cách thủy phân để tạo ra đường có thể lên men, 412, đường này sau đó được lên men để tạo thành sản phẩm. Các phương pháp đã biết và chưa biết khác để chuyển hóa nguyên liệu sợi thành nhiên liệu cũng có thể được sử dụng.

Theo một số phương án, trước khi kết hợp với vi sinh vật, nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước 401 được khử trùng để diệt các vi sinh vật cạnh tranh bất kỳ có thể ở trên nguyên liệu sợi. Ví dụ, nguyên liệu sợi có thể được khử trùng bằng cách cho nguyên liệu sợi tiếp xúc với bức xạ, như bức xạ hồng ngoại, bức xạ cực tím hoặc bức xạ ion hóa, như bức xạ gama. Vi sinh vật cũng có

thể bị diệt bằng cách sử dụng thuốc tuyệt sinh hóa học, như chất tẩy trắng (ví dụ, natri hypoclorit), clohexidin hoặc etylen oxit.

Một phương pháp thủy phân nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước là bằng cách sử dụng các xenlulaza. Các xenlulaza là nhóm enzym tác dụng theo cách hiệp đồng để thủy phân xenluloza. Accellerase3 1000 có sẵn trên thị trường, có chứa phức hợp enzym giảm sinh khối lignoxenluloza thành đường có thể lên men cũng có thể được sử dụng.

Theo sự hiểu biết hiện tại, các thành phần của xenlulaza bao gồm các endoglucanaza, các exoglucanaza (các xenlobiohydrolaza) và các b-glucosidaza (các xenlobiaza). Hiện tượng hiệp đồng giữa các thành phần xenlulaza tồn tại khi sự thủy phân bằng sản phẩm kết hợp của hai hoặc nhiều thành phần vượt quá tổng hoạt tính có ở các thành phần riêng. Cơ chế chuyển hóa thường được chấp nhận của hệ xenlulaza (đặc biệt là của T. longibrachiatum) trên xenluloza tinh thể: endoglucanaza thủy phân liên kết β-1,4 -glycosit bên trong của vùng vô định hình, nhờ đó làm tăng số lượng đầu cuối chưa được khử lộ ra. Các exoglucanaza sau đó phân cắt các đơn vị xenlobioza ra khỏi các đầu chưa khử, đến lượt nó, được thủy phân thành các đơn vị glucoza riêng lẻ bằng các b-glucosidaza. Có một loạt kế cấu của cả endo- và exo- glucanaza, khác nhau về các đặc điểm lập thể. Nói chung, tác dụng hiệp đồng của các thành phần ở các kết cấu khác nhau là cần thiết để thủy phân xenluloza tối ưu. Tuy nhiên, Các xenlulaza có xu hướng nghiêng hơn về phía thủy phân các vùng vô định hình của xenluloza. Mối quan tuyến tính giữa độ các tốc độ kết tinh và thủy phân tồn tại, do đó, chỉ số kết tinh càng cao tương ứng với tốc độ thủy phân enzym càng thấp. Các vùng vô định hình của xenluloza thủy phân gấp đôi tốc độ của các vùng tinh thể. Sự thủy phân nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước có thể được thực hiện bằng quy trình thủy phân sinh khối bất kỳ.

Việc cho sinh khối tiếp xúc với hơi nước đôi khi tạo ra các sản phẩm phụ, ví dụ, các chất độc, ức chế hoạt tính của vi sinh vật và hoạt tính enzym. Do đó, bước chuyển hóa nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước thành nhiên liệu có thể tùy ý bao gồm bước thêm vôi quá lượng trước khi lên men làm kết tủa một số chất độc. Ví dụ, độ pH của nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước có thể được tăng lên vượt quá độ pH=10 bằng cách bổ sung canxi hydroxit

($Ca(OH)_2$), sau đó là bước giảm độ pH đến 5 bằng cách bổ sung H_2SO_4. Sau đó, nguyên liệu sợi đã được thêm vôi quá lượng có thể được sử dụng ở nguyên dạng như vậy không loại bỏ các chất kết tủa. Như được thể hiện trên Fig.23, bước thêm vôi quá lượng tùy ý chỉ xảy ra trước bước thủy phân nguyên liệu sợi đã được cắt xén và tiếp xúc với hơi nước, nhưng sáng chế cũng bao gồm việc thực hiện bước thêm vôi quá lượng sau bước thủy phân trước bước lên men.

Xử lý sơ cấp

Lên men

Nói chung, các vi sinh vật khác nhau có thể tạo ra nhiều sản phẩm hữu dụng, như nhiên liệu, bằng cách hoạt động trên, ví dụ, lên men, nguyên liệu sinh khối được xử lý sơ bộ. Ví dụ, rượu, axit hữu cơ, hydrocacbon, hydro, protein hoặc hỗn hợp của các nguyên liệu này có thể được sản xuất bằng cách cho lên men hoặc các quy trình khác.

Vi sinh vật có thể là vi sinh vật tự nhiên hoặc vi sinh vật công nghệ hoá. Ví dụ, vi sinh vật có thể là vi khuẩn, ví dụ, vi khuẩn phân giải xenluloza, nấm, ví dụ, nấm men, thực vật hoặc sinh vật nguyên sinh, ví dụ, tảo, động vật nguyên sinh hoặc sinh vật nguyên sinh giống nấm, ví dụ, mốc nhầy. Khi các sinh vật có thể tương hợp nhau, hỗn hợp sinh vật có thể được sử dụng.

Để hỗ trợ việc phá vỡ nguyên liệu bao gồm xenluloza, một hoặc nhiều enzym, ví dụ, enzym phân giải xenluloza có thể được sử dụng. Theo một số phương án, nguyên liệu bao gồm xenluloza trước tiên được xử lý bằng enzym, ví dụ, bằng cách kết hợp nguyên liệu và enzym trong dung dịch dạng nước. Nguyên liệu này sau đó có thể được kết hợp với vi sinh vật. Theo các phương án khác, các nguyên liệu bao gồm xenluloza, một hoặc nhiều enzym và vi sinh vật được kết hợp đồng thời, ví dụ, bằng cách kết hợp trong dung dịch dạng nước.

Để hỗ trợ việc phá vỡ nguyên liệu bao gồm xenluloza, nguyên liệu cũng có thể được xử lý sau khi chiếu xạ bằng nhiệt, hóa chất (ví dụ, axit vô cơ, bazơ hoặc chất oxy hóa mạnh như natri hypoclorit) và/hoặc enzym.

Trong khi lên men, đường được giải phóng từ bước thủy phân phân giải xenluloza hoặc bước đường hóa, được lên men thành, ví dụ, etanol, bởi vi sinh vật

lên men như nấm men. Các vi sinh vật lên men thích hợp có khả năng chuyển hóa carbohydrat, như glucoza, xyloza, arabinoza, mannoza, galactoza, oligosacarit hoặc polysacarit thành các sản phẩm lên men. Vi sinh vật lên men bao gồm các chủng thuộc chi Sacchromyces spp., ví dụ, Sacchromyces cerevisiae (nấm men bánh mỳ), Saccharomyces distaticus, Saccharomyces uvarum; chi Kluyveromyces, ví dụ, loài Kluyveromyces marxianus, Kluyveromyces fragilis; chi Candida, ví dụ, Candida pseudotropicalis và Candida brassicae, chi Clavispora, ví dụ, loài Clavispora lusitaniae và Clavispora opuntiae chi Pachysolen, ví dụ, loài Pachysolen tannophilus, chi Bretannomyces, ví dụ, loài Bretannomyces clausenii (Philippidis, G. P., 1996, Cellulose bioconversion technology, trong Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, Wyman, C.E., ed., Taylor & Francis, Washington, DC, 179-212). Theo phương án đặc biệt, vi sinh vật có thể là pichia stipitis (NRRL-7124).

Nấm men có trên thị trường bao gồm, ví dụ, Red Star®/Lesaffre Ethanol Red (do Red Star/Lesaffre, Mỹ bán trên thị trường) FALI® (Fleischmann's Yeast, là một chi nhánh của Burns Philip Food Inc., Mỹ bán trên thị trường), SUPERSTART® (do Alltech bán tren thị trường), GERT STRAND® (do Gert Strand AB, Thụy Điển bán trên thị trường) và FERMOL® (do DSM Specialties bán trên thị trường).

Vi khuẩn có thể lên men sinh khối thành etanol và các sản phẩm khác bao gồm, ví dụ, Zymomonas mobilis và Clostridium thermocellum (Philippidis, 1996, supra). Leschine và các đồng tác giả (International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 2002; 52, 1155-1160) đã phân lập vi khuẩn kỵ khí, ưa nhiệt trung bình, phân giải xenluloza từ đất rừng, Clostridium phytofermentans sp. nov., chuyển hóa xenluloza thành etanol.

Việc lên men sinh khối thành etanol và các sản phẩm khác có thể được tiến hành bằng cách sử dụng các loại vi sinh vật công nghệ di truyền gen hoặc ưa nhiệt nhất định, như loài Thermoanaerobacter, bao gồm T. mathranii và các loài nấm men như các loài Pichia. Ví dụ về chủng T. mathranii là A3M4 được mô tả trong ấn phẩm của Sonne-Hansen và các đồng tác giả (Applied Microbiology and Biotechnology 1993, 38, 537-541) hoặc Ahring và các đồng tác giả (Arch. Microbiol. 1997, 168, 114-119).

Nấm men và vi khuẩn Zymomonas có thể được sử dụng để lên men hoặc chuyển hóa. Độ pH tối ưu cho nấm men có độ pH từ 4 đến 5, trong khi độ pH tối ưu cho Zymomonas là pH từ 5 đến 6. Khoảng thời gian lên men điển hình là từ khoảng 24 đến 96 giờ với nhiệt độ từ 26°C đến 40°C, tuy nhiên các vi sinh vật ưa nhiệt ưa thích nhiệt độ cao hơn.

Enzym phá vỡ sinh khối, như xenluloza, thành nguyên liệu có chứa carbohydrat có phân tử lượng thấp hơn, như glucoza, trong quá trình đường hóa được gọi là enzym phân giải xenluloza hoặc xenlulaza. Enzym có thể là phức hợp enzym tác động theo cách hiệp đồng để phân giải xenluloza tinh thể. Ví dụ về các enzym phân giải xenluloza bao gồm: endoglucanaza, xenlobiohydrolaza và xenlobiaza (glucosidaza). Cơ chất xenluloza thường được thủy phân trước tiên bằng endoglucanaza tại vị trí ngẫu nhiên, tạo ra các sản phẩm trung gian dạng oligome. Các sản phẩm trung gian này sau đó là cơ chất cho các glucanaza phân tách bên ngoài, như xenlobiohydrolaza để tạo ra xenlobioza từ các phần cuối của polyme xenluloza. Xenlobioza là dime được liên kết (1,4 tan được trong nước của glucoza. Cuối cùng, xenlobiaza phân cắt xenlobioza để tạo ra glucoza.

Xenlulaza có khả năng phân giải sinh khối và có thể có nguồn gốc từ nấm hoặc vi khuẩn. Các enzym thích hợp bao gồm xenlulaza từ chi Bacillus, Pseudomonas, Humicola, Fusarium, Thielavia, Acremonium, Chrysosporium và Trichoderma và bao gồm loài Humicola, Coprinus, Thielavia, Fusarium, Myceliophthora, Acremonium, Cephalosporium, Scytalidium, Penicillium hoặc Aspergillus (xem, ví dụ, EP 458162), đặc biệt là các enzym được sản xuất bởi chủng được chọn từ loài Humicola insolens (được phân loại lại là Scytalidium thermophilum, xem, ví dụ, patent Mỹ số 4.435.307), Coprinus cinereus, Fusarium oxysporum, Myceliophthora thermophila, Meripilus giganteus, Thielavia terrestris, Acremonium sp., Acremonium persicinum, Acremonium acremonium, Acremonium brachypenium, Acremonium dichromosporum, Acremonium obclavatum, Acremonium pinkertoniae, Acremonium roseogriseum, Acremonium incoloratum và Acremonium furatum; tốt hơn nếu là từ loài Humicola insolens DSM 1800, Fusarium oxysporum DSM 2672, Myceliophthora thermophila CBS 117.65, Cephalosporium sp. RYM-202, Acremonium sp. CBS 478.94, Acremonium sp. CBS 265.95, Acremonium persicinum CBS 169.65, Acremonium acremonium

AHU 9519, Cephalosporium sp. CBS 535.71, Acremonium brachypenium CBS 866,73, Acremonium dichromosporum CBS 683.73, Acremonium obclavatum CBS 311,74, Acremonium pinkertoniae CBS 157,70, Acremonium roseogriseum CBS 134,56, Acremonium incoloratum CBS 146.62 và Acremonium furatum CBS 299,70H. Các enzym phân giải xenluloza cũng có thể thu được từ Chrysosporium, tốt hơn nếu là chủng Chrysosporium lucknowense. Ngoài ra, Trichoderma (đặc biệt là Trichoderma viride, Trichoderma reesei và Trichoderma koningii), Bacillus ưa kiềm (xem, ví dụ, patent Mỹ số 3.844.890 và EP 458162) và Streptomyces (xem, ví dụ, EP 458162) có thể được sử dụng.

Vi khuẩn kỵ khí phân giải xenluloza cũng được phân lập từ đất, ví dụ, loài phân giải xenluloza mới Clostiridium, Clostridium phytofermentans sp. nov. (xem ấn phẩm Leschine et. al, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (2002), 52, 1155-1160).

Các enzym phân giải xenluloza nhờ sử dụng công nghệ tái tổ hợp cũng có thể được sử dụng (xem, ví dụ, WO 2007/071818 và WO 2006/110891).

Các enzym phân giải xenluloza được sử dụng có thể được sản xuất bằng cách lên men các chủng vi sinh vật nêu trên trong môi trường dinh dưỡng có chứa nguồn cacbon và nitơ thích hợp và các muối vô cơ, bằng cách sử dụng các quy trình đã biết trong tình trạng kỹ thuật (xem ấn phẩm, ví dụ, Bennett, J.W. and LaSure, L. (eds.), More Gene Manipulations in Fungi, Academic Press, CA 1991). Môi trường thích hợp đã có sẵn từ các nhà cung cấp thương mại hoặc có thể được điều chế theo các thành phần đã được công bố (ví dụ, trong danh mục liệt kê của American Type Culture Collection). Khoảng giá trị nhiệt độ và các điều kiện khác thích hợp cho sự sinh trưởng và sản xuất xenlulaza đã được biết trong tình trạng kỹ thuật (xem ấn phẩm, ví dụ, Bailey, J.E., and Ollis, D.F., Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill Book Company, NY, 1986).

Việc xử lý xenluloza bằng xenlulaza thường được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30°C đến 65°C. Xenlulaza có hoạt tính trong khoảng giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 3 đến 7. Bước đường hóa có thể kéo dài lên tới 120 giờ. Liều enzym xenlulaza đạt được mức độ chuyển hóa xenluloza đủ cao. Ví dụ, Liều xenlulaza thích hợp thường nằm trong khoảng từ 5,0 đến 50 đơn vị giấy lọc (FPU

hoặc IU) cho mỗi gam xenluloza. FPU là đơn vị đo tiêu chuẩn và được định nghĩa và được đo theo Ghose (1987, Pure and Appl. Chem. 59:257-268).

Khí hóa

Ngoài sử dụng bước nhiệt phân để xử lý sơ bộ nguyên liệu, bước nhiệt phân cũng có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu đã xử lý sơ bộ để tách các nguyên liệu hữu dụng. Cụ thể, dạng nhiệt phân đã biết là khí hóa có thể được sử dụng để tạo ra khí nhiên liệu cùng với nhiều sản phẩm khí, lỏng và rắn khác nhau. Để thực hiện bước khí hóa, nguyên liệu đã xử lý sơ bộ được cho qua trong buồng nhiệt phân và được gia nhiệt đến nhiệt độ cao, thường là 700°C hoặc cao hơn. Nhiệt độ được sử dụng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm bản chất của nguyên liệu và sản phẩm mong muốn.

Lượng oxy (ví dụ, ở dạng khí oxy tinh khiết và/hoặc ở dạng không khí) và hơi nước (ví dụ, hơi nước quá nhiệt) cũng có thể được bổ sung vào buồng nhiệt phân để tạo điều kiện thuận lợi cho việc khí hóa. Các hợp chất này phản ứng với nguyên liệu có chứa cacbon trong nhiều bước phản ứng để tạo ra hỗn hợp khí được gọi là khí đốt tổng hợp (hoặc "syngas"). Về cơ bản, trong quy trình khí hóa, lượng oxy giới hạn được cho qua trong buồng nhiệt phân cho phép một số nguyên liệu cháy để tạo thành cacbon monoxit và tạo ra nhiệt xử lý. Nhiệt xử lý sau đó có thể được sử dụng để đẩy mạnh phản ứng thứ hai chuyển hóa nguyên liệu bổ sung thành hydro và cacbon monoxit.

Trong bước thứ nhất của toàn bộ phản ứng, việc gia nhiệt nguyên liệu tạo ra than có thể bao gồm nhiều loại có gốc hydrocacbon khác nhau. Một số nguyên liệu dễ bay hơi nhất định có thể được tạo ra (ví dụ, một số nguyên liệu hydrocacbon dạng khí nhất định), giảm tổng khối lượng nguyên liệu. Sau đó, trong bước thứ hai của phản ứng, một số nguyên liệu dễ bay hơi được tạo ra trong bước thứ nhất phản ứng với oxy trong phản ứng cháy để tạo thành cả cacbon monoxit và cacbon dioxit. Phản ứng cháy giải phóng nhiệt, nhiệt này đẩy mạnh bước thứ ba của phản ứng. Trong bước thứ ba này, cacbon dioxit và hơi nước (ví dụ, nước) phản ứng với than đã được tạo ra trong bước thứ nhất để tạo thành cacbon monoxit và khí hydro. Cacbon monoxit cũng có thể phản ứng với hơi nước, trong phản ứng chuyển dịch nước thể khí, để tạo thành cacbon dioxit và khí hydro bổ sung.

Bước khí hóa có thể được sử dụng làm bước xử lý sơ bộ để tạo ra sản phẩm một cách trực tiếp từ nguyên liệu đã xử lý sơ bộ, ví dụ, để vận chuyển và/hoặc bán sau đó. Theo cách khác hoặc ngoài ra, bước khí hóa có thể được sử dụng làm quy trình bổ trợ để tạo ra nhiên liệu cho toàn bộ hệ thống xử lý. Khí đốt tổng hợp giàu hydro được tạo thành thông qua quy trình khí hóa có thể được đốt cháy, ví dụ, để tạo ra điện và/hoặc nhiệt xử lý có thể để sử dụng ở các vị trí khác trong hệ thống xử lý. Kết quả là toàn bộ hệ thống xử lý có thể ít nhất tự bền vững một phần. Nhiều sản phẩm khác, bao gồm dầu nhiệt phân và các chất có gốc hydrocacbon dạng khí, cũng có thể thu được trong và/hoặc sau quy trình khí hóa; các chất này có thể được tách và được lưu trữ hoặc được vận chuyển khi muốn.

Nhiều buồng nhiệt phân khác nhau là thích hợp để khí hóa nguyên liệu đã xử lý sơ bộ, bao gồm các buồng nhiệt phân được bộc lộ trong bản mô tả này. Cụ thể, hệ phản ứng tầng sôi, trong đó nguyên liệu đã xử lý sơ bộ được hóa lỏng trong hơi nước và oxy/không khí, tạo ra lưu lượng tương đối cao và sự thu hồi sản phẩm không khó khăn. Than rắn vẫn còn lại sau khi khí hóa trong hệ tầng sôi (hoặc trong các buồng nhiệt phân khác) có thể được đốt cháy để tạo ra nhiệt xử lý bổ sung để đẩy mạnh phản ứng khí hóa sau đó.

Xử lý sau

Chưng cất

Sau khi lên men, dịch lỏng thu được có thể được chưng cất bằng cách sử dụng, ví dụ, "cột bia" để tách etanol và các rượu khác từ phần lớn nước và chất rắn dư. Hơi thoát ra khỏi có thể là 35% trọng lượng etanol và được cấp vào cột tinh cất. Hỗn hợp của nước và etanol gần như đồng sôi (92,5%) từ cột tinh cất có thể được tinh chế thành etanol tinh khiết (99,5%) bằng cách sử dụng sàng phân tử pha hơi. Đáy cột bia có thể được chuyển sang bộ phận thứ nhất của thiết bị làm bay hơi ba bộ phận. Thiết bị ngưng tụ hồi lưu của cột tinh cất có thể cung cấp nhiệt cho bộ phận thứ nhất này. Sau khi chuyển qua bộ phận thứ nhất này, chất rắn có thể được tách bằng cách sử dụng thiết bị ly tâm và được làm khô trong thiết bị làm khô kiểu quay. Một phần (25%) của dòng thoát ly tâm có thể quay vòng vào bước lên men và phần còn lại được chuyển một cách hiệu quả vào bộ phận làm bay hơi thứ hai và thứ ba. Hầu hết chất ngưng tụ từ thiết bị làm bay hơi có thể được đưa trở lại quy trình

dưới dạng chất ngưng tụ khá sạch với một phần nhỏ được phân tách sang bước xử lý nước thải để ngăn ngừa sự tạo thành các hợp chất có điểm sôi thấp.

Xử lý nước thải

Nước thải xử lý được sử dụng để tối thiểu hóa các yêu cầu về nước bổ sung của nhà máy bằng cách xử lý nước quy trình để tái sử dụng trong nhà máy. Việc xử lý nước thải cũng có thể tạo ra nhiên liệu (ví dụ, bùn và khí sinh học) có thể được sử dụng để cải thiện tổng hiệu suất của quy trình sản xuất etanol. Ví dụ, như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, bùn và khí sinh học có thể được sử dụng để tạo ra hơi nước và điện có thể được sử dụng trong các quy trình nhà máy khác nhau.

Nước thải ban đầu được bơm qua sàng (ví dụ, sàng chắn) để loại bỏ các hạt lớn, được thu gom trong phễu. Theo một số phương án, các hạt lớn được chuyển đến bãi rác. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các hạt lớn được đốt cháy để tạo ra hơi và/hoặc điện như được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Thông thường, mắt sàng trên sàng chắn có mắt sàng nằm trong khoảng từ 0,635 cm (1/4) insơ đến 2,54 cm (1 insơ) (ví dụ, khe 1/2 insơ).

Sau đó, nước thải chảy vào thùng làm cân bằng, ở đó nồng độ hữu cơ của nước thải được làm cân bằng trong khoảng thời gian lưu giữ. Thông thường, thời gian lưu nằm trong khoảng từ 8 giờ đến 36 giờ (ví dụ, 24 giờ). Thiết bị trộn được bố trí trong thùng để khuấy các thành phần của thùng. Theo một số phương án, nhiều thiết bị trộn được bố trí khắp thùng được sử dụng để khuấy các thành phần của thùng. Theo một số phương án nhất định, thiết bị trộn về cơ bản trộn các thành phần của thùng làm cân bằng sao cho các điều kiện (ví dụ, nồng độ nước thải và nhiệt độ) khắp thùng là đồng nhất.

Bơm thứ nhất chuyển nước từ thùng làm cân bằng qua thiết bị trao đổi nhiệt chất lỏng với chất lỏng. Thiết bị trao đổi nhiệt này được kiểm soát (ví dụ, bằng cách kiểm soát lưu lượng của dịch lỏng qua thiết bị trao đổi nhiệt) sao cho nước thải thoát ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt là ở nhiệt độ mong muốn để xử lý kỵ khí. Ví dụ, nhiệt độ mong muốn để xử lý kỵ khí có thể nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C.

Sau khi thoát ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt, nước thải đi vào một hoặc nhiều thùng phản ứng kỵ khí. Theo một số phương án, nồng độ bùn trong mỗi thùng phản ứng kỵ khí là giống với tổng nồng độ bùn trong nước thải. Theo các phương án

khác, thùng phản ứng kỵ khí có nồng độ bùn cao hơn tổng nồng độ bùn trong nước thải.

Dung dịch dinh dưỡng chứa nitơ và phospho được định lượng vào mỗi thùng phản ứng kỵ khí chứa nước thải. Dung dịch dinh dưỡng phản ứng với bùn trong thùng phản ứng kỵ khí để tạo thành khí sinh học có thể chứa 50% metan và có giá trị gia nhiệt khoảng 27912 KJ/kg (12.000 đơn vị nhiệt của Anh (Btu)/pao). Khí sinh học thoát ra khỏi mỗi thùng phản ứng kỵ khí qua lỗ thông và chảy vào đường ống góp, ở đó nhiều luồng khí sinh học được kết hợp thành một luồng. Thiết bị nén chuyển luồng khí sinh học đến nồi hơi hoặc động cơ đốt cháy như được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Theo một số phương án, thiết bị nén cũng chuyển luồng khí sinh học đơn lẻ qua chất xúc tác tách lưu huỳnh. Ngoài ra hoặc theo cách khác, thiết bị nén có thể chuyển luồng khí sinh học đơn lẻ qua thùng sa lắng.

Bơm thứ hai chuyển luồng ra kỵ khí từ thùng phản ứng kỵ khí vào một hoặc nhiều thùng phản ứng ưa khí (ví dụ, thùng phản ứng chứa bùn hoạt tính). Thiết bị thông khí được bố trí trong mỗi thùng phản ứng ưa khí để trộn luồng ra kỵ khí, bùn, oxy (ví dụ, oxy được chứa trong không khí). Trong mỗi thùng phản ứng ưa khí, sự oxy hóa nguyên liệu tế bào trong luồng ra kỵ khí tạo ra cacbon dioxit, nước và amoniac.

Luồng ra ưa khí di chuyển (ví dụ, nhờ trọng lực) sang thiết bị tách, ở đó bùn được tách ra khỏi nước đã xử lý. Một số bùn được đưa trở lại một hoặc nhiều thùng phản ứng ưa khí để tạo ra nồng độ bùn cao trong thùng phản ứng ưa khí, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc phá vỡ ưa khí của nguyên liệu tế bào trong nước thải. Băng chuyền loại bỏ bùn dư ra khỏi thiết bị tách. Như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, bùn dư được sử dụng làm nhiên liệu để tạo ra hơi nước và/hoặc điện.

Nước đã xử lý được bơm từ thiết bị tách sang thùng lắng. Các chất rắn phân tán trong nước đã xử lý lắng xuống đáy thùng lắng và sau đó được loại bỏ. Sau giai đoạn lắng, nước đã xử lý được bơm từ thùng lắng qua thiết bị lọc tinh để loại bỏ các chất rắn bất kỳ khác còn lại trong nước. Theo một số phương án, clo được bổ sung vào nước đã xử lý để diệt vi khuẩn gây bệnh. Theo một số phương án, một hoặc nhiều kỹ thuật tách lý-hóa được sử dụng để tiếp tục tinh chế nước đã xử lý. Ví dụ,

nước đã xử lý có thể được bơm qua thùng phản ứng hấp phụ cacbon. Ví dụ khác là nước đã xử lý có thể được bơm qua thùng phản ứng thẩm thấu ngược.

Đốt phế thải

Việc sản xuất rượu từ sinh khối có thể dẫn đến việc sản xuất nhiều luồng sản phẩm phụ khác nhau hữu dụng để tạo ra hơi nước và điện để sử dụng trong các bộ phận khác của nhà máy. Ví dụ, hơi nước được tạo ra từ luồng sản phẩm phụ cháy có thể được sử dụng trong quy trình chưng cất. Như ví dụ khác, điện được tạo ra từ luồng sản phẩm phụ cháy có thể được sử dụng để cung cấp điện cho thiết bị phát chùm điện tử và thiết bị chuyển đổi siêu âm được sử dụng trong bước xử lý sơ bộ.

Các sản phẩm phụ được sử dụng để tạo ra hơi nước và điện có nguồn gốc từ nhiều nguồn trong suốt quy trình. Ví dụ, việc phân giải nước thải kỵ khí tạo ra khí sinh học có lượng metan cao và lượng sinh khối thải (bùn) nhỏ. Ví dụ khác là chất rắn sau chưng cất (ví dụ, lignin, xenluloza và hemixenluloza không được chuyển hóa còn lại từ bước xử lý sơ bộ và xử lý sơ cấp) có thể được sử dụng làm nhiên liệu.

Khí sinh học được chuyển sang động cơ đốt cháy được nối với thiết bị sinh điện để tạo thành điện. Ví dụ, khí sinh học có thể được sử dụng làm nguồn nhiên liệu cho động cơ dùng khí tự nhiên được đánh lửa bằng các tia lửa. Ví dụ khác là khí sinh học có thể được sử dụng làm nguồn nhiên liệu cho động cơ dùng khí tự nhiên bơm trực tiếp. Ví dụ khác là khí sinh học có thể được sử dụng làm nguồn nhiên liệu cho tua bin đốt cháy. Ngoài ra hoặc theo cách khác, tua bin đốt cháy có thể được tạo kết cấu ở dạng kết cấu đồng phát. Ví dụ, nhiệt thải từ động cơ đốt cháy có thể được sử dụng để tạo ra nước nóng hoặc hơi nước trong nhà máy.

Bùn và chất rắn sau chưng cất được đốt cháy để gia nhiệt nước chảy thiết bị trao đổi nhiệt. Theo một số phương án, nước chảy qua thiết bị trao đổi nhiệt là làm bay hơi và được gia nhiệt quá nhiệt thành hơi nước. Theo một số phương án nhất định, hơi nước được sử dụng trong thùng phản ứng xử lý sơ bộ và trong thiết bị trao đổi nhiệt trong quy trình chưng cất và làm bay hơi. Ngoài ra hoặc theo cách khác, hơi nước giãn mở để cung cấp lực cho tua bin hơi nước nhiều giai đoạn được nối với thiết bị sinh điện. Hơi nước thoát ra khỏi tua bin hơi nước được làm ngưng tụ bằng nước làm nguội và được đưa trở lại thiết bị trao đổi nhiệt để gia nhiệt lại cho hơi nước. Theo một số phương án, lưu lượng nước qua thiết bị trao đổi nhiệt được

kiểm soát để thu nhận lượng điện đầu ra mong muốn từ tua bin hơi nước được nối với thiết bị sinh điện. Ví dụ, nước có thể được bổ sung vào thiết bị trao đổi nhiệt để đảm bảo rằng tua bin hơi nước vận hành vượt quá điều kiện ngưỡng (ví dụ, tua bin quay đủ nhanh để làm quay thiết bị sinh điện).

Mặc dù một số phương án nhất định được mô tả, nhưng các phương án khác cũng có thể được sử dụng.

Ví dụ là mặc dù khí sinh học được mô tả là được chuyển sang động cơ đốt cháy được nối với thiết bị sinh điện, nhưng theo một số phương án nhất định, khí sinh học có thể được cho đi qua thiết bị tinh lọc nhiên liệu để tạo thành hydro. Hydro này sau đó được chuyển hóa thành điện thông qua tế bào nhiên liệu.

Như ví dụ khác, mặc dù khí sinh học được mô tả là được đốt cháy không cùng với bùn và chất rắn sau chưng cất, nhưng theo một số phương án nhất định, tất cả các sản phẩm thải phụ có thể được đốt cháy cùng nhau để tạo thành hơi nước.

Sản phẩm/Đồng sản phẩm

Rượu

Rượu được tạo ra có thể là rượu monohydroxy, ví dụ, etanol hoặc rượu polyhydroxy, ví dụ, etylen glycol hoặc glyxerin. Ví dụ về các rượu có thể được tạo ra bao gồm metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanol, ví dụ, n-, sec- hoặc t-butanol, etylen glycol, propylen glycol, 1, 4-butan diol, glyxerin hoặc hỗn hợp của các rượu này.

Mỗi rượu trong số các rượu được tạo ra bởi nhà máy có giá trị thương mại làm nguyên liệu trong công nghiệp. Ví dụ, etanol có thể được sử dụng để tạo thành dầu bóng và nước hoa. Ví dụ khác là metanol có thể được sử dụng làm dung môi được sử dụng làm thành phần trong dịch lỏng dùng cho cần gạt nước. Ví dụ khác nữa là butanol có thể được sử dụng trong chất dẻo hóa, nhựa, sơn và dịch lỏng dùng cho phanh.

Etanol sinh học được sản xuất bởi nhà máy có giá trị làm thành phần được sử dụng trong công nghiệp thực phẩm và đồ uống. Ví dụ, etanol được sản xuất bởi nhà máy có thể được tinh chế thành rượu có cấp độ đủ tiêu chuẩn làm thực phẩm và được sử dụng làm thành phần chủ yếu trong đồ uống chứa cồn.

Etanol sinh học được sản xuất bởi nhà máy cũng có giá trị thương mại làm nhiên liệu vận chuyển. Việc sử dụng etanol là nhiên liệu vận chuyển có thể được thực hiện với sự đầu tư vốn tương đối nhỏ từ người sở hữu và nhà sản xuất động cơ đánh lửa bằng các tia lửa (ví dụ, làm thay đổi thời gian bơm, tỷ lệ nhiên liệu/không khí và các thành phần của hệ bơm nhiên liệu). Nhiều nhà sản xuất ô tô hiện nay đưa ra các phương tiện sử dụng nhiên liệu linh động có khả năng vận hành với hỗn hợp etanol/xăng chứa lên tới 85% etanol theo dung tích (ví dụ, thiết bị tiêu chuẩn trên Chevy Tahoe 4 x 4).

Etanol sinh học được sản xuất bởi nhà máy này có thể được sử dụng làm nhiên liệu động cơ để cải thiện các điều kiện môi trường và kinh tế vượt ra ngoài vị trí của nhà máy. Ví dụ, etanol được sản xuất bởi nhà máy này và được sử dụng làm nhiên liệu có thể giảm sự phát thải khí nhà kính từ các nguồn nhân tạo (ví dụ, các nguồn giao thông vận tải). Ví dụ khác etanol được sản xuất bởi nhà máy này và được sử dụng làm nhiên liệu động cơ cũng có thể thay thế sự tiêu thụ xăng được tinh chế từ dầu.

Etanol sinh học có chỉ số octan cao hơn xăng thông dụng và, do đó, có thể được sử dụng để cải thiện hiệu năng (ví dụ, cho phép tỷ lệ nén cao hơn) của các động cơ đánh lửa bằng các tia lửa. Ví dụ, lượng nhỏ (ví dụ, 10% dung tích) của etanol có thể được trộn lẫn với xăng để đóng vai trò làm chất tăng cường octan cho nhiên liệu được sử dụng trong động cơ đánh lửa bằng các tia lửa. Ví dụ khác là lượng lớn hơn (ví dụ, 85% dung tích) của etanol có thể được trộn lẫn với xăng để tiếp tục làm tăng chỉ số octan của nhiên liệu và thay thế dung tích xăng lớn hơn.

Chiến lược etanol sinh học được nêu, ví dụ, bởi DiPardo trong ấn phẩm Journal of Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand (EIA Forecasts), 2002; Sheehan trong ấn phẩm Biotechnology Progress, 15:8179, 1999; Martin trong ấn phẩm Enzyme Microbes Technology, 31:274, 2002; Greer trong ấn phẩm BioCycle, 61-65, April 2005; Lynd trong ấn phẩm Microbiology and Molecular Biology Reviews, 66:3, 506-577, 2002; Ljungdahl và các đồng tác giả trong patent Mỹ số 4.292.406; và Bellamy trong patent Mỹ số 4.094.742.

Axit hữu cơ

Các axit hữu cơ được sản xuất có thể bao gồm axit monocarboxylic hoặc axit

polycarboxylic. Ví dụ về các axit hữu cơ bao gồm axit formic, axit axetic, axit propionic, axit butyric, axit valeric, axit caproic, axit palmitic, axit stearic, axit oxalic, axit malonic, axit suxinic, axit glutaric, axit oleic, axit linoleic, axit glycolic, axit lactic, axit γ-hydroxybutyric hoặc hỗn hợp của các axit này.

Thực phẩm

Theo một số phương án, toàn bộ hoặc một phần của việc cho lên men có thể bị gián đoạn trước khi nguyên liệu xenluloza được chuyển hóa hoàn toàn thành etanol. Các sản phẩm lên men trung gian bao gồm nồng độ cao của đường và carbohydrat. Các sản phẩm lên men trung gian này có thể được sử dụng để tạo thành thực phẩm để tiêu thụ bởi người hoặc động vật. Theo một số phương án, bước xử lý sơ bộ bằng cách chiếu xạ nguyên liệu xenluloza sẽ tạo ra cho các sản phẩm lên men trung gian tính tiệt trùng (ví dụ, đáp ứng sự tiêu thụ của người). Theo một số phương án, các sản phẩm lên men trung gian sẽ cần đến bước hậu xử lý trước khi sử dụng làm thực phẩm. Ví dụ, thiết bị làm khô có thể được sử dụng để loại bỏ hơi ẩm ra khỏi các sản phẩm lên men trung gian để tạo điều kiện thuận lợi cho việc lưu trữ, quản lý và thời hạn sử dụng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các sản phẩm lên men trung gian có thể được nghiền thành kích thước hạt nhỏ trong máy nghiền bằng thép không gỉ trong phòng thí nghiệm để tạo ra chất giống bột mỳ.

Thức ăn cho động vật

Các hạt lên men và hạt tan được có thể được chuyển hóa thành các sản phẩm phụ có giá trị của quy trình loại nước-chưng cất. Sau quy trình loại nước-chưng cất, các hạt lên men và hạt tan được có thể được làm khô để cải thiện khả năng lưu trữ và xử lý nguyên liệu. Các hạt lên men và hạt tan được đã được làm khô (Dried distillers grains and soluble - DDGS) tạo thành có lượng tinh bột thấp, lượng chất béo cao, lượng protein cao, lượng sợi cao và lượng phospho cao. Do đó, ví dụ, DDGS có thể có giá trị làm nguồn thức ăn cho động vật (ví dụ, làm nguồn nguyên liệu cho gia súc hang ngày). DDGS có thể được kết hợp sau đó với các chất phụ gia dinh dưỡng để đáp ứng yêu cầu về chế độ ăn uống cụ thể của các nhóm động vật cụ thể (ví dụ, cân bằng lysin và phospho dễ tiêu cho chế độ ăn uống của lợn).

Dược phẩm

Các bước xử lý sơ bộ nêu trên có thể được áp dụng cho các nhà máy mang

tính chất y tế. Theo một số phương án, dùng kỹ thuật sóng siêu âm có thể kích thích hoạt tính sinh học và/hoặc sinh khả dụng của các thành phần y tế của nhà máy mang tính chất y tế. Ngoài ra hoặc theo cách khác, việc chiếu xạ kích thích hoạt tính sinh học và/hoặc sinh khả dụng của các thành phần y tế của nhà máy mang tính chất y tế. Ví dụ, việc dùng kỹ thuật sóng siêu âm và việc chiếu xạ có thể được kết hợp trong bước xử lý sơ bộ vỏ liễu để kích thích sự sản xuất salixin.

Thực phẩm chức năng

Theo một số phương án, các sản phẩm lên men trung gian (ví dụ, các sản phẩm bao gồm nồng độ cao của đường và carbohydrat) có thể được bổ sung để tạo ra thực phẩm chức năng. Ví dụ, các sản phẩm lên men trung gian có thể được bổ sung canxi tạo ra thực phẩm chức năng cung cấp năng lượng và giúp cải thiện hoặc duy trì độ khỏe của xương.

Các phương án khác thuộc phạm vi của các yêu cầu bảo hộ sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý sinh khối, phương pháp này bao gồm các bước: giảm một hoặc nhiều kích thước của các mảnh sinh khối riêng lẻ; cho sinh khối tiếp xúc với liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất sử dụng chùm điện tử quét; vận chuyển sinh khối, bằng cách sử dụng vít; và cho sinh khối tiếp xúc với liều bức xạ chùm điện tử thứ hai sử dụng chùm điện tử quét; trong đó mỗi bức xạ chùm điện tử từ liều thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp bằng thiết bị chùm điện tử quét hoạt động với công suất nằm trong khoảng từ 50kW đến 500kW và mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp với tốc độ liều nằm trong khoảng từ 1 Mrad/giây đến 10 Mrad/giây; và trong đó sinh khối bao gồm hỗn hợp chứa nguyên liệu xenluloza và lignoxenluloza.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cho sinh khối xử lý sơ bộ sau khi cho tiếp xúc với liều bức xạ chùm điện tử thứ hai để tạo thành các sản phẩm.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước xử lý sơ bộ bao gồm việc cho lên men.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước xử lý sơ bộ bao gồm việc cho sinh khối tiếp xúc với vi sinh vật và/hoặc enzym có khả năng chuyển hóa ít nhất một phần sinh khối thành các sản phẩm.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó sản phẩm bao gồm nhiên liệu dễ cháy.

6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó vi sinh vật bao gồm vi khuẩn hoặc nấm men.

7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước chuyển hóa bao gồm việc cho lên men đường có nguồn gốc từ sinh khối.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước cho tiếp xúc với liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được thực hiện trên sinh khối trong khi sinh khối được tiếp xúc với không khí hoặc không khí được làm giàu bằng khí oxy hóa.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được áp dụng với tổng liều được kết hợp nằm trong khoảng từ 10 Mrad đến 150 Mrad.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp với công suất là 50kW.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được áp dụng với tổng liều kết hợp nằm trong khoảng từ 10 Mrad đến 150 Mrad.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp với công suất là 100kW.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp với công suất là 250kW.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi liều bức xạ chùm điện tử thứ nhất và liều thứ hai được cung cấp với công suất là 500kW.

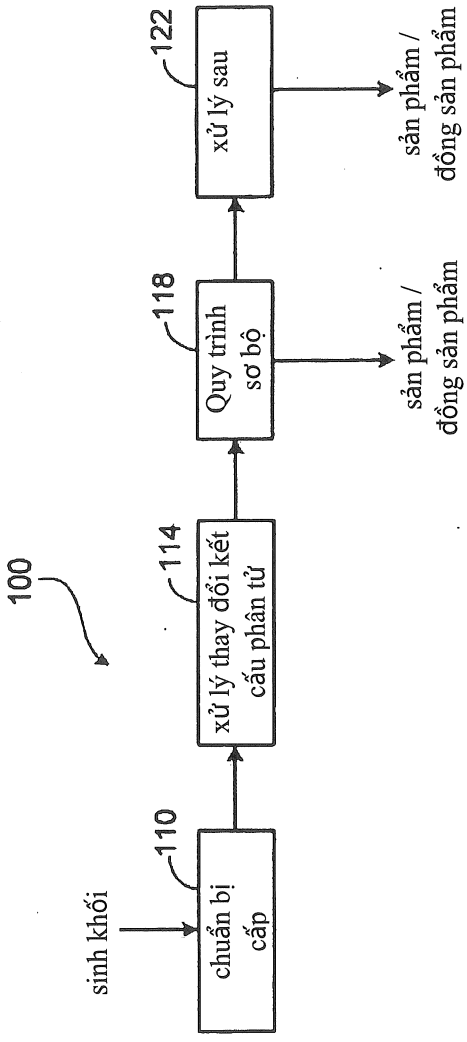

100
sinh khối
110
chuẩn bị cấp
114
xử lý thay đổi kết cấu phân tử
118
Quy trình sơ bộ
sản phẩm / đồng sản phẩm
122
xử lý sau
sản phẩm / đồng sản phẩm

FIG. 1

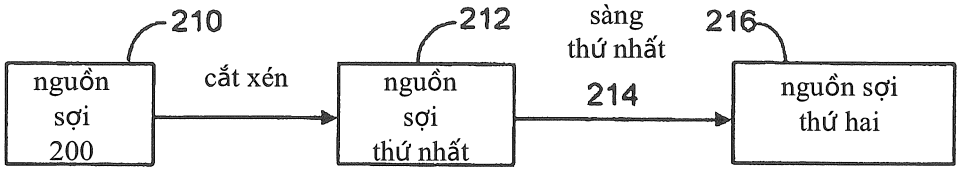

210
212
sàng
thứ nhất
216
nguồn
sợi
200
cắt xén
nguồn
sợi
thứ nhất
214
nguồn sợi
thứ hai

FIG. 2

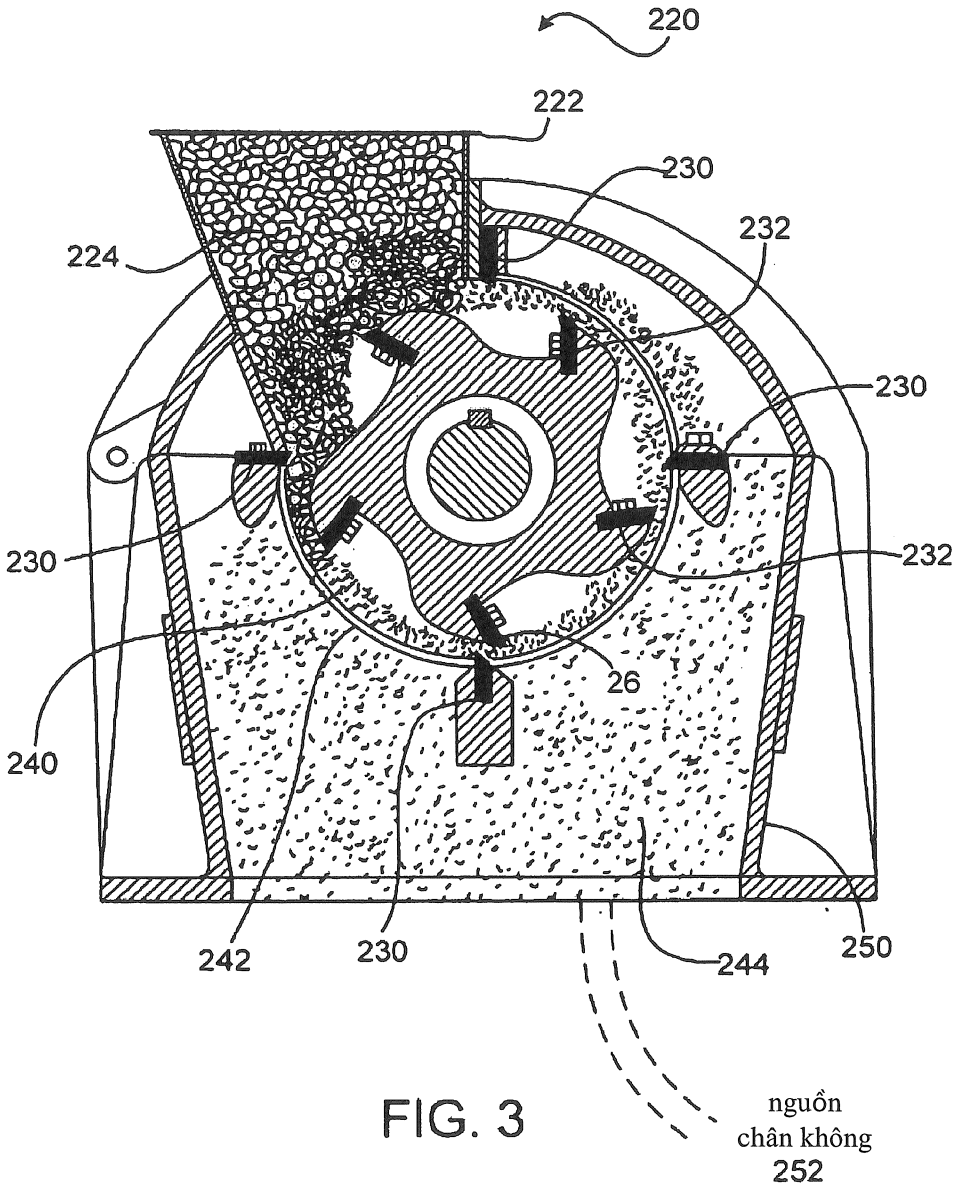

220
222
230
232
224
230
230
232
26
240
242
230
244
250
nguồn
chân không
252

FIG. 3

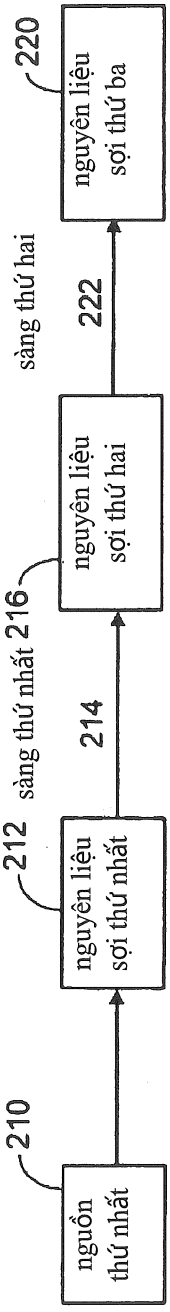

210
nguồn thứ nhất
212
nguyên liệu sợi thứ nhất
214
sàng thứ nhất
216
nguyên liệu sợi thứ hai
222
sàng thứ hai
220
nguyên liệu sợi thứ ba

FIG. 4

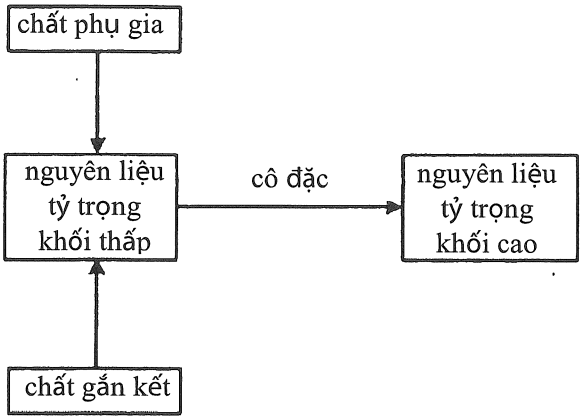

chất phụ gia
nguyên liệu tỷ trọng khối thấp
cô đặc
nguyên liệu tỷ trọng khối cao
chất gắn kết

FIG. 5

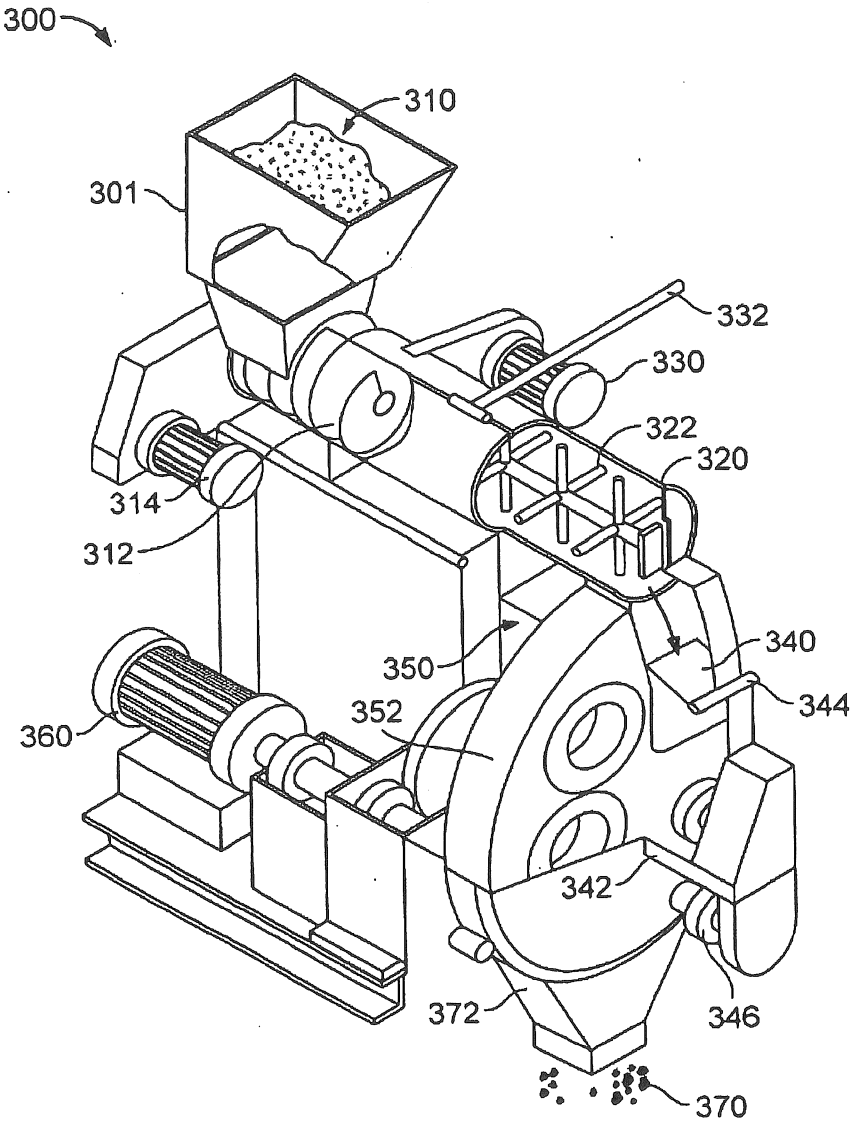

300
310
301
332
330
322
320
314
312
340
350
344
352
360
342
372
346
370

FIG. 6

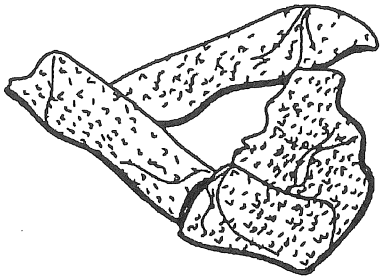


FIG. 7A

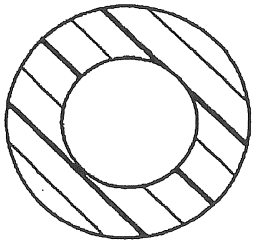


FIG. 7B

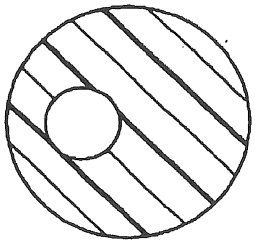


FIG. 7C

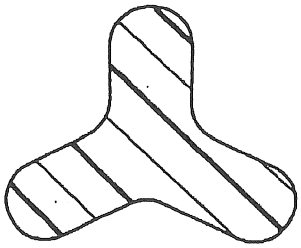


FIG. 7D

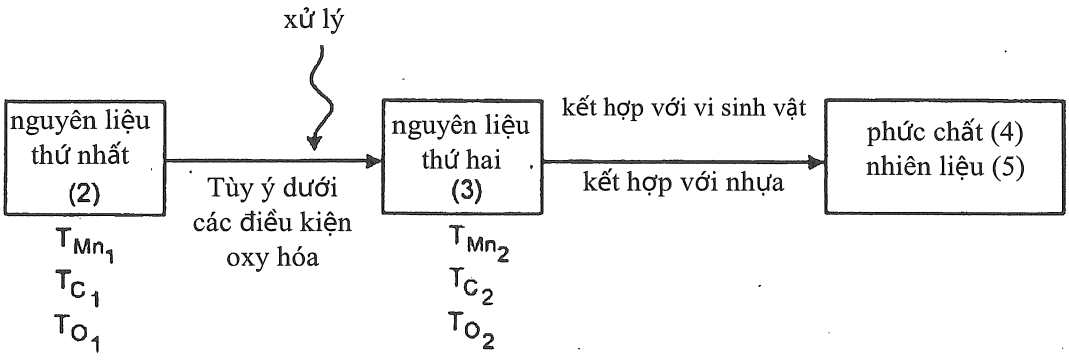

xử lý
nguyên liệu thứ nhất (2)
T_{Mn_1}
T_{C_1}
T_{O_1}
Tùy ý dưới các điều kiện oxy hóa
nguyên liệu thứ hai (3)
T_{Mn_2}
T_{C_2}
T_{O_2}
kết hợp với vi sinh vật
kết hợp với nhựa
phức chất (4)
nhiên liệu (5)

FIG. 8

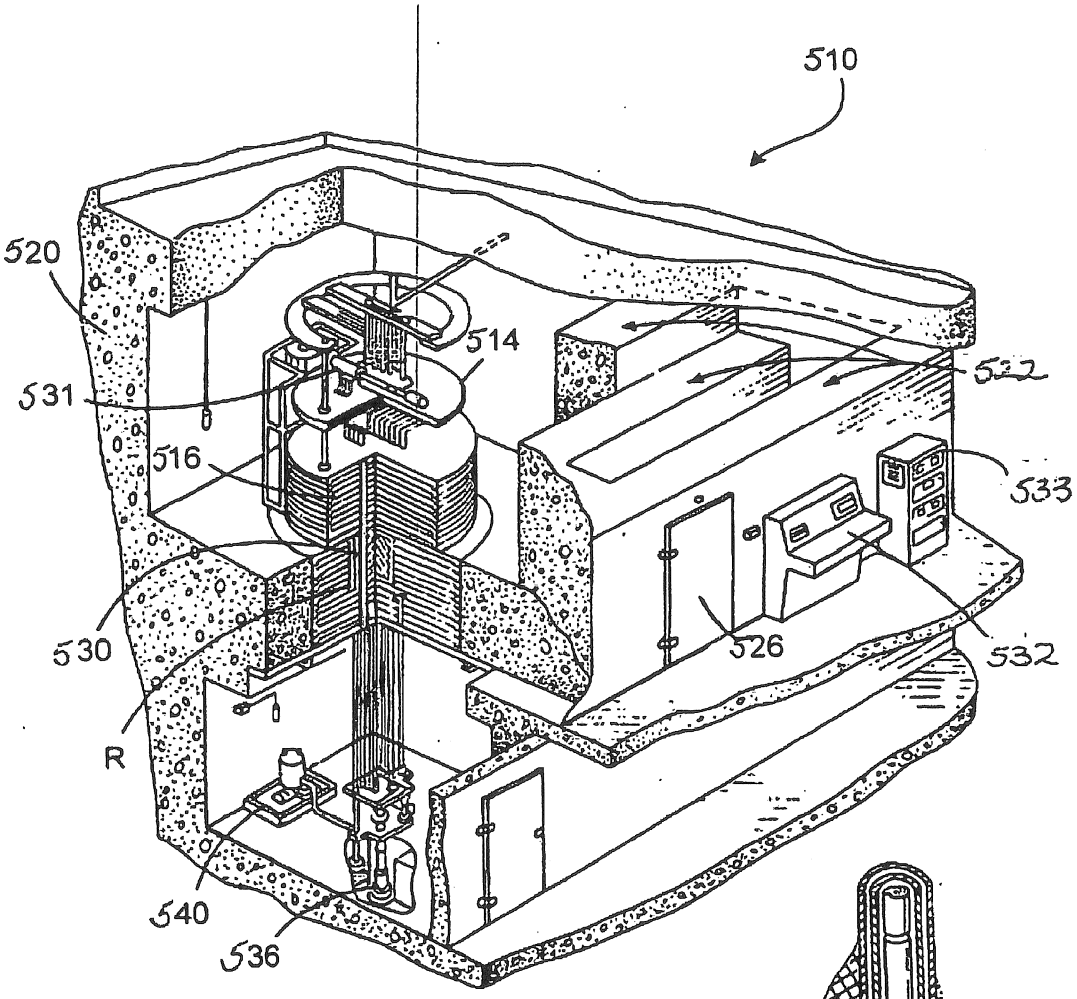


FIG. 9

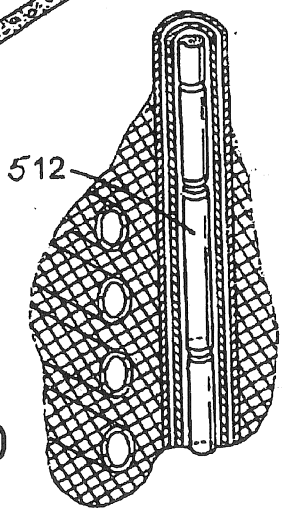


FIG. 10

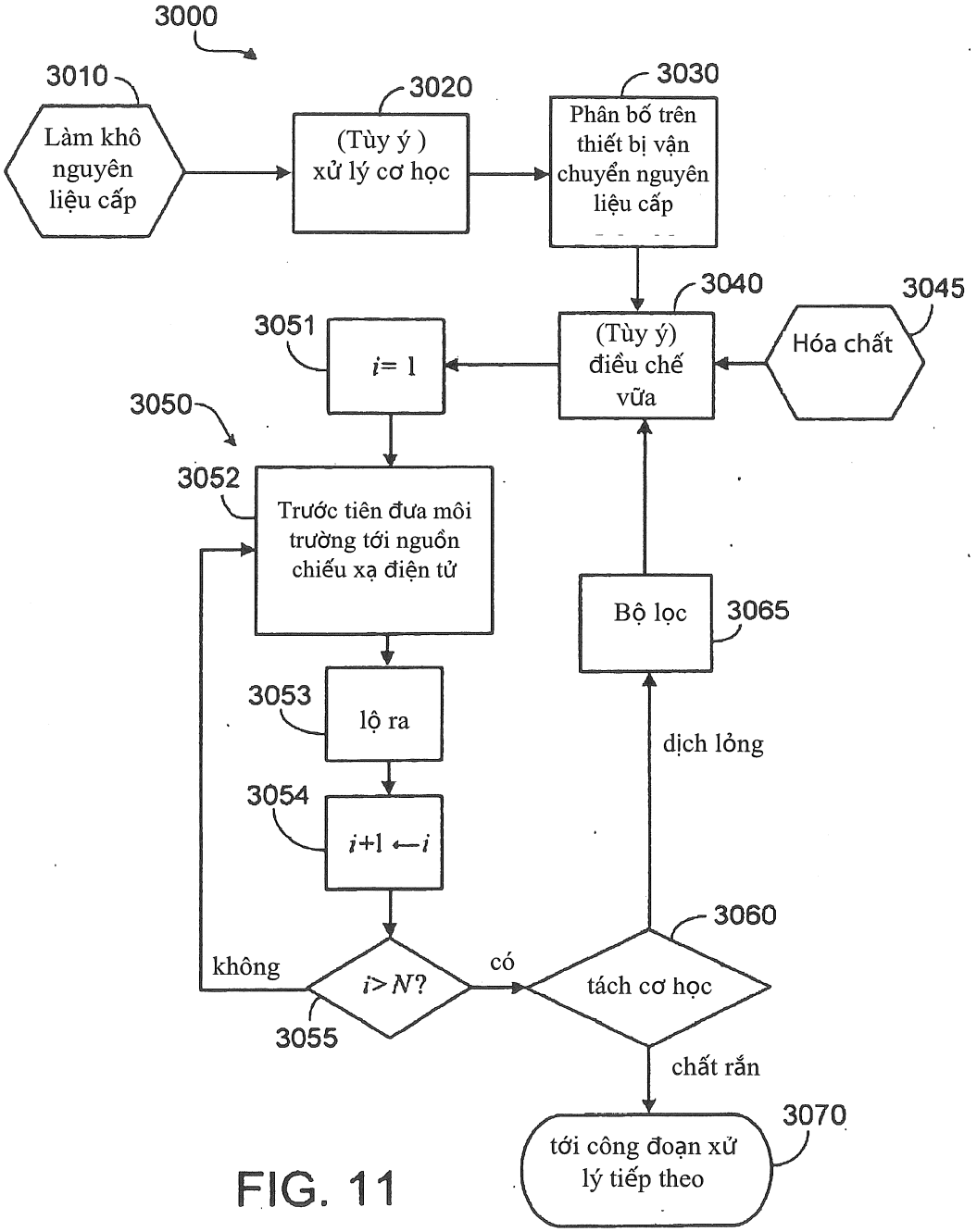

3000
3010
Làm khô nguyên liệu cấp
3020
(Tùy ý) xử lý cơ học
3030
Phân bố trên thiết bị vận chuyển nguyên liệu cấp
3040
(Tùy ý) điều chế vữa
3045
Hóa chất
3051
i= 1
3050
3052
Trước tiên đưa môi trường tới nguồn chiếu xạ điện tử
3053
lộ ra
3054
i+1 ←i
3055
i> N?
không
có
3060
tách cơ học
dịch lỏng
Bộ lọc
3065
chất rắn
3070
tới công đoạn xử lý tiếp theo

FIG. 11

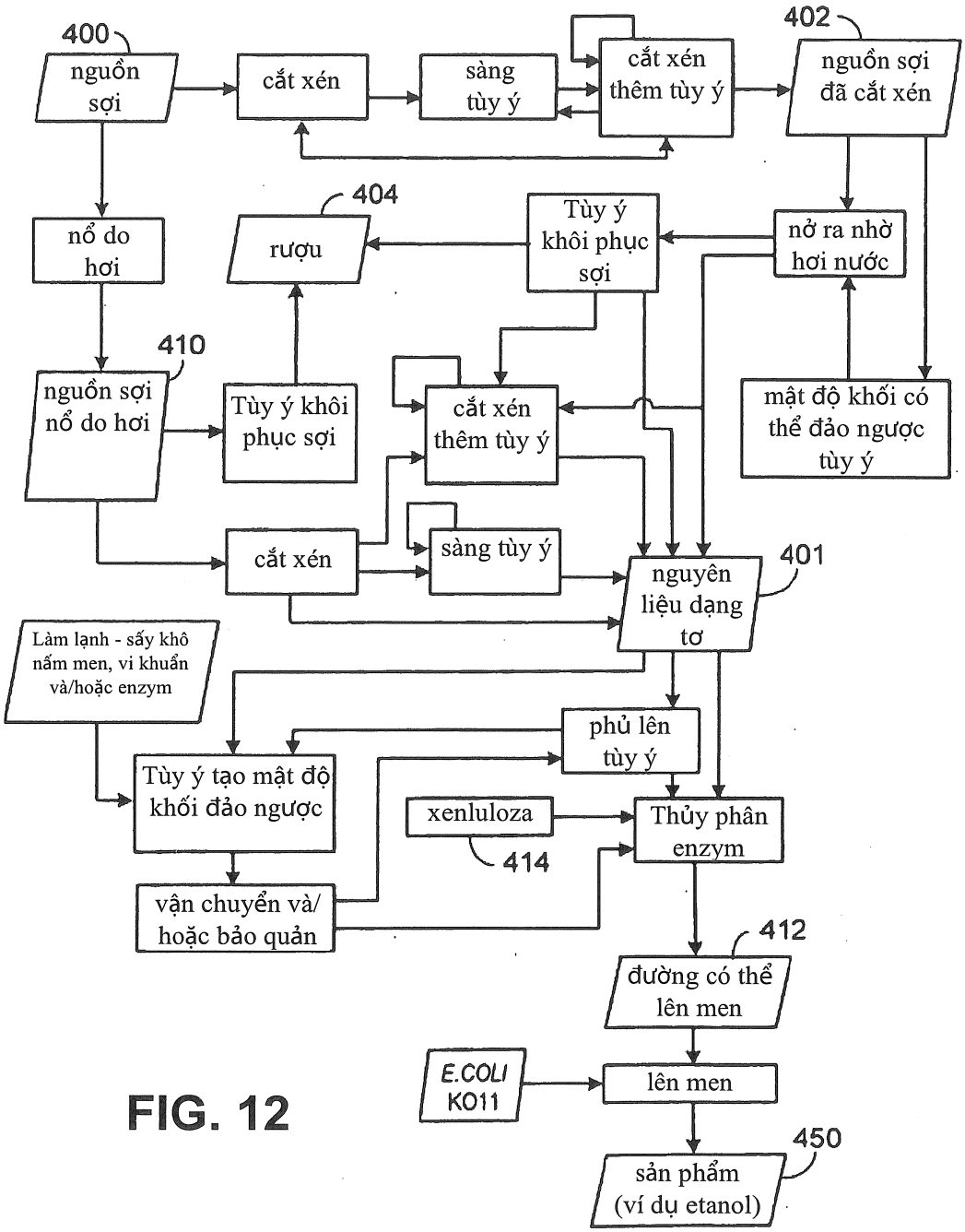

400
nguồn sợi
cắt xén
sàng tùy ý
cắt xén thêm tùy ý
402
nguồn sợi đã cắt xén
nổ do hơi
404
rượu
Tùy ý khôi phục sợi
nở ra nhờ hơi nước
410
nguồn sợi nổ do hơi
Tùy ý khôi phục sợi
cắt xén thêm tùy ý
mật độ khối có thể đảo ngược tùy ý
cắt xén
sàng tùy ý
401
nguyên liệu dạng tơ
Làm lạnh - sấy khô nấm men, vi khuẩn và/hoặc enzym
phủ lên tùy ý
Tùy ý tạo mật độ khối đảo ngược
xenluloza
414
Thủy phân enzym
vận chuyển và/ hoặc bảo quản
412
đường có thể lên men
E.COLI KO11
lên men
450
sản phẩm (ví dụ etanol)

FIG. 12

FIG. 13

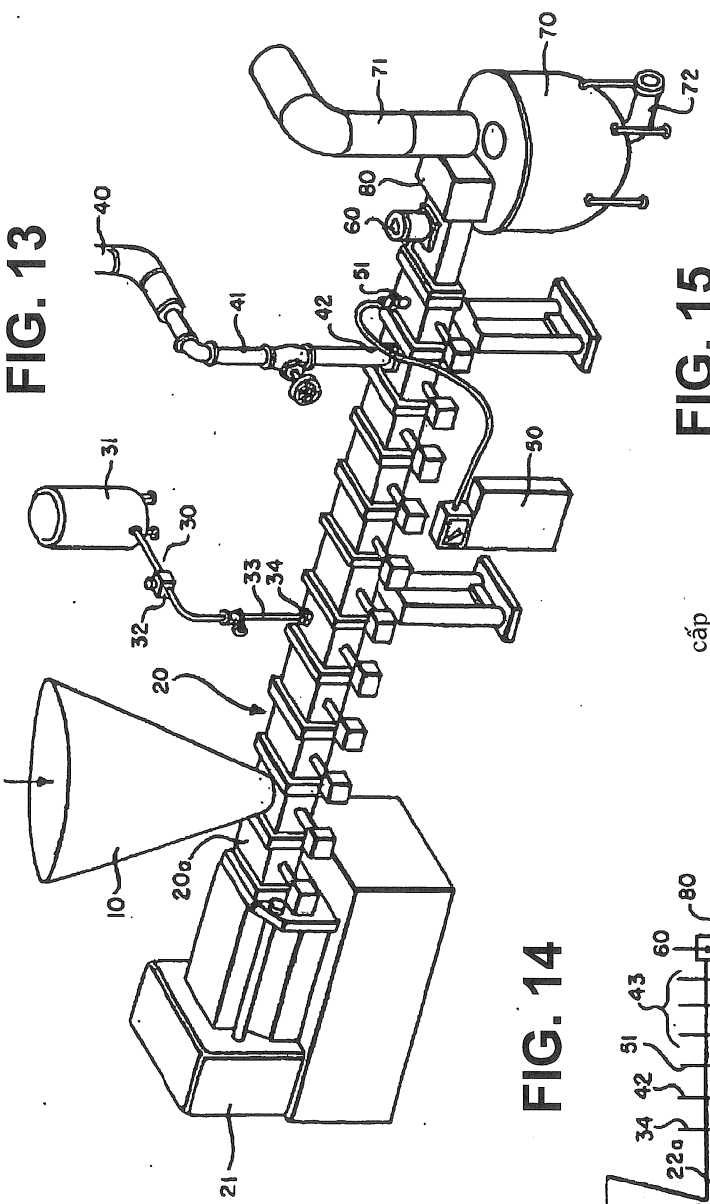


FIG. 14

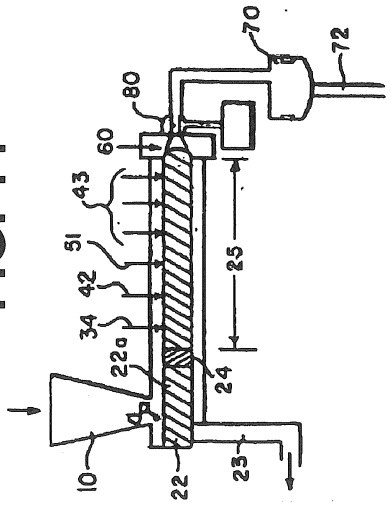


FIG. 15

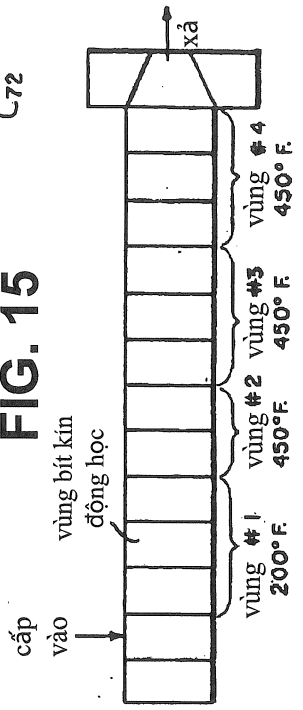


FIG. 16

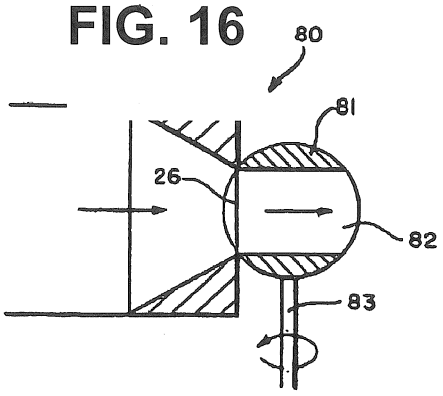


FIG. 17

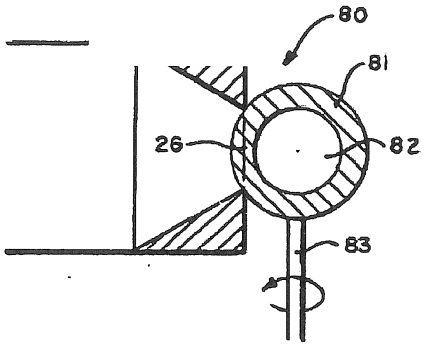


FIG. 18

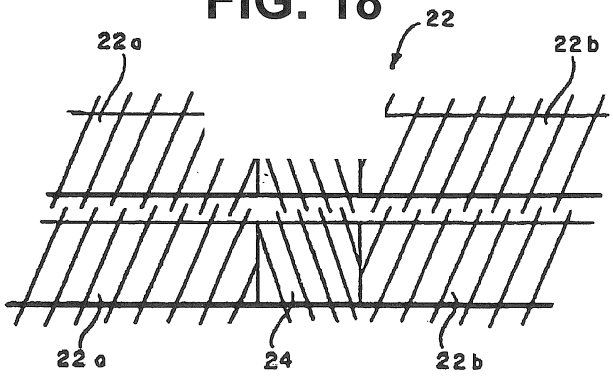


FIG. 19

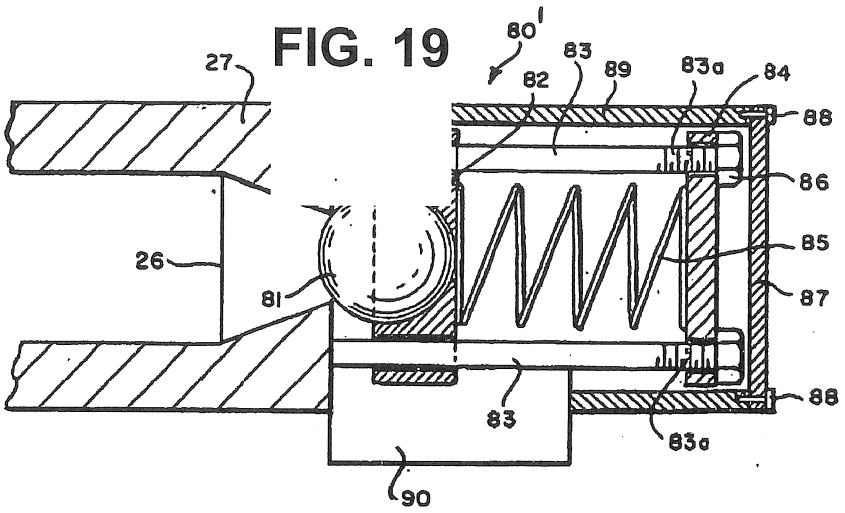


FIG. 20

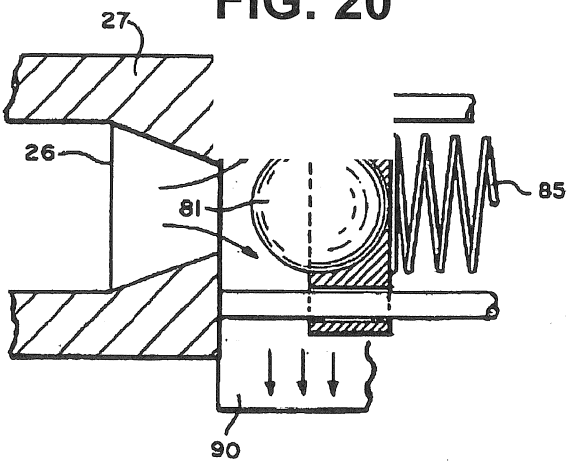
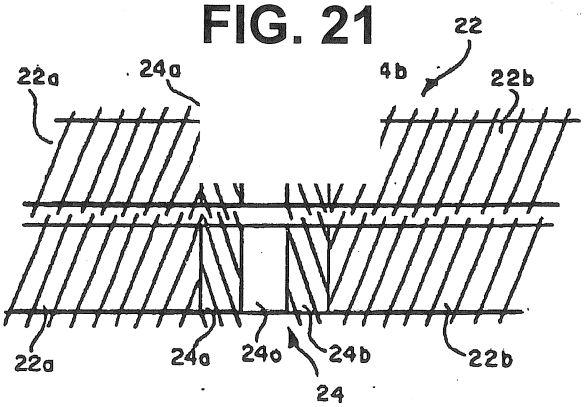


FIG. 21



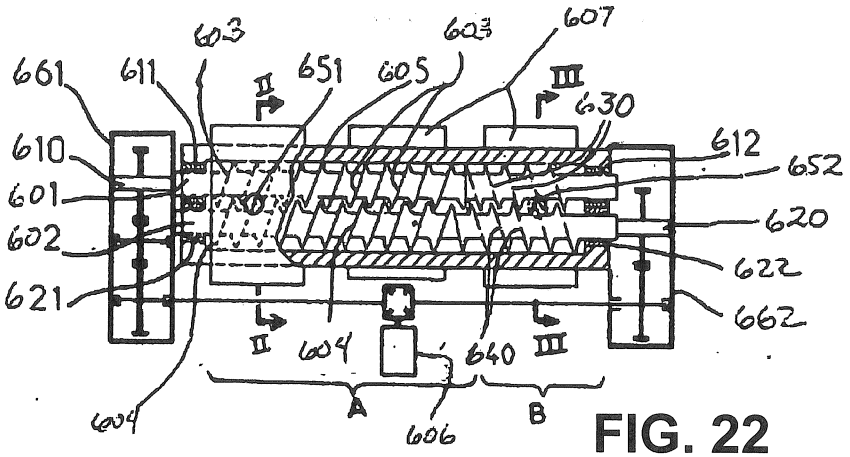


FIG. 22

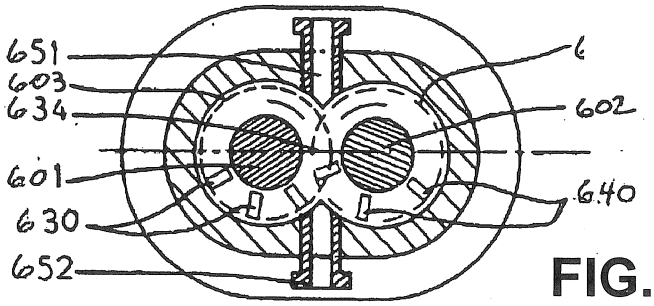


FIG. 23

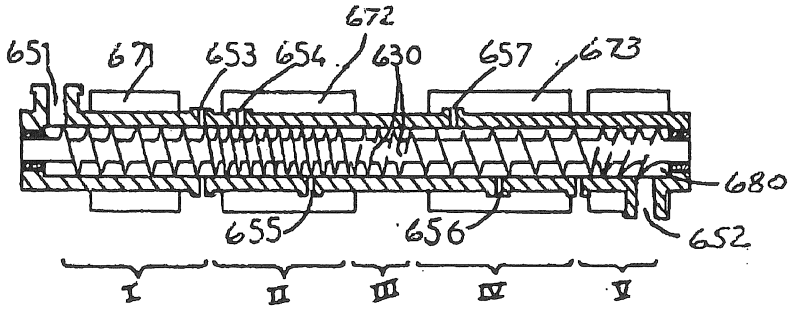


FIG. 24