



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

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

(11) 
1-0021780

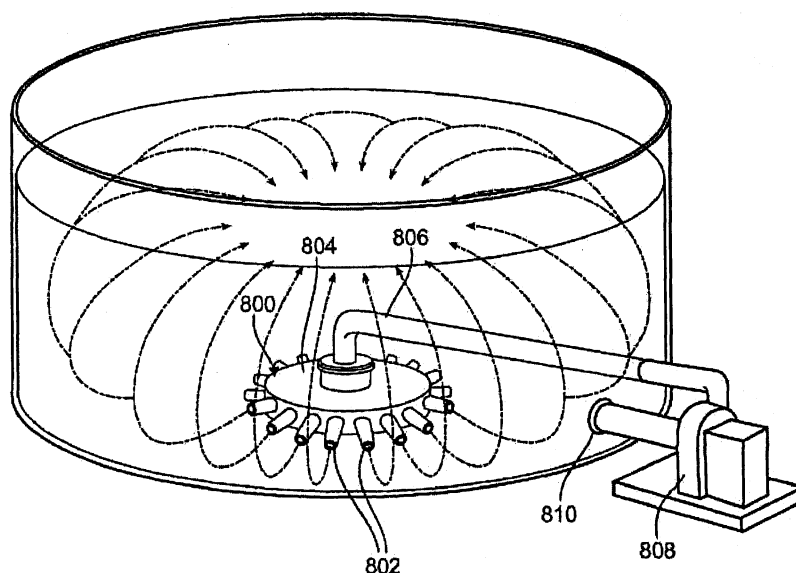
(51)⁷ **C12P 19/02, 7/10, C12M 1/06, 1/00**

(13) **B**

(21)	1-2011-03073	(22)	18.05.2010		
(86)	PCT/US2010/035315	18.05.2010	(87)	WO2010/135365	25.11.2010
(30)	61/179,995	20.05.2009	US		
	61/218,832	19.06.2009	US		
(45)	25.10.2019	379	(43)	25.06.2012	291
(73)	Xyleco Inc. (US)				
	271 Salem St., Unit L Woburn, Massachusetts 01801, United States of America				
(72)	Marshall MEDOFF (US), Thomas MASTERMAN (US)				
(74)	Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)				

(54) **PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SINH KHỐI VÀ THIẾT BỊ ĐƯỜNG HÓA NGUYÊN LIỆU**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý sinh khối, trong đó nguyên liệu gốc sinh khối (ví dụ sinh khối thực vật, sinh khối động vật, và sinh khối chất thải thành phố) được xử lý để sản xuất sản phẩm hữu ích như nhiên liệu. Ví dụ, các hệ thống được mô tả theo sáng chế có thể chuyển hóa nguyên liệu thành dung dịch đường, dung dịch này sau đó có thể được lên men để sản xuất etanol. Nguyên liệu sinh khối được đường hóa trong thùng chứa bằng cách vận hành máy trộn phun, thùng chứa này còn chứa môi trường lỏng và tác nhân đường hóa. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị đường hóa nguyên liệu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý sinh khối và thiết bị đường hóa nguyên liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Xenluloza và nguyên liệu lignoxenluloza được tạo ra, được xử lý, và được sử dụng với số lượng lớn trong nhiều ứng dụng. Thông thường, các nguyên liệu này được sử dụng một lần, và sau đó được bỏ đi làm chất thải, hoặc đơn giản được gọi là chất phế thải, ví dụ nước cống, bã mía, mùn cưa, và rom khô. Nhiều nguyên liệu xenluloza và lignoxenluloza, sử dụng, và ứng dụng các nguyên liệu này đã được bộc lộ trong các patent Mỹ số 7,307,108, 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, bao gồm "Các nguyên liệu dạng sợi và composit," đơn quốc tế số PCT/US2006/010648, nộp ngày 23.3.2006, Và "Các nguyên liệu dạng sợi và composit" công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2007/0045456.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến phương pháp để đường hóa và hóa lỏng nguyên liệu, ví dụ nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza, bằng cách chuyển hóa phần xenluloza của nguyên liệu thành đường có phân tử lượng thấp, ví dụ sử dụng enzym. Sáng chế còn đưa ra phương pháp chuyển hóa nguyên liệu thành sản phẩm, ví dụ bằng cách lên men.

Các phương pháp được nêu ở đây có thể sử dụng nguyên liệu có tỷ trọng khối thấp, ví dụ nguyên liệu nạt xenluloza hoặc lignoxenluloza được xử lý vật lý trước để có tỷ trọng khối nhỏ hơn khoảng 0,5 g/cm³, ví dụ nhỏ hơn khoảng 0,35 g/cm³, 0,25 g/cm³, 0,20 g/cm³, 0,15 g/cm³, 0,10 g/cm³, 0,05 g/cm³ hoặc nhỏ hơn, ví dụ 0,025 g/cm³.

Nguyên liệu như vậy có thể đặc biệt khó để trộn với các chất lỏng, ví dụ với nước hoặc hệ dung môi dùng để đường hóa, lên men, hoặc quy trình xử lý khác. Do tỷ trọng khối thấp của chúng, nguyên liệu có xu hướng nổi lên bề mặt của chất lỏng chứ không phải được phân tán trong đó. Trong một số trường hợp, nguyên liệu có thể là nguyên liệu kỵ nước, tinh thể cao, hoặc theo cách khác khó làm ướt. Đồng thời, điều mong muốn là xử lý nguyên liệu ở thể phân tán ở mức tương đối rắn, để thu được hàm lượng cuối cùng cao của đường trong nguyên liệu đã được đường hóa, hoặc hàm lượng cao của sản phẩm mong muốn sau khi xử lý (ví dụ về etanol hoặc (các) rượu khác sau khi lên men). Trong một số trường hợp, bằng cách sử dụng các phương pháp được mô tả ở đây, thì mức độ của các chất rắn của thể phân tán trong quá trình xử lý có thể, ví dụ, ít nhất là 20, 25, 30, 35, 40, 45, hoặc thậm chí ít nhất 50% khối lượng các chất rắn được hòa tan.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng thể phân tán của nguyên liệu trong hỗn hợp chất lỏng có thể được tăng cường, và do đó, mức độ của các chất rắn của hỗn hợp này có thể được tăng lên, nhờ sử dụng thiết bị và kỹ thuật trộn cụ thể. Kỹ thuật và thiết bị trộn được nêu ở đây cũng tăng cường sự chuyển khối và tốc độ phản ứng trong hỗn hợp, và tránh được hoặc làm giảm đến mức tối thiểu sự tổn hại đối với các thành phần nhạy cảm của hỗn hợp như các vi sinh vật và enzym. Cụ thể, kỹ thuật trộn phun tia, bao gồm ví dụ sục khí phun tia và sục khí dòng tia, được biết là tạo ra sự tạo ướt, phân tán và đứt gãy cơ học tốt. Bằng cách làm tăng mức của các chất rắn của hỗn hợp, quy trình có thể tiến hành nhanh hơn, hiệu quả hơn và chi phí ít hơn, và hàm lượng của sản phẩm thu được sau cùng có thể được tăng lên.

Một số phương pháp được nêu ở đây bao gồm phương pháp đường hóa nguyên liệu, và vận chuyển nguyên liệu từ địa địa điểm xa, ví dụ trong đó nguyên liệu được tạo ra hoặc cất giữ, tới cơ sở sản xuất. Trong một số trường hợp, đường hóa có thể diễn ra một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển. Trong trường hợp như vậy, điều có lợi là tạo ra sự trộn, ví dụ trộn phun tia, trong thùng chứa vận chuyển. Trong một số trường hợp, sự đường hóa có thể được hoàn thành trong quá trình vận chuyển. Trong một số ví dụ, việc lên men có thể diễn ra một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển.

Theo một số phương án, quy trình nêu trên còn bao gồm bước làm giảm sự tái hóa vôi của nguyên liệu, trước hoặc trong quá trình đường hóa. Quy trình này có thể còn bao gồm bước đo hàm lượng lignin của nguyên liệu và xác định xem có cần xử lý sơ bộ không và hàm lượng lignin được đo dựa trên các điều kiện nào.

Theo một khía cạnh, sáng chế đưa ra phương pháp xử lý sinh khối bao gồm bước đường hóa nguyên liệu sinh khối bằng cách trộn nguyên liệu với môi trường lỏng và tác nhân đường hóa trong thùng chứa, sử dụng máy trộn phun.

Một số phương án bao gồm một hoặc nhiều các dấu hiệu sau. Nguyên liệu có thể có tỷ trọng khối nhỏ hơn khoảng $0,5 \text{ g/cm}^3$. Nguyên liệu có thể là, ví dụ, nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza. Chất lỏng có thể chứa nước. Tác nhân đường hóa có thể bao gồm enzym. Máy trộn phun có thể bao gồm, ví dụ, máy khuấy dòng phun, máy trộn loại sục khí phun tia, hoặc máy trộn phun có buồng hút. Nếu máy trộn loại sục khí phun tia được sử dụng, thì có thể được sử dụng mà không cần phun không khí qua máy trộn phun. Ví dụ, nếu máy trộn loại sục khí phun tia bao gồm vòi phun có đường dẫn vào thứ nhất và đường dẫn vào thứ hai, trong một số trường hợp cả hai đường dẫn vào được cấp chất lỏng. Trong một số trường hợp, bước trộn bao gồm bước bổ sung nguyên liệu vào môi trường lỏng gia tăng và trộn các chất phụ gia. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước điều chỉnh mức glucoza của hỗn hợp nguyên liệu, môi trường lỏng và tác nhân đường hóa trong quá trình trộn, và trong một số trường hợp bổ sung nguyên liệu và tác nhân đường hóa vào thùng chứa trong quá trình đường hóa. Bình trộn có thể là, ví dụ, thùng chứa, toa tàu hỏa hoặc ô tô tải có thùng chứa. Trong một số trường hợp, đường hóa có thể xảy ra một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển hỗn hợp nguyên liệu, môi trường lỏng và tác nhân đường hóa. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước bổ sung chất nhũ hóa hoặc chất hoạt động bề mặt vào hỗn hợp trong thùng chứa.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đưa ra phương pháp đường hóa nguyên liệu sinh khối bằng cách trộn nguyên liệu với môi trường lỏng và tác nhân đường hóa trong thùng chứa, sử dụng máy trộn để tạo ra dòng về cơ bản là dòng xoáy bên trong thùng chứa. Theo một số phương án, máy trộn được tạo kết cấu để giới hạn bất kỳ sự tăng thêm nào về nhiệt độ tổng thể của môi trường lỏng tới mức nhỏ hơn 5°C qua suốt quá

trình trộn. Khía cạnh này cũng có thể bao gồm, trong một số phương án, dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu nêu trên đây.

Theo khía cạnh khác nữa, sáng chế đưa ra phương pháp xử lý sinh khối bao gồm bước chuyển đường hóa có phân tử lượng thấp thành sản phẩm bằng cách trộn đường có phân tử lượng thấp với vi sinh vật trong môi trường lỏng, sử dụng máy trộn phun.

Một số phương án bao gồm một hoặc nhiều các dấu hiệu sau. Môi trường lỏng có thể chứa nước. Vi sinh vật có thể chứa nấm men. Máy trộn phun có thể bao gồm máy khuấy dòng phun, máy trộn loại sục khí phun tia, hoặc máy trộn phun có buồng hút.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đưa ra thiết bị bao gồm thùng chứa, máy trộn phun có vòi phun được bố trí bên trong thùng chứa, phương tiện phân phối được tạo kết cấu để phân phối nguyên liệu sinh khối tới thùng chứa, và phương tiện phân phối được tạo kết cấu để phân phối lượng nhất định tác nhân đường hóa tới thùng chứa.

Một số phương án bao gồm một hoặc nhiều các dấu hiệu sau. Máy trộn phun có thể còn bao gồm động cơ, và thiết bị có thể còn bao gồm thiết bị được tạo kết cấu để điều chỉnh mô men quay trên động cơ trong quá trình trộn. Thiết bị này cũng có thể bao gồm bộ điều khiển để điều chỉnh hoạt động của phương tiện phân phối nguyên liệu và/hoặc phương tiện phân phối tác nhân đường hóa dựa trên đầu vào từ thiết bị điều chỉnh mô men quay.

Sáng chế cũng đưa ra phương pháp xử lý sinh khối bao gồm bước đường hóa nguyên liệu sinh khối trong thùng chứa để tạo thành hỗn hợp được đường hóa; ghép hỗn hợp được đường hóa trong thùng chứa với vi sinh vật; và cho phép hỗn hợp đã ghép được đường hóa để lên men trong thùng chứa.

Trong một số trường hợp, thành phần của thùng chứa được chuyển vào thùng vận chuyển trong quá trình lên men và việc lên men tiếp tục diễn ra trong thùng vận chuyển. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước khuấy thành phần của thùng chứa bằng máy trộn phun trong quá trình đường hóa và lên men. Theo một số phương án,

phương pháp này còn bao gồm điều chỉnh hàm lượng oxy và etanol và/hoặc hàm lượng đường của hỗn hợp lên men.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đưa ra hệ thống lên men bao gồm thùng chứa có lỗ thông; nguồn oxy nối thông với thùng chứa; bộ điều khiển oxy được tạo kết cấu để điều chỉnh hàm lượng oxy của chất lỏng vào thùng chứa; và bộ điều khiển này được tạo kết cấu để điều chỉnh hàm lượng oxy của chất lỏng, sử dụng lỗ thông và nguồn oxy, để đáp lại đầu vào từ bộ điều khiển oxy.

Tốc độ chảy của oxy vào trong thùng chứa, nếu cần có sự oxy hóa, có thể là tương đối thấp. Ví dụ, bộ điều khiển có thể được tạo kết cấu để oxy hóa thùng chứa với tốc độ nhỏ hơn 0,2 wm, ví dụ nhỏ hơn 0,1, 0,05, 0,025, hoặc thậm chí nhỏ hơn 0,01 wm. Hệ thống lên men có thể còn bao gồm bộ điều khiển lên men được tạo kết cấu để điều chỉnh hàm lượng đường và/hoặc hàm lượng etanol của chất lỏng vào thùng chứa; và bộ điều khiển này được tạo kết cấu để dừng sự lên men dựa trên đầu vào nhận được từ bộ điều khiển lên men. Trong một số trường hợp, hệ thống này bao gồm mô đun dừng lên men được tạo kết cấu để dừng lên men để đáp lại tín hiệu nhận được từ bộ điều khiển này.

Tất cả các công bố phẩm, đơn yêu cầu cấp patent, các patent, và các tài liệu tham khảo được kể ra ở đây hoặc được đưa vào đây với toàn bộ nội dung của chúng để tham khảo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ minh họa quá trình thủy phân enzym của xenluloza thành glucoza.

Fig.2 là biểu đồ minh họa việc chuyển hóa của nguyên liệu thành etanol qua việc sản xuất và vận chuyển của dung dịch chứa glucoza. Fig.2A là biểu đồ thể hiện hệ thống đường hóa theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là biểu đồ của cơ sở sản xuất etanol đã được nâng cấp để sử dụng dung dịch và hỗn dịch được mô tả ở đây.

Các Fig.4 và Fig.4A là biểu đồ minh họa dòng phun thoát qua vòi phun.

Fig.5 là hình vẽ tổng thể thể hiện máy khuấy dòng phun theo một phương án của sáng chế. Fig.5A là hình vẽ tổng thể phóng to thể hiện bộ cánh khuấy và ống phun của máy khuấy dòng phun trên Fig.5. Fig.5B là hình vẽ phối cảnh mở rộng thể hiện bộ cánh khuấy thay thế.

Fig.6 là biểu đồ thể hiện vòi trộn phun của buồng hút theo một phương án của sáng chế. Fig.6A là hình phối cảnh thể hiện hệ thống trộn phun của buồng hút theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.7 là hình phối cảnh thể hiện vòi trộn phun dùng cho hệ thống trộn phun của buồng hút theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.8 là hình phối cảnh thể hiện thùng chứa và hệ thống trộn loại sục khí phun tia được bố trí trong thùng chứa, với thùng chứa này được thể hiện trong suốt để cho phép nhìn thấy máy trộn phun và hệ thống đường ống. Fig.8A là hình phối cảnh thể hiện máy trộn phun được sử dụng trong hệ thống sục khí phun tia trên Fig.8. Fig.8B là hình phối cảnh thể hiện hệ thống tương tự trong đó có lỗ hút không khí.

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt máy trộn loại sục khí phun tia theo một phương án của sáng chế.

Fig.10 là hình vẽ mặt cắt thể hiện máy trộn loại sục khí phun tia theo một phương án khác của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.11 đến Fig.13 minh họa mẫu dòng chảy khác trong các thùng chứa có cơ cấu máy trộn phun khác nhau.

Fig.14 là biểu đồ minh họa mẫu dòng chảy diễn ra trong thùng chứa trong quá trình sục rửa theo một phương án của sáng chế.

Fig.15 và Fig.15A lần lượt thể hiện ô tô tải có thùng chứa và toa tàu hỏa, được tạo ra cho việc trộn khi vận chuyển sử dụng hệ thống trộn xách tay giao động khí.

Fig.16 và Fig.16A là hình vẽ phối cảnh thể hiện hai phương án của các đầu trộn được sử dụng trong máy trộn theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.17 là hình chiếu cạnh thể hiện hệ thống sục khí phun tia theo một phương án khác, thể hiện cách bố trí nhiều tầng của các vòi phun trong thùng chứa.

Fig.18 và Fig.18A là hình vẽ từ trên xuống và hình phối cảnh lần lượt thể hiện thiết bị làm giảm đến mức tối thiểu sự giữ nước lại dọc các vách của thùng chứa trong quá trình trộn.

Các hình vẽ Fig.19, Fig.20, và các hình vẽ từ Fig.21 đến Fig.21A là các hình vẽ thể hiện nhiều thiết bị phun nước tạo ra việc trộn trong khi làm giảm đến mức tối thiểu sự giữ nước lại dọc theo các vách thùng chứa.

Fig.22 là hình vẽ mặt cắt thùng chứa có đáy hình vòm và hai máy trộn phun kéo dài vào trong thùng chứa từ bên trên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bằng cách sử dụng các phương pháp được mô tả ở đây, sinh khối (ví dụ sinh khối thực vật, sinh khối động vật, và sinh khối chất thải thành phố) có thể được xử lý để sản xuất các sản phẩm trung gian và sản phẩm hữu ích như các sản phẩm được mô tả ở đây. Các hệ thống và các quy trình được mô tả ở đây có thể sử dụng nguyên liệu xenluloza và/hoặc nguyên liệu lignoxenluloza sẵn có làm nguyên liệu nạp, nhưng có thể khó để xử lý bằng các quy trình như lên men. Bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình được mô tả ở đây có thể làm giảm bớt một cách hiệu quả mức tái hóa vôi của nguyên liệu, tạo thuận lợi cho quá trình xử lý, như xử lý sinh học (ví dụ với vi sinh vật bất kỳ được mô tả ở đây, như homoaxetogen hoặc heteroaxetogen, và/hoặc enzym bất kỳ được mô tả ở đây), xử lý nhiệt (ví dụ khí hóa hoặc nhiệt phân) hoặc các phương pháp hóa học (ví dụ thủy phân axit hoặc oxy hóa). Nguyên liệu sinh khối có thể được xử lý hoặc được chế biến sử dụng một hoặc nhiều phương pháp trong số các phương pháp được mô tả ở đây, như xử lý cơ học, xử lý hóa học, chiếu xạ, siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân hoặc nổ hơi. Nhiều hệ thống và phương pháp xử lý có thể được sử dụng kết hợp với hai, ba, hoặc thậm chí bốn hoặc nhiều hơn bốn kỹ thuật trong số các kỹ thuật này hoặc các kỹ thuật khác được mô tả ở đây và ở chỗ khác.

Các phương pháp được nêu ở đây có thể sử dụng nguyên liệu có tỷ trọng khối thấp, ví dụ nguyên liệu nạp xenluloza hoặc lignoxenluloza được xử lý vật lý trước để có tỷ trọng khối nhỏ hơn khoảng 0,5 g/cm³, ví dụ nhỏ hơn khoảng 0,35 g/cm³, 0,25 g/cm³, 0,20 g/cm³, 0,15 g/cm³, 0,10 g/cm³, 0,05 g/cm³ hoặc nhỏ hơn, ví dụ 0,025

g/cm³. Tỷ trọng khối được xác định sử dụng ASTM D1895B. Tóm lại, phương pháp này bao gồm bước làm đầy ống đo có thể tích đã biết bằng mẫu và thu được khối lượng của mẫu này. Tỷ trọng khối được tính toán bằng cách chia khối lượng của mẫu này theo gam theo thể tích đã biết của ống đo theo xentimet khối. Để chuyển hóa nguyên thành dạng mà có thể xử lý được một cách dễ dàng, thì xenluloza chứa glucan hoặc xylan trong nguyên liệu được thủy phân thành các phân tử hydrat cacbon thấp, như đường, bằng tác nhân đường hóa, ví dụ enzym hoặc axit, quy trình này được gọi là đường hóa. Sau đó, các hydrat cacbon phân tử lượng thấp có thể được sử dụng, ví dụ, trong nhà máy sản xuất hiện thời, như nhà máy sản xuất protein tế bào đơn lẻ, nhà máy sản xuất enzym, hoặc nhà máy sản xuất nhiên liệu, ví dụ nhà máy sản xuất etanol.

Nguyên liệu bao gồm xenluloza có thể được xử lý bằng tác nhân đường hóa bằng cách kết hợp nguyên liệu và tác nhân đường hóa trong môi trường lỏng, ví dụ dung môi như dung dịch nước. Tác nhân đường hóa, nguyên liệu và môi trường lỏng được trộn đều, sử dụng một hoặc nhiều máy trộn có tính chất trộn được mô tả ở đây, ví dụ một hoặc nhiều máy trộn phun. Theo một số phương án, nguyên liệu và/hoặc tác nhân đường hóa được thêm vào theo cách tăng lên chứ không phải tất cả trong một lần. Ví dụ, một phần của nguyên liệu có thể được thêm vào môi trường lỏng và được trộn với tác nhân đường hóa cho đến khi nguyên liệu ít nhất được đường hóa một phần, tại thời điểm đó một phần thứ hai của nguyên liệu được thêm vào hỗn hợp này. Quy trình này có thể tiếp tục cho đến khi thu được hàm lượng đường mong muốn.

Enzym và sinh vật hủy sinh khối mà phá vỡ sinh khối, như xenluloza và/hoặc các phần lignin của sinh khối, có chứa hoặc tạo ra nhiều enzym nấm mốc (các xelulaza), ligninaza hoặc nhiều chất chuyển hóa hủy sinh khối phân tử nhỏ. Các enzym này có thể là phức chất của enzym tác động hiệp đồng để phân hủy tinh thể xenluloza hoặc các phần lignin của sinh khối. Ví dụ về enzym nấm mốc bao gồm: endoglucanaza, xelobiohydrolaza, và xelobiaza (β -glucosidaza). Tham chiếu Fig.1, nền xenluloza ban đầu được thủy phân bằng endoglucanaza ở các vị trí ngẫu nhiên tạo ra các sản phẩm trung gian oligome. Sau đó các sản phẩm trung gian này là các nền cho sự chia tách ngoài các glucanaza như xelobiohydrolaza để sản xuất xelobiaza từ các đuôi của xenluloza polyme.

Xelobioza là dime liên kết 1,4 tan được trong nước của glucoza. Cuối cùng xelobiaza tách xelobioza để tạo thành glucoza. Các xelulaza thích hợp sẽ được mô tả ở đây trong phần sau.

Quy trình đường hóa này có thể được tiến hành một phần hoặc hoàn toàn (a) trong thùng chứa (ví dụ thùng chứa có thể tích ít nhất là 4000, 40.000, 400.000, 4.000.000 hoặc 40.000.000 L) trong nhà máy sản xuất, và/hoặc (b) trong quá trình vận chuyển, ví dụ trong toa tàu hỏa, ô tô, hoặc trong tàu chở dầu lớn hoặc khoang tàu thủy. Thời gian cần cho việc đường hóa hoàn toàn sẽ phụ thuộc vào các điều kiện xử lý và nguyên liệu và enzym được sử dụng. Nếu đường hóa được tiến hành trong nhà máy sản xuất dưới các điều kiện được kiểm soát, thì xenluloza có thể về cơ bản được chuyển hóa hoàn toàn thành glucoza trong thời gian khoảng từ 12 đến 96 giờ. Nếu đường hóa được tiến hành một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển, thì đường hóa có thể diễn ra lâu hơn.

Trong một số trường hợp, đường hóa được tiến hành với độ pH từ khoảng 4 đến 7, ví dụ khoảng 4,5 đến 6, hoặc từ khoảng 5 đến 6.

Tốt hơn là hàm lượng cuối cùng của glucoza trong dung dịch đường là tương đối cao, ví dụ lớn hơn 15%, hoặc lớn hơn 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 hoặc thậm chí lớn hơn 95% khối lượng. Điều này làm giảm bớt khối lượng cần vận chuyển, và còn ức chế sự phát triển của vi khuẩn trong dung dịch. Sau khi đường hóa, thể tích của nước có thể được giảm xuống, ví dụ bằng cách làm bay hơi hoặc chưng cất.

Dung dịch có hàm lượng tương đối cao có thể thu được bằng cách giới hạn lượng nước được thêm vào nguyên liệu với enzym. Hàm lượng này cũng có thể được kiểm soát bằng cách kiểm soát mức đường hóa diễn ra. Ví dụ, hàm lượng này có thể được tăng lên bằng cách bổ sung nhiều nguyên liệu hơn vào dung dịch. Khả năng hòa tan của nguyên liệu trong môi trường có thể được tăng lên, ví dụ, bằng cách làm tăng nhiệt độ của dung dịch, và/hoặc bằng cách bổ sung chất hoạt động bề mặt như được mô tả dưới đây. Ví dụ, dung dịch có thể được giữ ở nhiệt độ 40-50°C, 50-60°C, 60-80°C, hoặc thậm chí cao hơn.

Tham chiếu Fig.2, quy trình để sản xuất rượu, ví dụ etanol, có thể bao gồm, ví dụ, tùy chọn xử lý sơ bộ nguyên liệu bằng phương pháp vật lý, ví dụ để làm giảm kích thước của nó (bước 110), trước và/hoặc sau bước xử lý này, tùy chọn xử lý nguyên liệu để giảm mức tái hóa vôi của nó (bước 112), và đường hóa nguyên liệu để tạo thành dung dịch đường (bước 114). Đường hóa có thể được tiến hành bằng cách trộn thể phân tán của nguyên liệu trong môi trường lỏng, ví dụ nước, với enzym (bước 111), như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trong quá trình hoặc sau khi đường hóa, hỗn hợp (nếu đường hóa được tiến hành một phần hoặc hoàn toàn trên đường vận chuyển) hoặc dung dịch có thể được vận chuyển, ví dụ bằng đường ống dẫn, tàu hỏa, ô tô tải hoặc tàu thủy, tới nhà máy sản xuất (bước 116). Tại nhà máy sản xuất, dung dịch này có thể được xử lý sinh học để sản xuất sản phẩm mong muốn, ví dụ etanol (bước 118), mà sau đó còn được xử lý, ví dụ bằng cách chưng cất (bước 120). Bước riêng lẻ của quy trình này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Nếu muốn, các bước đo hàm lượng lignin (bước 122) và đóng rắn hoặc điều chỉnh các thông số xử lý (bước 124) có thể được tiến hành ở nhiều giai đoạn khác nhau của quy trình xử lý, ví dụ ngay trước khi (các) bước của quy trình được sử dụng để thay đổi cấu trúc của nguyên liệu, như được thể hiện trên hình vẽ. Nếu các bước này được bao gồm, thì các thông số xử lý được điều chỉnh để bù cho sự thay đổi của hàm lượng lignin của nguyên liệu, như được nêu trong đơn yêu cầu cấp patent tạm thời Mỹ số 61/151,724, nộp ngày 11.2.2009, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Bước trộn 111 và bước đường hóa 114 có thể được tiến hành sử dụng, ví dụ, hệ thống được thể hiện trên Fig.2A. Hệ thống này bao gồm băng tải 130, để tiếp nhận nguyên liệu đã được xử lý để làm giảm kích thước của nó và tùy chọn để giảm mức tái hóa vôi của nó (bước 110 và 112 trên đây) bằng môđun by xử lý sơ bộ nguyên liệu 132. Nguyên liệu 134 được chuyển tới thùng chứa 136, thùng chứa này chứa môi trường lỏng 138, ví dụ nước, mà được chuyển tới thùng chứa qua hệ thống ống có van (không được thể hiện trên hình vẽ). Hệ thống phân tán có thể được sử dụng để tạo thuận lợi cho việc phân tán ban đầu của nguyên liệu vào môi trường lỏng, ví dụ như được nêu trong đơn yêu cầu cấp patent tạm thời Mỹ số 61/296,658, nộp 20.1.2010, toàn bộ nội dung bộc lộ của đơn này được đưa vào đây để tham khảo.

Tác nhân đường hóa được chuyển tới thùng chứa từ phễu 140, bao gồm bộ định lượng 142. Các thành phần của thùng chứa được trộn bằng một hoặc nhiều máy trộn phun. Máy trộn phun 144 được thể hiện trên Fig.2A; ví dụ về các máy trộn phun thích hợp sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Máy trộn phun tạo ra tia sử dụng động cơ 146 để điều khiển bơm và/hoặc rôto (không được thể hiện trên hình vẽ). Mô men quay gây ra bởi động cơ 146 tương ứng với mức độ của các chất rắn của hỗn hợp trong thùng chứa, mà sau đó phản ánh mức độ theo đó hỗn hợp được đường hóa. Mô men quay này đo được bằng bộ điều khiển mô men quay 148, bộ điều khiển mô men quay này gửi tín hiệu tới động cơ 150 để điều khiển băng tải 130 và còn tới bộ định lượng 142 của phễu 140. Do đó, việc cung cấp nguyên liệu đã xử lý và enzym có thể bị gián đoạn và được nối lại như chức năng đường hóa của thành phần của thùng chứa. Số liệu đo được bằng bộ điều khiển mô men quay cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh máy trộn phun, ví dụ để làm giảm số vòng quay/phút trong máy trộn sử dụng rôto, hoặc để làm giảm tốc độ phun đối với máy trộn dẫn động bằng bơm. Theo cách khác, hoặc ngoài bộ điều khiển mô men quay, hệ thống này có thể bao gồm bộ điều khiển Amp (không được thể hiện trên hình vẽ) để đo cường độ dòng điện toàn tải của động cơ. Trong một số trường hợp, máy trộn phun có thể bao gồm bộ truyền động tần số khả biến (VFD) để cho phép điều chỉnh vận tốc của động cơ.

Hệ thống này cũng có thể bao gồm bộ điều khiển nhiệt (không được thể hiện trên hình vẽ) để điều chỉnh nhiệt độ của môi trường lỏng và điều chỉnh tốc độ cấp của nguyên liệu và/hoặc các điều kiện trộn để đáp lại sự tăng lên của nhiệt độ. Chu trình hồi tiếp nhiệt độ này có thể được sử dụng để ngăn ngừa môi trường lỏng đạt tới nhiệt độ mà sẽ làm biến chất enzym.

Khi một hoặc nhiều bơm được sử dụng trong các hệ thống được mô tả ở đây, tốt hơn là bơm chân không kiểu pittông (PD) được sử dụng, ví dụ bơm chân không hoặc bơm PD loại vít. Trong một số trường hợp, nhà máy sản xuất có thể là, ví dụ, nhà máy dựa trên ngũ cốc hoặc nhà máy dựa trên đường hiện hành hoặc nhà máy được cải tạo bằng cách loại bỏ hoặc bỏ bớt thiết bị từ hệ thống xử lý sinh học (mà trong nhà máy sản xuất etanol thông thường nói chung bao gồm thiết bị tiếp nhận ngũ cốc, máy nghiền búa, máy trộn bùn, dụng cụ nấu và thiết bị hóa lỏng). Như vậy, nguyên liệu

được nhận bởi nhà máy được đưa trực tiếp vào thiết bị lên men. Nhà máy đã được cải tạo được thể hiện trên Fig.3. Việc sử dụng nhà máy dựa trên ngũ cốc hiện hành hoặc nhà máy dựa trên đường theo cách này được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/704,521, nộp ngày 11.2. 2010, toàn bộ nội dung bộc lộ của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Theo một số phương án, không phải việc vận chuyển nguyên liệu đã được đường hóa (dung dịch đường) tới nhà máy sản xuất riêng rẽ, hay thậm chí thùng chứa riêng, mà dung dịch đường được ghép và được lên men trong cùng thùng chứa hoặc thùng chứa khác được sử dụng dùng để đường hóa. Việc lên men có thể được hoàn thành trong cùng thùng chứa, hoặc có thể được bắt đầu theo cách này và sau đó được hoàn thành trong quá trình vận chuyển như đã thảo luận trên đây. Đường hóa và lên men trong thùng chứa đơn được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent tạm thời Mỹ số 61/296,673, nộp ngày 20.1.2010, toàn bộ nội dung bộc lộ của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Nói chung, mức oxy trong bình lên men cần được được kiểm soát, ví dụ bằng cách điều chỉnh mức oxy và thông khí cho thùng chứa hoặc khuấy thông khí cho hỗn hợp nếu cần. Điều cũng mong muốn là điều chỉnh mức etanol trong thùng chứa, sao cho khi mức etanol bắt đầu giảm thì quy trình lên men có thể được dừng lại, ví dụ bằng cách gia nhiệt hoặc bổ sung natri bisulfit. Các phương pháp khác làm dừng việc lên men bao gồm bổ sung peroxit (ví dụ peroxy axit axetic hoặc hydro peroxit), bổ sung axit succinic hoặc muối của chúng, làm nguội các thành phần của thùng chứa, hoặc giảm tốc độ phun nước oxy. Kết hợp của hai hoặc hơn hai phương pháp trong số các phương pháp này có thể được sử dụng. Nếu việc lên men được tiến hành hoặc hoàn thành trong quá trình vận chuyển, thì thùng vận chuyển (ví dụ thùng chứa của toa tàu hỏa hoặc ô tô tải có thùng chứa) có thể được trang bị bộ phận kiểm soát bao gồm bộ điều khiển oxy và bộ điều khiển etanol, và hệ thống phân phối dùng để phân phối natri bisulfit (hoặc chất phụ gia làm dừng lên men khác) tới thùng chứa và/hoặc hệ để điều chỉnh các thông số trong thùng chứa để dừng việc lên men.

Nếu muốn, việc trộn phun tia có thể được sử dụng trong quá trình lên men, và nếu việc lên men được tiến hành trong cùng thùng chứa như đường hóa thì có thể sử

dụng cùng thiết bị. Tuy nhiên, trong một số phương án việc trộn phun tia là không cần thiết. Ví dụ, nếu việc lên men được tiến hành trong quá trình vận chuyển thì sự dịch chuyển của toa tàu hỏa hoặc ô tô tải có thùng chứa có thể tạo ra sự khuấy trộn thỏa đáng.

Trộn nguyên liệu, enzym và chất lỏng

Tính chất trộn

Nhiều loại thiết bị trộn được mô tả dưới đây, và thiết bị trộn khác cũng có thể được sử dụng. Các máy trộn thích hợp có đặc điểm chung là chúng tạo ra dòng lưu thông có tốc độ cao, ví dụ dòng chảy có dạng xoáy hoặc elip. Nói chung, các máy trộn được ưu tiên cho thấy tốc độ chảy khối cao. Các máy trộn được ưu tiên tạo ra tác động trộn với mức tiêu thụ năng lượng tương đối thấp. Tốt hơn nữa là, máy trộn tạo ra việc cắt tương đối chậm và tránh được việc làm nóng môi trường lỏng, vì việc cắt và/hoặc nhiệt có thể tác động có hại đến tác nhân đường hóa (hoặc vi sinh vật, ví dụ trong trường hợp lên men). Như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, một số máy trộn được ưu tiên rút hỗn hợp qua cửa vào vào trong bộ phận trộn, mà có thể bao gồm rôto hoặc bộ cánh khuấy, và sau đó đẩy hỗn hợp này từ bộ phận trộn qua miệng ra của vòi phun. Tác động lưu thông này, và tốc độ cao của vòi phun tia, trợ giúp trong việc làm phân tán nguyên liệu nổi trên bề mặt của chất lỏng hoặc nguyên liệu lắng xuống đáy của thùng chứa, phụ thuộc vào hướng của bộ phận trộn. Các bộ phận trộn có thể được bố trí theo các hướng khác nhau để phân tán cả nguyên liệu nổi lẫn nguyên liệu lắng, và trong một số trường hợp hướng của các bộ phận trộn có thể điều chỉnh được.

Trong một số hệ thống trộn được ưu tiên, tốc độ v_0 của tia phun khi thỏa mãn chất lỏng là từ khoảng 2 đến 300 m/giây, ví dụ khoảng 5 đến 150 m/giây hoặc từ khoảng 10 đến 100 m/giây. Mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống trộn này có thể là khoảng từ 20 đến 1000 KW, ví dụ 30 đến 570 KW hoặc 50 đến 500 KW, hoặc 150 đến 250KW cho thùng chứa 100.000 L. Tốt hơn là mức tiêu thụ năng lượng là thấp để giảm bớt chi phí.

Trộn phun tia

Trộn phun tia bao gồm bước xả của tia ngầm hoặc nhiều tia ngầm có tốc độ chất lỏng cao vào môi trường, trong trường hợp này là hỗn hợp nguyên liệu sinh khối, môi trường lỏng và tác nhân đường hóa. Tia chất lỏng đi vào môi trường lỏng, với năng lượng vừa nó bị tiêu hao bởi luồng xoáy và một số cho việc tạo nhiệt ban đầu. Luồng xoáy này có liên quan đến độ chênh lệch tốc độ (cắt chất lỏng). Chất lỏng bao quanh được tăng tốc và bị cuốn theo vào trong dòng phun tia, với dòng bị cuốn theo thứ cấp này tăng lên khi khoảng cách từ vòi phun tia tăng thêm. Xung lượng của dòng thứ cấp duy trì nói chung không đổi khi tia mở rộng, chừng nào dòng phun này không va vào vách, sàn hoặc vật cản khác. Dòng chảy này tiếp tục càng lâu trước khi nó va vào vật cản bất kỳ, thì càng nhiều chất lỏng bị cuốn theo dòng thứ cấp, làm tăng dòng khối trong thùng chứa hoặc thùng chứa. Khi nó va vào vật cản, thì dòng thứ cấp sẽ bị mất xung lực, ít hay nhiều phụ thuộc vào hình thái của thùng chứa, ví dụ góc mà ở đó dòng chảy va chạm với vật cản. Tốt hơn là, định hướng các tia và/hoặc thiết kế thùng chứa sao cho tổn thất thủy lực do vách thùng chứa làm được giảm đến mức tối thiểu. Ví dụ, tốt hơn là thùng chứa có đáy hình cung (ví dụ tấm đầu hình vòm), và các máy trộn phun được hướng tương đối gần với các vách bên, như được thể hiện trên Fig.22. Đáy thùng chứa (tấm đầu dưới) có thể có hình dạng vòm mong muốn bất kỳ, hoặc có thể có hình elip hoặc hình nón.

Trộn phun tia khác với hầu hết các loại trộn lỏng/lỏng và lỏng/rắn ở chỗ lực dẫn động là thủy lực chứ không phải là cơ học. Thay vì cắt chất lỏng và đẩy nó đi quanh bình trộn, như máy khuấy cơ học thực hiện, thì máy trộn phun đẩy chất lỏng qua một hoặc nhiều vòi phun bên trong thùng chứa, tạo ra các tia có tốc độ cao kéo theo các chất lỏng khác. Kết quả là việc cắt (chất lỏng kháng chất lỏng) và lưu thông, làm cho việc trộn thành phần trong thùng chứa hiệu quả.

Tham chiếu Fig.4, sự chênh lệch tốc độ cao từ dòng chảy lõi từ tia ngầm và chất lỏng bao quanh tạo ra các xoáy nước. Fig.4A minh họa các tính chất phổ biến của tia ngầm. Khi tia ngầm mở rộng ra môi trường bao quanh thì profin tốc độ giảm bớt do khoảng cách (x) từ vòi phun tăng thêm. Ngoài ra, sự chênh lệch tốc độ dv/dr thay đổi với r (khoảng cách từ đường tâm của tia phun) ở khoảng cách nhất định x , sao cho các dòng xoáy được tạo ra để xác định vùng trộn (mở rộng theo hình nón từ vòi phun).

Trong nghiên cứu thử nghiệm của tia ngầm trong không khí (các kết quả của nó có thể áp dụng cho chất lỏng bất kỳ, bao gồm cả nước), Albertson et al. ("Sự phân tán của các tia ngầm," Tài liệu 2409, Amer. Soc. of Civil Engineers Transaction, Tập 115:639-697, 1950, at p. 657) đã phát triển các mối quan hệ không theo kích thước cho $v(x)_{r=0}/v_0$ (tốc độ đường tâm), $v(r)_x/v(x)_{r=0}$ (profil tốc độ ở x nhất định), Q_x/ZQ_0 (cuốn theo dòng), và E_x/ZE_0 (thay đổi năng lượng bằng x):

(1) Tốc độ đường tâm, $v(x)_{r=0}/v_0$:

$$\frac{v(r=0)_x}{v_0} \frac{x}{D_0} = 6,2$$

(2) profil tốc độ ở x bất kỳ, $v(r)_x/v(x)_{r=0}$:

$$\log \left[\frac{v(r)_x}{v_0} \frac{x}{D} \right] = 0,79 - 33 \frac{r^2}{x^2}$$

(3) Dòng chảy và năng lượng ở x bất kỳ:

$$\frac{Q_x}{Q_0} = 0,32 \frac{x^{15}}{D_0} \quad (10.21)$$

$$\frac{E_x}{E_0} = 4,1 \frac{D_0}{x} \quad (10.22)$$

trong đó:

$v(r=0)$ = đường tâm tốc độ của tia ngầm (m/giây),

v_0 = tốc độ của tia phun khi nó xuất hiện từ vòi phun (m/giây),

x = khoảng cách từ vòi phun (m),

r = khoảng cách từ đường tâm của tia phun (m),

D_0 = đường kính của vòi phun (m),

Q_x = dòng của chất lỏng chảy qua mặt phẳng bất kỳ định nhất định ở khoảng cách x từ vòi phun (m^3 /giây),

Q_0 = dòng của chất lỏng xuất hiện từ vòi phun (m^3 /giây),

E = dòng năng lượng của chất lỏng chảy qua mặt phẳng bất kỳ định nhất định ở khoảng cách x từ vòi phun (m^3 /giây),

E_0 = dòng năng lượng của chất lỏng xuất hiện từ vòi phun (m^3 /giây).

("Các quy trình của bộ phận xử lý nước: vật lý và hóa học," David W. Hendricks, CRC Press 2006, trang 411.)

Trộn phun tia đặc biệt hiệu quả về chi phí trong các ứng dụng với khối lượng lớn (trên 1,000 galông) và độ nhớt thấp (dưới 1.000 cPs). Nói chung, điều có lợi là trong hầu hết các trường hợp bơm hoặc động cơ của máy trộn phun không phải lắp ngầm, ví dụ khi bơm được sử dụng thì bơm được đặt bên ngoài thùng chứa.

Một ưu điểm của việc trộn phun tia là nhiệt độ của chất lỏng xung quanh (không trực tiếp liên hệ với cửa ra của vòi phun, trong đó có thể có bộ phận đốt nóng) tăng rất nhẹ nếu không nói là không tăng lên chút nào. Ví dụ, nhiệt độ có thể được tăng lên nhỏ hơn khoảng 5°C , nhỏ hơn 1°C , hoặc không thể đo được ở mức nào.

Máy khuấy dòng phun tia

Một loại máy khuấy dòng phun tia được thể hiện trên các Fig.4-4A. Loại máy trộn này có sẵn từ, ví dụ từ IKA dưới tên thương mại ROTOTRON™. Tham chiếu Fig.4, máy trộn 200 bao gồm động cơ 202, để làm quay trục dẫn động 204. Bộ phận trộn 206 được lắp ở đầu của trục dẫn động 204. Như được thể hiện trên Fig.4A, bộ phận trộn 206 bao gồm nắp bảo vệ 208 và, bên trong nắp bảo vệ, bộ cánh khuấy 210. Như được chỉ ra bằng mũi tên, khi bộ cánh khuấy được quay theo chiều "tiến" của nó, bộ cánh khuấy 210 kéo chất lỏng vào qua đầu trên hở 212 của nắp bảo vệ và đẩy chất lỏng ra qua đầu dưới hở 214. Đầu tháo chất lỏng 214 có dạng dòng hoặc tia có tốc độ cao. Nếu chiều quay của bộ cánh khuấy 210 ngược lại, thì chất lỏng có thể được kéo vào qua đầu dưới 214 và được phun qua đầu trên 212. Có cấu này có thể được sử dụng, ví dụ, để hút các chất rắn mà nổi lên gần hoặc trên bề mặt của chất lỏng vào thùng chứa hoặc thùng chứa. (cần hiểu rằng "trên" và "dưới" chỉ hướng của máy trộn trên Fig.4; máy trộn có thể được định hướng trong thùng chứa sao cho đầu trên thấp hơn đầu dưới.)

Nắp bảo vệ 208 bao gồm các vùng loe 216 và 218 liền kề với các đầu của nó. Các vùng loe này được cho là góp phần tạo dòng chảy xoáy phù hợp với loại máy trộn này. Hình dạng của nắp bảo vệ và bộ cánh khuấy cũng tập trung dòng chảy vào dòng có tốc độ sử dụng mức tiêu thụ năng lượng tương đối thấp.

Tốt hơn nếu là, khe hở giữa nắp bảo vệ 208 và bộ cánh khuấy 210 là đủ để tránh nghiền quá mức nguyên liệu khi nó đi qua nắp bảo vệ. Ví dụ, khe hở này có thể ít nhất là 10 lần cỡ hạt trung bình của các chất rắn trong hỗn hợp, tốt hơn nếu ít nhất là 100 lần.

Theo một số phương án, trục 204 được tạo kết cấu để cho phép khí phân phối qua trục. Ví dụ, trục 204 có thể bao gồm lỗ (không được thể hiện trên hình vẽ) mà qua khí được vận chuyển lỗ này, và một hoặc nhiều miệng mà qua đó khí thoát ra vào trong hỗn hợp. Miệng này có thể ở bên trong nắp bảo vệ 208, để tăng cường việc trộn, và/hoặc ở các vị trí khác dọc theo chiều dài của trục 204.

Bộ cánh khuấy 210 có thể có hình dạng mong muốn bất kỳ sẽ rút chất lỏng qua nắp bảo vệ với tốc độ cao. Tốt hơn nếu, bộ cánh khuấy là bộ cánh khuấy hàng hải, như được thể hiện trên Fig.4A, như có thể có kiểu dáng khác nhau, ví dụ, bộ cánh khuấy Rushton như được thể hiện trên Fig.4B, hoặc bộ cánh khuấy Rushton được cải biến, ví dụ được làm nghiêng để tạo ra dòng hướng trục.

Để tạo ra dòng có tốc độ cao qua nắp bảo vệ, động cơ 202 tốt hơn là động cơ có tốc độ cao, mô men quay cao, ví dụ có khả năng vận hành ở mức từ 500 đến 20.000 vòng/phút ví dụ từ 3.000 đến 10.000 vòng/phút. Tuy nhiên, máy trộn càng lớn (ví dụ nắp bảo vệ lớn hơn và/hoặc động cơ lớn hơn) thì tốc độ quay càng thấp. Như vậy, nếu máy trộn lớn được sử dụng, như 5 hp, 10 hp, 20 hp, hoặc 30 hp hoặc lớn hơn, thì động cơ có thể được tạo kết cấu hoạt động với tốc độ quay thấp hơn, ví dụ nhỏ hơn 2000 vòng/phút nhỏ hơn 1500 vòng/phút hoặc thậm chí 500 vòng/phút hoặc ít hơn. Ví dụ, máy trộn được định cỡ để trộn thùng chứa 10.000-20.000 lít có thể có thể vận hành ở tốc độ từ 900 đến 1.200 vòng/phút. Mô men quay của động cơ tốt hơn là tự điều chỉnh, để duy trì tốc độ của bộ cánh khuấy không đổi khi các điều kiện trộn thay đổi theo thời gian, ví dụ do sự đường hóa của các chất rắn.

Có lợi nếu, máy trộn có thể được định hướng ở góc hoặc vị trí bất kỳ mong muốn trong thùng chứa, để hướng dòng tia theo hướng mong muốn. Hơn nữa, như đã thảo luận trên đây, tùy thuộc vào chiều quay của bộ cánh khuấy, máy trộn có thể được sử dụng để rút chất lỏng từ đầu bất kỳ của nắp bảo vệ.

Theo một số phương án, hai hoặc hơn hai máy trộn phun được lắp trong thùng chứa, với một hoặc nhiều máy trộn được tạo kết cấu để phun chất lỏng lên trên ("bơm lên") và một hoặc nhiều máy trộn được tạo kết cấu để phun chất lỏng hướng xuống ("bơm xuống"). Trong một số trường hợp, máy trộn bơm lên sẽ được bố trí gần kề với máy trộn bơm xuống, để tăng cường dòng chảy rồi được tạo ra bởi các máy trộn. Nếu mong muốn, một hoặc nhiều máy trộn có thể được chuyển mạch giữa dòng chảy lên và dòng chảy xuống trong quá trình xử lý. Có lợi nếu chuyển mạch tất cả hoặc hầu hết các máy trộn thành dạng bơm lên trong quá trình phân tán ban đầu của nguyên liệu trong môi trường lỏng, đặc biệt nếu nguyên liệu được đổ xuống hoặc thổi lên bề mặt của chất lỏng, khi việc bơm lên tạo ra luồng xoáy đáng kể ở bề mặt. Việc bơm lên cũng có thể được sử dụng trong quá trình lên men để giúp loại bỏ CO₂ ra khỏi chất lỏng bằng cách làm cho khí nổi bọt vào bề mặt trong đó nó có thể được thông khí.

Máy trộn phun có buồng hút

Một loại máy trộn phun khác bao gồm vòi phun chính để phân phối chất lỏng chịu áp từ bơm, cửa hút vào liền kề với vòi phun chính mà qua đó chất lỏng xung quanh được hút bởi sự giảm áp suất giữa vòi phun chính và cửa vào rộng, và buồng hút kéo dài giữa cửa hút vào và vòi phun thứ cấp. Tia của chất lỏng có tốc độ cao thoát ra từ vòi phun thứ cấp.

Một ví dụ về loại máy trộn này được thể hiện trên Fig.6. Như được thể hiện, trong máy trộn 600 chất lỏng chịu áp từ bơm (không được thể hiện trên hình vẽ) chảy qua đường dẫn vào 602 và thoát ra qua vòi phun chính 603. Chất lỏng xung quanh được rút qua cửa hút vào 604 vào trong buồng hút 606 do sự giảm áp suất gây ra bởi dòng chảy của chất lỏng chịu áp. Dòng hỗn hợp thoát ra từ buồng hút vào vào chất lỏng xung quanh với tốc độ cao qua vòi phun thứ cấp 608. Việc trộn xảy ra cả ở trong buồng hút lẫn vào chất lỏng xung quanh do tác động phun của tia phun ra của chất lỏng.

Hệ thống trộn để vận hành theo nguyên lý tương tự được thể hiện trên Fig.6A. Các máy trộn mang kiểu dáng này có trên thị trường từ ITT Water and Wastewater, dưới tên thương mại máy trộn phun Flygt™. Trong hệ thống 618, bơm 620 tạo ra dòng chảy chính được chuyển tới thùng chứa (không được thể hiện trên hình vẽ) qua hệ thống vòi phun hút 622. Hệ thống vòi phun hút 622 bao gồm vòi phun chính 624 mà hoạt động theo cách tương tự với vòi phun chính 603 được nêu trên đây, làm cho chất lỏng xung quanh được rút ra vào trong đầu hờ liền kề 626 của ống phun 628 do sự giảm áp suất sinh ra bởi chất lỏng thoát ra từ vòi phun chính. Sau đó dòng hỗn hợp thoát ra đầu kia 630 của ống phun 628, mà hoạt động như vòi phun thứ cấp, như là tia phun có tốc độ cao.

Vòi phun được thể hiện trên Fig.7, được gọi là vòi phun của máy phun, vận hành theo các nguyên lý tương tự. Vòi phun có kiểu dáng này có trên thị trường dưới tên thương mại TeeJet®. Như được thể hiện, trong vòi phun 700 chất lỏng chịu áp chảy vào qua cửa vào 702 và thoát ra khỏi vòi phun chính 704, kéo chất lỏng xung quanh tới đầu hờ 706 của ống khuếch tán 708. Dòng hỗn hợp thoát ra đầu hờ đối diện 710 của ống khuếch tán ở tốc độ dòng tuần hoàn $A + B$ là tổng của tốc độ dòng chảy vào A và tốc độ chảy B của chất lỏng xung quanh bị cuốn theo.

Máy trộn loại sục khí phun tia

Một loại khác của hệ thống trộn phun tia có thể được sử dụng được biết trong ngành công nghiệp nước thải là "trộn sục khí phun tia". Trong ngành công nghiệp nước thải, các máy trộn này thường được sử dụng để phân phối tia của không khí và hỗn hợp chất lỏng chịu áp, để tạo ra sự thông khí. Tuy nhiên, trong ứng dụng này, trong một số trường hợp máy trộn loại sục khí phun tia được sử dụng mà không có không khí chịu áp, như được mô tả dưới đây. Các nguyên lý của việc vận hành của máy trộn sục khí phun tia ban đầu sẽ được mô tả trong ngữ cảnh sử dụng chúng với khí chịu áp để cho rõ ràng.

Máy trộn phun xoáy, như máy trộn 800 thể hiện trên các Fig.8-8B, chứa nhiều tia 802 được lắp theo kiểu hướng kính trên trục trung tâm 804. Mẫu hướng kính của các tia phun phân phối đồng đều năng lượng trộn qua toàn bộ thùng chứa. Máy trộn phun xoáy có thể được bố trí ở giữa trong thùng chứa, như được thể hiện, để tạo ra

dòng chảy xoáy xung quanh trục tâm của thùng chứa. Máy trộn phun xoáy có thể được lắp trên hệ thống đường ống 806, để cấp chất lỏng có tốc độ cao tới máy trộn phun xoáy. Theo phương án được thể hiện trên Fig.8B, không khí cũng được cung cấp cho máy trộn phun xoáy qua hệ thống đường ống 812. Chất lỏng tốc độ cao được vận chuyển bởi bơm 808 được bố trí ở phía ngoài của thùng chứa và để kéo chất lỏng vào qua cửa vào 810 ở thành bên của thùng chứa.

Fig.9 và Fig.10 thể hiện hai các loại của vòi phun có các cấu hình được tạo kết cấu để trộn khí và dòng chất lỏng và làm phụt ra tia có tốc độ cao. Các vòi phun này được tạo kết cấu khác một chút so với máy trộn phun xoáy thể hiện trên Fig.8 và Fig.8A nhưng hoạt động theo cách tương tự. Trong hệ thống 900 được thể hiện trên Fig.9, chất lỏng nguyên thủy và chuyển động được dẫn qua đường dẫn chất lỏng 902 đến các vòi phun trong 904 mà chất lỏng đi qua đó với tốc độ cao vào vùng trộn 906. Chất lỏng thứ hai, ví dụ khí, như không khí nén, nitơ hoặc cacbon đioxit, hoặc chất lỏng, đi vào vùng trộn qua đường dẫn thứ hai 908 và bị cuốn theo vào chất lỏng chuyển động đi vào trong vùng trộn 906 qua các vòi phun trong. Trong một số ví dụ chất lỏng thứ hai là nitơ hoặc cacbon đioxit để giảm oxy hóa enzym. Dòng hỗn hợp từ hai đường dẫn được phun vào trong thùng chứa trộn qua các vòi phun ngoài 910. Nếu chất lỏng thứ hai là khí, thì các bọt bong bóng nhỏ bị cuốn theo vào chất lỏng vào hỗn hợp. Chất lỏng được cung cấp cho đường dẫn chất lỏng 902 bằng bơm. Khí, nếu được sử dụng, được tạo ra bởi máy nén khác. Nếu dịch lỏng được sử dụng làm chất lỏng thứ hai, thì có thể có cùng tốc độ như dịch lỏng đi vào trong qua đường dẫn chất lỏng 902, hoặc tốc độ khác nhau.

Fig.10 thể hiện thiết vòi phun khác 1000, trong đó các vòi phun ngoài 1010 (chỉ một vòi phun được thể hiện) được bố trí dọc theo chiều dài của chi tiết kéo dài 1011 bao gồm đường dẫn chất lỏng 1002 được bố trí song song với đường dẫn thứ hai 1008. Mỗi vòi phun bao gồm vòi phun ngoài đơn 1010 và vòi phun đơn trong 1004. Việc trộn chất lỏng chuyển động với chất lỏng thứ hai được tiến hành theo cùng cách với hệ thống 900 được nêu trên đây.

Fig.11 và Fig.12 minh họa ví dụ về hệ thống trộn loại sục khí phun tia trong đó các vòi phun được bố trí dọc theo chiều dài của chi tiết kéo dài. Trong Ví dụ được thể

hiện trên Fig.11, chi tiết kéo dài 1102 được bố trí dọc theo đường kính của thùng chứa 1104, và các vòi phun 1106 kéo dài theo chiều ngược với vòi phun để tạo ra mẫu dòng chảy nhất định bao gồm hai vùng dòng chảy nói chung có dạng elip, mỗi vùng ở một phía của chi tiết kéo dài ở tâm. Trong Ví dụ được thể hiện trên Fig.12, thùng chứa 1204 có mặt cắt ngang nói chung có dạng hình chữ nhật, và chi tiết kéo dài 1202 kéo dài dọc theo một thành bên 1207 của thùng chứa. Trong trường hợp này, tất cả các vòi phun 1206 quay mặt theo cùng một chiều, về phía thành bên đối diện 1209. Điều này tạo ra mẫu dòng chảy được thể hiện trên hình vẽ, trong đó dòng chảy trong thùng chứa nói chung có dạng elip xung quanh trục chính kéo dài nói chung chủ yếu dọc theo chiều dài của thùng chứa. Theo phương án được thể hiện trên Fig.12, các vòi phun có thể được làm nghiêng về phía sàn của thùng chứa, ví dụ ở góc từ khoảng 15 đến 30 độ tính từ trục hoành.

Theo một phương án khác, được thể hiện trên Fig.13, các vòi phun 1302, 1304, và cửa hút vào 1306 được sắp xếp để làm cho các thành phần của thùng chứa xoay tròn và quay trong cơ cấu hình dạng bánh rán tròn, xoáy xung quanh trục tâm thẳng đứng của thùng chứa. Dòng chảy xung quanh bề mặt của hình phỏng xuyên được rút xuống tâm thùng chứa, dọc theo sàn, lên các thành và trở lại tâm, tạo ra mẫu xoắn ốc cuộn, để quét tâm này và ngăn không cho các chất rắn lắng xuống. Mẫu hình phỏng xuyên cũng hiệu quả trong di chuyển các chất rắn nổi tới tâm thùng chứa trong đó chúng được kéo về đáy và trở nên hài hòa với các thành phần của thùng chứa. Kết quả thu được là mẫu dòng chảy xoáy liên tục, đã làm giảm đến mức tối thiểu các điểm chết của thùng chứa.

Sục sục rửa

Trong một số ví dụ, các vòi phun tia được mô tả ở đây có thể trở nên bị tắc, nên có thể làm giảm hiệu quả sản xuất cũng như chi phí sản xuất. Việc làm tắc các vòi phun có thể được loại bỏ bằng cách đảo chiều dòng chảy của chất lỏng chuyển động qua vòi phun. Ví dụ, trong hệ thống được thể hiện trên Fig.14, điều này được thực hiện bằng cách đóng van 1402 từ bơm 1404 và đường dẫn chất lỏng 1406 chảy tới các vòi phun 1408, và kích hoạt bơm thứ cấp 1410. Bơm thứ cấp 1410 rút chất lỏng vào qua các vòi phun. Sau đó, chất lỏng đi lên trên qua ống đứng 1412 do van 1402 bị đóng.

Chất lỏng này thoát ra ống đứng 1412 ở miệng ra 1414 của nó để tái tuần hoàn qua thùng chứa.

Trộn trong quá trình vận chuyển/các máy trộn xách tay

Như nêu trên, nếu mong muốn đường hóa có thể xảy ra một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển hỗn hợp, ví dụ từ nhà máy xử lý thứ nhất để xử lý nguyên liệu và nhà máy xử lý thứ hai để sản xuất sản phẩm sau cùng như etanol. Trong trường hợp này, việc trộn có thể được tiến hành sử dụng máy trộn phun được tạo kết cấu cho toa tàu hỏa hoặc cho sử dụng mang theo được khác. Ví dụ về các máy trộn như vậy sẽ được thảo luận dưới đây. Như được thể hiện trên Fig.15 và Fig.15A, các máy trộn 1602, 1604 có thể được lắp xen qua cổng 1606 trong thùng chứa, ví dụ về ô tô tải (Fig.15) hoặc tàu hỏa (Fig.15A). Máy trộn có thể được điều khiển sử dụng hệ thống điều khiển 1608 ngoài thùng chứa, mà có thể bao gồm ví dụ động cơ và/hoặc nguồn cấp hoặc khí nén, phụ thuộc vào loại hệ thống trộn được sử dụng, và bộ điều khiển được tạo kết cấu để kiểm soát hoạt động của máy trộn. Sự thông gió (không được thể hiện trên hình vẽ) cũng có thể được tạo ra.

Các hệ thống trộn/Các vòi phun khác

Không khí/chất lỏng được tạo xung

Một loại khác của máy trộn sử dụng khí được phân phối theo xung tới hỗn hợp. Máy trộn như vậy được thể hiện trên Fig.15 và Fig.15A, như một ví dụ về máy trộn ray mang theo được. Lượng nhất định của khí áp suất cao được phun hoặc được tạo xung dưới các đĩa tròn dẹt (các đĩa gom) được bố trí gần đáy thùng chứa. Việc giải phóng đột ngột không khí làm va đập các chất lỏng. Khi khí di chuyển ra ngoài giữa đĩa này và sàn của thùng chứa, nó quét sạch các chất rắn lắng lại. Sau đó, khí này tích lại bên trên đĩa thành các bọt bong bóng hình ôvan lớn. Khi mỗi bong bóng dâng lên bề mặt, nó đẩy chất lỏng ở trên nó lên và ra ngoài về phía chu vi của thùng chứa. Chất lỏng này di chuyển về phía các mặt bên của thùng chứa và đi xuống thành thùng chứa tới đáy. Sự dịch chuyển này của các bọt bong bóng đẩy các chất rắn vào bề mặt và tạo ra sự tuần hoàn nói chung dạng hình khuyên hoặc hình phỏng xuyên của chất lỏng trong thùng chứa. Khí này có thể là, ví dụ, không khí, N, hoặc cacbon đioxit. Thùng chứa

được thông khí (không được thể hiện trên hình vẽ) để cho phép khí thoát ra từ thùng chứa trong quá trình trộn.

Máy khuấy tốc độ thấp

Fig.16 và Fig.16A minh họa các máy khuấy được tạo kết cấu để được lắp trên trục (không được thể hiện trên hình vẽ) dùng cho việc trộn quay ở tốc độ tương đối thấp. Các máy khuấy này có thể bao gồm, ví dụ, hai bộ phận trộn 1702 (Fig.16), hoặc ba các bộ phận trộn (Fig.16A), được lắp trên các tay đỡ 1701 xung quanh trục lắp tâm 1703 để chứa trục.

Các bộ phận trộn 1702 có dạng hình nón cụt, mỗi bộ phận này có đầu thứ nhất 1704 và đầu thứ hai 1706. Đầu thứ nhất có tiết diện lớn hơn tiết diện của đầu thứ hai. Các bộ phận trộn được bố trí sao cho các trục tâm của các bộ phận trộn được bố trí ở góc tương đối với mặt quay của các bộ phận trộn.

Máy khuấy này được quay theo chiều sao cho chất lỏng chảy vào qua đầu thứ nhất 1704 và ra qua đầu thứ hai 1706 với tốc độ cao hơn, tạo ra các trạng thái dòng chảy mạnh bằng cách tạo ra dòng chảy rối ở đầu thon của mỗi bộ phận trộn. Sự tạo thành góc của các bộ phận trộn tương đối với mặt quay thường gây ra dòng chảy tuần hoàn kín liên tục mà trong vùng phụ cận của thùng chứa liền kề hoặc thành thùng chứa chảy lên phía trên và trong phần trung tâm của thùng chứa hoặc thùng chứa chảy xuống phía dưới đồng trục với trục máy trộn trong đó nó đi qua các khoảng trống giữa ở giữa các tay đỡ 1701. Cường độ của dòng chảy tuần hoàn này phụ thuộc vào độ lớn của góc.

Các máy trộn loại này có sẵn từ Inotec dưới tên thương mại Visco-Jet™. Các máy trộn gập có sẵn có thể được lắp vào trong toa tàu hỏa hoặc các vật chứa vận chuyển khác. Loại máy trộn tương tự được bộc lộ trong sáng chế Mỹ số 6,921,194, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Giảm thiểu sự bám dính trên các thành thùng chứa

Trong vài trường hợp, cụ thể là ở các mức chất rắn đạt tới các giới hạn theo lý thuyết hay thực tế, nguyên liệu có thể tích tụ dọc theo thành bên và/hoặc thành đáy của thùng chứa trong quá trình trộn. Hiện tượng này, được gọi là "sự bám dính," là điều

không mong muốn vì nó có thể khiến cho việc trộn không thỏa đáng. Có nhiều phương pháp có thể được tiến hành để làm giảm đến mức tối thiểu sự bám dính và đảm bảo việc trộn tốt trong thùng chứa.

Ví dụ, ngoài (các) thiết bị trộn phun tia, thùng chứa có thể được lắp ngoài với phương tiện nạo ví dụ thiết bị có lưỡi để nạo mặt bên của thùng chứa theo cách “chổi cao su”. Các thiết bị như vậy là đã biết, ví dụ trong ngành nuôi bò sữa. Các máy khuấy thích hợp bao gồm máy khuấy quét mặt bên và đáy và các máy khuấy có lưỡi nạo được sản xuất bởi Walker Engineered Products, New Lisbon, WI. Như được thể hiện trên Fig.18, máy khuấy quét mặt bên và đáy 1800 có thể bao gồm chi tiết kéo dài ở tâm 1802, được lắp để quay xung quanh trục của thùng chứa. Các lưỡi nạo thành bên 1804 được lắp vào mỗi đầu của chi tiết kéo dài 1802 và được bố trí ở góc được tạo với chi tiết kéo dài. Theo phương án này của sáng chế, cặp lưỡi nạo thành đáy 1806 được lắp ở điểm giữa trên chi tiết kéo dài 1802, để nạo mọi nguyên liệu tích tụ trên đáy thùng chứa. Dụng cụ nạo này có thể không cần nếu nguyên liệu không tích tụ trên đáy thùng chứa. Như được thể hiện trên Fig.18A, các lưỡi nạo 1804 có thể là nhiều phần tử nạo được bố trí dọc theo thành bên. Theo các phương án khác, các lưỡi nạo là liên tục, hoặc có thể có hình dạng mong muốn bất kỳ khác.

Theo các phương án khác, bản thân máy trộn phun được tạo kết cấu để làm giảm đến mức tối thiểu sự bám dính. Ví dụ, máy trộn phun có thể bao gồm một hoặc nhiều các đầu di động và/hoặc các phần mềm dẻo dịch chuyển trong quá trình trộn. Ví dụ, máy trộn phun có thể bao gồm bộ phận quay kéo dài có nhiều vòi phun tia dọc theo chiều dài của nó. Chi tiết kéo dài này có thể có dạng phẳng, như được thể hiện trên Fig.19, hoặc có dạng không phẳng, ví dụ nó có thể phù hợp với hình dạng của các thành thùng chứa như được thể hiện trên Fig.20.

Tham chiếu Fig.19, các vòi phun của máy trộn phun có thể được bố trí ở chi tiết kéo dài quay 1900 được dẫn động bởi động cơ 1902 và trục 1904. Nước hoặc chất lỏng khác được bơm qua các đường dẫn trong chi tiết quay này, ví dụ bằng bộ cánh khuấy của bơm 1906, và thoát ra như các tia phun qua miệng phun tia 1908 trong khi chi tiết 1900 quay. Để giảm bớt sự bám dính trên các thành bên của thùng chứa, miệng 1910 có thể được tạo ra ở các đuôi của chi tiết 1900.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.20, để phù hợp với hình dạng cụ thể của thùng chứa 2000 chi tiết kéo dài bao gồm các tay kéo dài theo chiều ngang 2002, các phần nghiêng hướng xuống dưới 2004, các phần nghiêng hướng ra ngoài và lên trên 2006, và các phần kéo dài thẳng đứng 2008. Chất lỏng được bơm qua các đường dẫn bên trong chi tiết kéo dài tới các miệng phun tia 38, mà qua đó các tia được phát ra trong khi chi tiết kéo dài được quay.

Trong cả hai phương án được thể hiện trên Fig.19 và Fig.20, các tia tạo ra sự trộn trong khi vẫn rửa xuôi xuống các thành bên của thùng chứa.

Theo các phương án khác, máy trộn phun có thể bao gồm các chi tiết mềm dẻo và hoặc các chi tiết có thể điều chỉnh được (ví dụ ống có thể uốn được hoặc lồng vào nhau) mà qua đó các tia được vận chuyển. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.21 và Fig.21A, thiết bị trộn phun tia có thể được làm từ các ống mềm dẻo, theo cách của thiết bị làm sạch ao dạng nổi, như được nêu trong sáng chế Mỹ số 3,883,368. Trong hệ thống 2100, ống cấp mềm 2102 phân phối chất lỏng từ cửa vào 2104 trong thành bên của thùng chứa 2106. Ống cấp mềm 2102 kéo dài dọc theo bề mặt của chất lỏng vào thùng chứa qua một loạt pháo 2108 và khớp nối 2110. Nhiều ống mềm 2112 được bắt chặt các đầu trên của chúng vào khớp hình chữ T được bố trí cách nhau 2114 trong phần nổi của ống cấp mềm 2102. Chất lỏng được phun từ các đầu xa hờ của các ống mềm 2112, giúp trộn các thành phần của thùng chứa và loại bỏ sự bám dính lên các thành bên của thùng chứa.

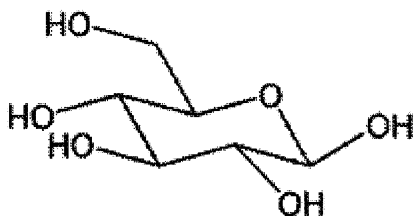
Theo một số phương án, việc kết hợp các phương án được nêu trên đây có thể được sử dụng. Ví dụ, kết hợp của các chi tiết kéo dài quay phẳng hoặc không phẳng hoặc các chi tiết kéo dài giao động có thể được sử dụng. Các cơ cấu vòi phun di động được nêu trên đây có thể được sử dụng kết hợp với với nhau và/hoặc kết hợp với dao nạo. Nhiều cơ cấu vòi phun di động có thể được sử dụng cùng nhau, ví dụ hai hoặc hơn hai các chi tiết quay được thể hiện trên Fig.19 có thể được gắn theo chiều thẳng đứng trong thùng chứa. Khi nhiều chi tiết quay được sử dụng, chúng có thể được tạo kết cấu để quay theo cùng chiều hoặc ngược chiều, và ở cùng tốc độ hoặc các tốc độ khác nhau.

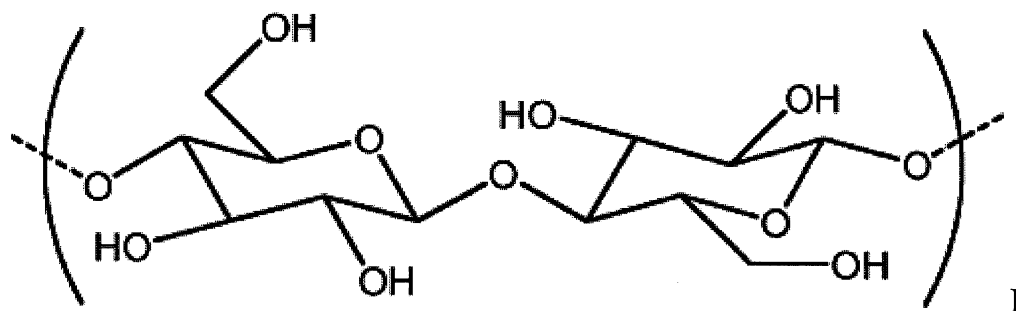
Nguyên liệu

Nguyên liệu sinh khối

Sinh khối có thể là, ví dụ nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza. Nguyên liệu như vậy bao gồm giấy và sản phẩm từ giấy (ví dụ giấy nhiều lớp và giấy Kraft), gỗ, nguyên liệu liên quan tới gỗ, ví dụ tấm mùn cưa, cỏ, trấu gạo, bã mía, sợi đay, sợi gai dầu, cây lanh, cây tre, cây xidan, chuối abaca, rơm, cỏ kê Mỹ, cỏ linh lăng, hay, vỏ ngũ cốc, rơm khô ngũ cốc, xơ dừa; và nguyên liệu có hàm lượng α -xenluloza cao, ví dụ cây bông. Nguyên liệu nạp có thể thu được từ nguyên liệu vụn mới, ví dụ vụn thừa, chất thải sau sử dụng, ví dụ giẻ. Khi sản phẩm từ giấy được sử dụng chúng có thể là nguyên liệu mới, ví dụ mảnh vụn nguyên liệu mới, hoặc chúng có thể là chất thải sau sử dụng. Ngoài nguyên liệu mới, nguyên liệu sau sử dụng, chất thải công nghiệp (ví dụ đồ thừa), và chất thải xử lý (ví dụ thải ra từ xử lý giấy) cũng có thể được sử dụng làm nguồn sợi. Nguyên liệu sinh khối cũng có thể có được hoặc thu được từ người (ví dụ nước cống), động vật hoặc các chất thải từ nhà máy. Việc bổ sung xenluloza và nguyên liệu lignoxenluloza có đã được bộc lộ 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, nguyên liệu sinh khối bao gồm hydrat cacbon mà là hoặc chứa nguyên liệu có một hoặc nhiều liên kết β -1,4 và có số phân tử lượng trung bình từ khoảng 3.000 đến 50.000. Hydrat cacbon này là hoặc bao gồm xenluloza (I), thu được từ (β -glucoza 1) qua sự ngưng tụ của β (1,4)-glycozit. Liên kết này tự tương phản với liên kết dùng cho liên kết α (1,4)-glycozit có mặt trong tinh bột và các hydrat cacbon khác.





Nguyên liệu tinh bột bao gồm chính tinh bột, ví dụ tinh bột ngũ cốc, tinh bột lúa mì, tinh bột khoai tây hoặc tinh bột gạo, dẫn xuất của tinh bột, hoặc nguyên liệu bao gồm tinh bột, như sản phẩm thực phẩm ăn được hoặc cây trồng. Ví dụ, nguyên liệu tinh bột có thể là cà rốt peru, kiều mạch, chuối, lúa mạch, cây sắn, sắn dây, cây chua me đất, cò sagu, cây lúa miến, khoai tây thông thường, khoai lang, cây khoai sọ, khoai mỡ, hoặc một hoặc nhiều đậu, như favas, đậu lăng hoặc đậu hà lan. Hỗn hợp bất kỳ của hai hoặc hơn hai nguyên liệu tinh bột cùng là nguyên liệu tinh bột.

Trong một số trường hợp sinh khối là nguyên liệu vi khuẩn. Các nguồn vi khuẩn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, bất kỳ vi sinh vật hoặc sinh vật có trong tự nhiên hoặc được cải biến di truyền có chứa hoặc có khả năng tạo ra nguồn hydrat cacbon (ví dụ xenluloza), ví dụ, các sinh vật đơn bào, ví dụ các sinh vật đơn bào động vật (ví dụ protozoa như hình roi, di động theo kiểu amip, có lông mịn, và sporozoa) và các sinh vật đơn bào thực vật (ví dụ tảo như có lỗ như tổ ong, tảo chlorarachniophyt, tảo cryptomonad, tảo euglenid, tảo glaucophyt, tảo haptophyt, tảo đỏ, tảo stramenopil, và tảo viridaenplantia). Các ví dụ khác bao gồm rong biển, sinh vật phù du (ví dụ sinh vật phù du cỡ lớn, sinh vật phù du cỡ vừa, sinh vật phù du cỡ nhỏ, sinh vật phù du cỡ nano, pico sinh vật phù du, và fempto sinh vật phù du), phyto sinh vật phù du, vi khuẩn (ví dụ vi khuẩn gram dương, vi khuẩn gram âm, và vi khuẩn chịu cực hạn), nấm men và/hoặc hỗn hợp của các vi khuẩn này. Trong một số ví dụ, sinh khối vi khuẩn có thể thu được từ các nguồn tự nhiên, ví dụ biển, hồ, các khối nước, ví dụ nước muối hoặc nước sạch, hoặc trên đất liền. Theo cách khác hoặc ngoài ra, sinh khối vi khuẩn có thể thu được từ các hệ thống cây, ví dụ các hệ thống cây khô và ướt quy mô lớn.

Tác nhân đường hóa

Enzym thích hợp bao gồm xelobiaza và xelulaza có khả năng phân giải sinh khối.

Xelobiaza thích hợp bao gồm xelobiaza từ *Aspergillus niger* được bán dưới tên thương mại NOVOZYME 188™.

Các xelulaza có khả năng phân giải sinh khối, và có thể có gốc nấm hoặc vi khuẩn. Enzym thích hợp bao gồm các xelulaza từ các loại *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Humicola*, *Fusarium*, *Thielavia*, *Acremonium*, *Chrysosporium* và *Trichoderma*, và bao gồm giống của *Humicola*, *Coprinus*, *Thielavia*, *Fusarium*, *Myceliophthora*, *Acremonium*, *Cephalosporium*, *Scytalidium*, *Penicillium* or *Aspergillus* (xem ví dụ EP 458162), đặc biệt là các giống được tạo ra bởi chủng được chọn từ giống *Humicola insolens* (được phân loại lại như *Scytalidium thermophilum*, xem ví dụ sáng chế 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 giống *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. Enzym nấm mốc cũng có thể thu được từ *Chrysosporium*, tốt hơn nếu là chủng của *Chrysosporium lucknowense*. Ngoài ra, *Trichoderma* (đặc biệt là *Trichoderma viride*, *Trichoderma reesei*, và *Trichoderma koningii*), alkalophilic *Bacillus* (xem ví dụ, sáng chế Mỹ số 3,844,890 và EP 458162), và *Streptomyces* (xem ví dụ EP 458162) có thể được sử dụng.

Phức chất chứa enzym có thể được sử dụng, như các phức chất có sẵn từ Genencore dưới tên thương mại ACCELLERASE®, ví dụ, phức chất chứa enzym

Accellerase® 1500. Phức chất chứa enzym Accellerase 1500 chứa nhiều hoạt tính enzym, chủ yếu là exoglucanaza, endoglucanaza (2200-2800 CMC U/g), bán-xelulaza, và beta-glucosidaza (525-775 pNPG U/g), và có độ pH từ 4,6 đến 5,0. Hoạt tính endoglucanaza của phức chất chứa enzym được biểu hiện trong đơn vị hoạt tính của carboxymethylxenluloza (CMC U), trong khi hoạt tính của beta-glucosidaza được nêu trong đơn vị hoạt tính của pNP-glucosit (pNPG U). Theo một phương án, hỗn hợp của phức chất chứa enzym của Accellerase® 1500 và xelobiaza NOVOZYME™ 188 được sử dụng.

Theo một số phương án, tác nhân đường hóa chứa axit, ví dụ axit tự nhiên. Khi axit được sử dụng, sản phẩm phụ có thể được tạo ra gây độc hại cho các vi sinh vật, trong trường hợp đó quy trình xử lý có thể còn bao gồm bước loại bỏ các sản phẩm phụ này. Việc loại bỏ có thể được tiến hành sử dụng cacbon được hoạt hóa, ví dụ than được hoạt hóa, hoặc kỹ thuật thích hợp khác.

Chất lên men

(Các) vi sinh vật được sử dụng trong lên men có thể là các vi sinh vật tự nhiên và/hoặc các vi sinh vật được tạo ra bằng kỹ thuật di truyền. Ví dụ, vi sinh vật có thể là vi khuẩn, ví dụ vi khuẩn xenluloza, nấm, ví dụ nấm men, thực vật hoặc sinh vật đơn bào, ví dụ tảo, protozoa hoặc sinh vật đơn bào giống nấm, ví dụ nấm mốc bùn. Khi sinh vật có thể thích ứng, thì hỗn hợp của sinh vật có thể được sử dụng.

Các vi sinh vật lên men thích hợp có khả năng dùng cho chuyển hóa các hydrat cacbon, như glucoza, xyloza, arabinoza, mannoza, galactosa, oligosacarit hoặc polysacarit thành sản phẩm lên men. Các vi sinh vật lên men bao gồm các chủng của giống *Sacchromyces spp.* ví dụ *Sacchromyces cerevisiae* (nấm men bánh mỳ), *Saccharomyces distaticus*, *Saccharomyces uvarum*; loại *Kluyveromyces*, ví dụ giống *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces fragilis*; loại *Candida*, ví dụ *Candida pseudotropicalis*, và *Candida brassicae*, *Pichia stipitis* (hệ hàng của *Candida shehatae*, loại *Clavispora*, ví dụ giống *Clavispora lusitaniae* và *Clavispora opuntiae*, loại *Pachysolen*, ví dụ giống *Pachysolen tannophilus*, loại *Bretannomyces*, ví dụ giống *Bretannomyces clausenii* (Philippidis, G. P., 1996, Cellulose biocoverion technology,

trong Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, Wyman, CE. , ed., Taylor & Francis, Washington, DC, 179-212).

Nấm men có trên thị trường bao gồm, ví dụ, Red Star®/Lesaffre Etanol Red (có sẵn từ Red Star/Lesaffre, USA), FALI® (có sẵn từ Fleischmann's Yeast, Chi nhánh của Burns Philip Food Inc. , USA), SUPERSTART® (có sẵn từ Alltech, now Lalemand), GERT STRAND® (có sẵn từ Gert Strand AB, Sweden) và FERMOL® (có sẵn từ DSM Specialties).

Vi khuẩn cũng có thể được sử dụng trong lên men, ví dụ *Zymomonas mobilis* và *Clostridium thermocellum* (Philippidis, 1996, supra).

Các chất phụ gia

Chất kháng sinh

Mặc dù ưu tiên là có hàm lượng đường cao trong trong dung dịch được đường hóa, hàm lượng thấp hơn có thể được sử dụng, trong trường hợp đó tốt hơn là bổ sung chất phụ gia kháng khuẩn, ví dụ chất kháng sinh phổ rộng, với hàm lượng thấp, ví dụ từ 50 đến 150 phần triệu. Các chất kháng sinh thích hợp khác bao gồm amphotericin B, ampicillin, chloramphenicol, ciprofloxacin, gentamicin, hygromycin B, kanamycin, neomycin, penicillin, puromycin, streptomycin. Các chất kháng sinh này sẽ ức chế sự phát triển của các vi sinh vật trong quá trình vận chuyển và cất giữ, và có thể được sử dụng với hàm lượng thích hợp, ví dụ từ 15 và 1000 phần triệu khối lượng, ví dụ từ 25 đến 500 phần triệu, hoặc từ 50 và 150 phần triệu. Nếu mong muốn, chất kháng sinh có thể được bao gồm thậm chí với hàm lượng đường tương đối cao.

Chất hoạt động bề mặt

Việc bổ sung chất hoạt động bề mặt có thể tăng cường tốc độ đường hóa. Ví dụ về chất hoạt động bề mặt bao gồm chất hoạt động bề mặt không ion, như chất hoạt động bề mặt polyetylen glycol Tween® 20 hoặc Tween® 80, chất hoạt động bề mặt chứa ion, hoặc chất hoạt động bề mặt lưỡng tính. Các chất hoạt động bề mặt thích hợp khác bao gồm octylphenol etoxylat như chất hoạt động bề mặt không ion nhóm TRITON™ X có trên thị trường từ Dow Chemical. Chất hoạt động bề mặt cũng có thể

được thêm vào để giữ đường được tạo ra trong dung dịch, đặc biệt là trong dung dịch hàm lượng cao.

Môi trường đường hóa

Theo một phương án, môi trường có hàm lượng thành phần sau đây:

Bazơ ni tơ nấm men	1,7 g/L
Urê	2,27 g/L
Pepton	6,56 g/L
Chất hoạt động bề mặt Tween® 80	10 g/L

Xử lý vật lý nguyên liệu

Theo một số phương án, nguyên liệu được xử lý vật lý trước khi đường hóa và/hoặc lên men. Các quy trình xử lý bằng phương pháp vật lý có thể bao gồm một hoặc nhiều phương pháp xử lý trong số các phương pháp được mô tả ở đây, như xử lý cơ học, xử lý hóa học, chiếu xạ, siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân hoặc nổ hơi. Các phương pháp xử lý có thể được sử dụng kết hợp với hai, ba, bốn, hoặc thậm chí tất cả các phương pháp trong số các kỹ thuật này (theo trình tự bất kỳ). Khi nhiều hơn một phương pháp xử lý được sử dụng, thì các phương pháp này có thể được áp dụng cùng thời điểm hoặc ở các thời điểm khác nhau. Các quy trình khác làm thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu sinh khối cũng có thể được sử dụng, một mình hoặc kết hợp với các phương pháp được nêu ở đây.

Xử lý cơ học

Trong một số trường hợp, các phương pháp có thể bao gồm xử lý cơ học nguyên liệu sinh khối. Xử lý cơ học bao gồm, ví dụ, chặt, nghiền, ép, nghiền nhỏ, cắt và chẻ. Nghiền có thể bao gồm, ví dụ, nghiền bi, nghiền búa, thiết bị nghiền khô hoặc ướt có rôto/stato, hoặc các loại máy nghiền khác. Phương pháp xử lý cơ học khác bao gồm, ví dụ nghiền đá, cracking, đập vụn cơ học hoặc xé, nghiền chột hoặc nghiền không khí.

Xử lý cơ học có thể có lợi cho "mở ra," "tạo ứng suất," làm vỡ và phân tán nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza, làm cho xenluloza của nguyên liệu mẫn

cảm hơn với sự phân chia chuỗi và/hoặc giảm bớt mức độ kết tinh. Nguyên liệu hồ cũng có thể mất cảm hơn đối với việc oxy hóa khi được chiếu xạ.

Trong một số trường hợp, xử lý cơ học có thể bao gồm chế biến ban đầu của nguyên liệu khi nhận được, ví dụ giảm kích thước của nguyên liệu, như bằng cách chặt, nghiền, cắt, tán thành bột hoặc chẻ. Ví dụ, trong một số trường hợp, nguyên liệu mềm (ví dụ giấy tái sử dụng, nguyên liệu tinh bột, hoặc cỏ kê Mỹ) được điều chế bằng cách cắt hoặc băm.

Theo cách khác, hoặc ngoài ra, nguyên liệu nạp có thể đầu tiên được xử lý vật lý bằng một hoặc nhiều phương pháp xử lý khác, ví dụ xử lý hóa học, chiếu xạ, siêu âm, oxy hóa, nhiệt phân hoặc nổ hơi, và sau đó được xử lý cơ học. Trình tự này có thể là có lợi vì nguyên liệu được xử lý bằng một hoặc nhiều phương pháp xử lý khác, ví dụ chiếu xạ hoặc nhiệt phân, tỏ ra dễ gãy và, do vậy, có thể sẽ dễ dàng hơn để thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu bằng xử lý cơ học.

Theo một số phương án, nguyên liệu nạp là nguyên liệu dạng sợi, và xử lý cơ học bao gồm cắt để làm lộ các sợi của nguyên liệu sợi. Việc cắt có thể được tiến hành, ví dụ, sử dụng dao cắt quay. Các phương pháp xử lý cơ học khác nguyên liệu bao gồm, ví dụ, nghiền hoặc nghiền nhỏ. Nghiền có thể được tiến hành sử dụng, ví dụ, máy nghiền búa, máy nghiền bi, máy nghiền keo, máy nghiền hình nón hoặc nón, máy nghiền đĩa, máy nghiền bột nhão, máy nghiền Wiley hoặc máy nghiền bột. Nghiền nhỏ có thể được tiến hành sử dụng, ví dụ, máy nghiền đá, máy nghiền chót, máy nghiền cà phê, hoặc máy nghiền mài. Nghiền nhỏ có thể được tạo ra, ví dụ, chót qua lại hoặc chi tiết khác, như trong trường hợp của máy nghiền chót. Các phương pháp xử lý cơ học khác bao gồm đập vụn cơ học hoặc xé, các phương pháp khác để áp suất lên nguyên liệu, và nghiền không khí. Các phương pháp xử lý cơ học thích hợp còn bao gồm phương pháp bất kỳ khác làm thay đổi cấu trúc phân tử của nguyên liệu. Nếu mong muốn, nguyên liệu đã xử lý cơ học có thể được cho đi qua sàng, ví dụ có kích thước lỗ trung bình 1,59 mm hoặc nhỏ hơn (1/16 in_s, 0,0625 in_s). Theo một số phương án, cắt, hoặc phương pháp xử lý cơ học khác, và sàng được tiến hành đồng thời. Ví dụ, dao cắt quay có thể được sử dụng để đồng thời cắt và sàng nguyên liệu. Nguyên liệu được cắt giữa các cánh cố định và các cánh quay để tạo ra nguyên liệu đã

cắt đi qua sàng, và được giữ lại trong thùng chứa. Nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza có thể được xử lý cơ học trạng thái khô (ví dụ có một chút hoặc không có nước trên bề mặt của nó), trạng thái được hydrat hoá (ví dụ có lên đến 10% khối lượng nước được hấp thụ), hoặc ở trạng thái ướt, ví dụ có từ khoảng 10% đến khoảng 75% khối lượng nước. Nguồn sợi có thể thậm chí được xử lý cơ học trong khi một phần hoặc toàn bộ được ngâm dưới chất lỏng, như nước, etanol hoặc isopropanol.

Nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza cũng có thể được xử lý cơ học dưới khí (như dòng hoặc môi trường khí không phải là không khí), ví dụ oxy hoặc N₂, hoặc hơi nước.

Nếu mong muốn, lignin có thể được loại ra khỏi tất cả các nguyên liệu trong số các nguyên liệu dạng sợi bao gồm lignin. Ngoài ra, để hỗ trợ cho việc làm vỡ nguyên liệu bao gồm xenluloza, nguyên liệu này có thể được xử lý trước khi hoặc trong quá trình xử lý cơ học hoặc chiếu xạ bằng nhiệt, hóa học (ví dụ axit tự nhiên, bazơ hoặc oxy hóa mạnh như natri hypoclorit) và/hoặc enzym. Ví dụ, nghiền nhỏ có thể được tiến hành trong điều kiện có mặt axit.

Các hệ thống xử lý cơ học có thể được tạo kết cấu để tạo ra các dòng với các tính chất hình dạng cụ thể như, ví dụ, diện tích bề mặt, độ xốp, tỷ trọng khối, và, trong trường hợp của nguyên liệu dạng sợi, các tính chất sợi như tỷ số chiều dài so với chiều rộng. Theo một số phương án, diện tích bề mặt BET nguyên liệu đã xử lý cơ học là lớn hơn 0,1 m²/g, ví dụ lớn hơn 0,25 m²/g, lớn hơn 0,5 m²/g, lớn hơn 1,0 m²/g, lớn hơn 1,5 m²/g, lớn hơn 1,75 m²/g, lớn hơn 5,0 m²/g, lớn hơn 10 m²/g, lớn hơn 25 m²/g, lớn hơn 35 m²/g, lớn hơn 50 m²/g, lớn hơn 60 m²/g, lớn hơn 75 m²/g, lớn hơn 100 m²/g, lớn hơn 150 m²/g, lớn hơn 200 m²/g, hoặc thậm chí lớn hơn 250 m²/g.

Độ rỗng của nguyên liệu đã xử lý cơ học có thể là, ví dụ lớn hơn 20%, lớn hơn 25%, lớn hơn 35%, lớn hơn 50%, lớn hơn 60%, lớn hơn 70%, 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, sau khi xử lý cơ học nguyên liệu có tỷ trọng khối nhỏ hơn 0,25 g/cm³, ví dụ 0,20 g/cm³, 0,15 g/cm³, 0,10 g/cm³, 0,05 g/cm³ hoặc nhỏ hơn, ví

dụ $0,025 \text{ g/cm}^3$. Tỷ trọng khối được xác định sử dụng ASTM D1895B. Tóm lại, phương pháp này bao gồm bước làm đầy ống đo có thể tích đã biết với mẫu và thu được khối lượng của mẫu này. Tỷ trọng khối được tính toán bằng cách chia khối lượng của mẫu này theo gam theo thể tích đã biết của ống đo theo xentimet khối.

Nếu nguyên liệu là nguyên liệu sợi thì các sợi của nguyên liệu đã xử lý cơ học có thể có tỷ lệ chiều dài theo đường kính trung bình tương đối lớn (ví dụ lớn hơn 20 so với 1), ngay cả khi chúng đã được cắt hơn một lần. Ngoài ra, các sợi của các nguyên liệu dạng sợi được mô tả ở đây có thể có chiều dài và/hoặc sự phân bố tỷ lệ chiều dài-theo-đường kính tương đối hẹp.

Trong bản mô tả này, độ rộng sợi trung bình (ví dụ đường kính) là độ rộng được xác định bằng phương pháp quang học bằng cách chọn ngẫu nhiên khoảng 5.000 sợi. Chiều dài sợi trung bình là chiều dài trọng khối theo chiều dài được chuẩn chỉnh. Diện tích bề mặt BET (Brunauer, Emmet và Teller) là các diện tích bề mặt đa điểm, và độ xốp là độ xốp được xác định bằng xấp kế thủy ngân.

Nếu nguyên liệu là nguyên liệu sợi, thì tỷ lệ chiều dài theo đường kính trung bình của các sợi của nguyên liệu đã xử lý cơ học 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 sợi trung bình của nguyên liệu đã xử lý cơ học có thể là, ví dụ từ khoảng 0,5 mm đến 2,5 mm, ví dụ từ khoảng 0,75 mm đến 1,0 mm, và chiều rộng trung bình (ví dụ đường kính) nguyên liệu sợi thứ hai có thể là, ví dụ từ khoảng 5 μm đến 50 μm , ví dụ từ khoảng 10 μm đến 30 μm . Theo một số phương án, nếu nguyên liệu là nguyên liệu sợi, thì độ lệch chuẩn của chiều dài sợi của nguyên liệu đã xử lý cơ học có thể là nhỏ hơn 60% chiều dài sợi trung bình của nguyên liệu đã xử lý cơ học, ví dụ nhỏ hơn 50% của chiều dài trung bình, nhỏ hơn 40% của chiều dài trung bình, nhỏ hơn 25% của chiều dài trung bình, nhỏ hơn 10% của chiều dài trung bình, nhỏ hơn 5% của chiều dài trung bình, hoặc thậm chí nhỏ hơn 1% của chiều dài trung bình.

Trong một số trường hợp, tốt hơn là điều chế nguyên liệu có tỷ trọng khối thấp, ép nguyên liệu (ví dụ để làm cho việc vận chuyển tới một nơi khác dễ dàng hơn và ít chi phí hơn), và sau đó chuyển nguyên liệu sang trạng thái có tỷ trọng khối thấp hơn. Nguyên liệu đã được ép có thể được chế biến bằng phương pháp bất kỳ trong số các

phương pháp được mô tả ở đây, hoặc sau đó nguyên liệu bất lý được xử lý bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở đây có thể được ép, ví dụ như được nêu trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/429, 045 và công bố đơn quốc tế số WO 2008/073186, toàn bộ nội dung của chúng được đưa vào đây để tham khảo.

Xử lý chiếu xạ

Một hoặc nhiều bước xử lý chiếu xạ có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu, và để tạo ra nguyên liệu được cải biến cấu trúc mà hoạt động như đầu vào cho bước và/hoặc các bước xử lý tiếp theo. Chiếu xạ có thể, ví dụ, giảm phân tử lượng và/hoặc mức độ kết tinh của nguyên liệu. Chiếu xạ cũng có thể làm tiệt trùng nguyên liệu, hoặc môi trường bất kỳ cần để xử lý sinh học nguyên liệu. Theo một số phương án, năng lượng được tích trong nguyên liệu giải phóng electron từ quỹ đạo nguyên tử của nó được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Chiếu xạ có thể được tạo ra bởi (1) các hạt tích điện nặng, như các hạt alpha hoặc các proton, (2) các electron, được tạo ra, ví dụ, trong sự phân hủy beta hoặc máy gia tốc chùm electron, hoặc (3) chiếu xạ điện từ, ví dụ, tia gama, tia x, hoặc tia cực tím. Theo một phương pháp, chiếu xạ được tạo ra bởi các chất phóng xạ có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Theo một cách khác, chiếu xạ điện từ (ví dụ được tạo ra sử dụng máy phát chùm tia electron) có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu. Theo một số phương án, sự kết hợp bất kỳ theo trình tự bất kỳ hoặc đồng thời của cá bước từ (1) đến (3) có thể được sử dụng. Các liều lượng được áp dụng phụ thuộc vào tác dụng mong muốn và nguyên liệu cụ thể. Trong một số ví dụ sự phân chia chuỗi được mong muốn và/hoặc tạo chức hóa chuỗi polyme được mong muốn thì các hạt nặng hơn các electron, như các proton, nhân heli, các ion argon, các ion silic, các ion neon, các ion cacbon, các ion phospho, các ion oxy hoặc các ion N có thể được sử dụng. Khi phân chia chuỗi vòng mở được mong muốn, thì các hạt tích điện dương có thể được sử dụng cho các tính chất axit Lewis của chúng dùng trong phân chia chuỗi vòng mở tăng cường. Ví dụ, khi oxy hóa ở mức tối đa được mong muốn, thì các ion oxy có thể được sử dụng, và khi ni tơ hóa ở mức tối đa được mong muốn, thì các ion N có thể được sử dụng.

Việc sử dụng các hạt nặng và các hạt tích điện dương được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/417,699, toàn bộ nội dung bộc lộ của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Theo một phương pháp, nguyên liệu thứ nhất mà là hoặc bao gồm xenluloza có số lượng phân tử lượng trung bình thứ nhất (M_{N1}) được chiếu xạ, ví dụ bằng xử lý bằng bức xạ ion (ví dụ dưới dạng bức xạ gama, chiếu tia X, đèn tia cực tím (UV) từ 100 nm đến 280 nm, chùm electron hoặc các hạt được tích điện khác) để tạo ra nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có số lượng phân tử lượng trung bình thứ hai (M_{N2}) thấp hơn số lượng phân tử lượng trung bình thứ nhất. Nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất hoặc thứ hai) có thể được kết hợp với vi sinh vật (có hoặc không có xử lý enzym) mà có thể sử dụng nguyên liệu thứ nhất và/hoặc thứ hai hoặc đường hoặc lignin thành phần của nó để sản xuất sản phẩm trung gian hoặc sản phẩm, như được mô tả ở đây.

Vì nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất, và trong một số ví dụ, có mức độ kết tinh giảm, nguyên liệu thứ hai nói chung dễ phân tán dễ trương phồng và/hoặc dễ tan hơn, ví dụ trong dung dịch chứa vi sinh vật và/hoặc enzym. Các tính chất này làm cho nguyên liệu thứ hai dễ dàng hơn cho việc xử lý và miễn cảm hơn đối với sự tấn công hóa học, enzym và/hoặc sinh học so với nguyên liệu thứ nhất, mà có thể nâng cao đáng kể tốc độ sản xuất và/hoặc mức sản xuất sản phẩm mong muốn, ví dụ etanol.

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

Trong một số ví dụ, nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có mức độ kết tinh (C_2) thấp hơn mức độ kết tinh (C_1) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, (C_2) có thể thấp hơn (C_1) hơn khoảng 10%, ví dụ hơn khoảng 15, 20, 25, 30, 35, 40, hoặc thậm chí hơn khoảng 50%.

Theo một số phương án, chỉ số mức độ kết tinh bắt đầu (trước khi sự chiếu xạ) là từ khoảng 40 đến khoảng 87,5%, ví dụ từ khoảng 50 đến khoảng 75% hoặc từ

khoảng 60 đến khoảng 70%, và chỉ số mức độ kết tinh sau khi chiếu xạ là từ khoảng 10 đến khoảng 50%, ví dụ từ khoảng 15 đến khoảng 45% hoặc từ khoảng 20 đến khoảng 40%. Tuy nhiên, trong một số phương án, ví dụ sự chiếu xạ mở rộng, có thể có chỉ số mức độ kết tinh thấp hơn 5%. Theo một số phương án, nguyên liệu sau khi chiếu xạ về cơ bản là vô định hình.

Theo một số phương án, số phân tử lượng trung bình bắt đầu (trước khi sự chiếu xạ) là từ khoảng 200.000 đến khoảng 3.200.000, ví dụ từ khoảng 250.000 đến khoảng 1.000.000 hoặc từ khoảng 250.000 đến khoảng 700.000, và số phân tử lượng trung bình sau khi chiếu xạ là từ khoảng 50.000 đến khoảng 200.000, ví dụ từ khoảng 60.000 đến khoảng 150.000 hoặc từ khoảng 70.000 đến khoảng 125.000. Tuy nhiên, trong một số phương án, ví dụ chiếu xạ mở rộng, có thể có số phân tử lượng trung bình 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 (O_2) cao hơn mức oxy hóa (O_1) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu có thể hỗ trợ trong khả năng phân tán, khả năng phồng lên và/hoặc khả năng hòa tan của nó, tiếp tục làm tăng độ nhạy cảm của nguyên liệu đối với sự tấn công hóa học, enzym hoặc sinh học. Theo một số phương án, để làm tăng mức oxy hóa của nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, sự chiếu xạ được tiến hành dưới môi trường oxy hoá, ví dụ dưới sự bao phủ của không khí hoặc oxy, tạo ra nguyên liệu thứ hai được oxy hóa nhiều hơn nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có nhiều hơn các nhóm hydroxyl nhóm, các nhóm aldehyt, các nhóm keton nhóm, nhóm este hoặc các nhóm axit carboxylic, mà có thể làm tăng thêm mức độ ưa nước của nó.

Chiếu xạ ion hóa

Mỗi dạng chiếu xạ ion hóa nguyên liệu chứa cacbon qua các tương tác cụ thể, như được xác định bằng năng lượng chiếu xạ. Các hạt tích điện nặng chủ yếu ion hóa chất qua tán xạ Coulomb; Ngoài ra, các tương tác này tạo ra các electron mạnh có thể tiếp tục ion hóa chất. Các hạt alpha giống với nhân của nguyên tử heli và được tạo ra bởi sự phân hủy alpha của nhiều nhân phóng xạ, như các chất đồng vị của bismut, poloni, nguyên tố phóng xạ nhân tạo, radon, franxi, radi, nhiều actinit, như actini, thori, urani, neptuni, curium, californi, ameridi, và pluton. Khi các hạt này được sử

dụng, chúng có thể là trung tính (không tích điện), tích điện dương hoặc tích điện âm. Khi được tích điện, các hạt được tích điện có thể mang được tích dương hoặc điện tích âm đơn, hoặc đa điện tích, ví dụ một, hai, ba hoặc thậm chí bốn hoặc nhiều hơn bốn điện tích. Theo một vài ví dụ trong đó sự phân chia chuỗi được mong muốn, thì các hạt tích điện dương có thể được mong muốn do bản chất axit của chúng. Khi các hạt được sử dụng, các hạt này có thể có khối lượng của electron nghỉ, hoặc lớn hơn, ví dụ 500, 1000, 1500, 2000, 10.000 hoặc thậm chí 100.000 lần khối lượng của electron nghỉ. Ví dụ, các hạt có thể có khối lượng từ khoảng 1 đơn vị nguyên tử đến khoảng 150 đơn vị nguyên tử, ví dụ từ khoảng 1 đơn vị nguyên tử đến khoảng 50 đơn vị nguyên tử, hoặc từ khoảng 1 đến khoảng 25, ví dụ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12 hoặc 15 đơn vị nguyên tử. Các máy gia tốc được sử dụng để thúc đẩy các hạt có thể là tĩnh điện DC, điện động DC, tuyến tính RF, sóng tuyến tính cảm ứng từ hoặc sóng liên tục. Ví dụ, các máy gia tốc loại xyclotron có sẵn từ IBA, Bỉ, như hệ thống Rhodotron®, trong khi các máy gia tốc DC có sẵn từ RDI, bây giờ là IBA Industrial, như Dynamitron®. Các ion và các máy gia tốc ion được thảo luận trong Introductory Nuclear Physics, Kenneth S. Kran, John Wiley & Sons, inc. (1988), Krsto Prelec, FIZIKA B 6 (1997) 4, 177-206, Chu, William T., "Overview of Light-Ion Beam Therapy" Columbus-Ohio, Hội thảo ICRU-IAEA, ngày 18-20.3.2006, Iwata, Y. et al, "Alternating-Phase-Focused IH-DTL for Heavy-Ion Medical Accelerator" Proceedings of EPAC 2006, Edinburgh, Scotland và Leaner, CM. et al., "Status of Superconducting ECR Ion Source Venus" Proceedings of EPAC 2000, Vienna, Austria.

Bức xạ gama có ưu điểm là có chiều sâu thẩm thấu đáng kể vào trong nhiều nguyên liệu. Nguồn của tia gama nhân phóng xạ, như các chất đồng vị của coban, canxi, technicium, crom, gali, indi, iot, sắt, krypton, samari, selen, natri, tali, và xenon.

Nguồn của tia x bao gồm sự va chạm của chùm tia electron với kim loại đích, như vonfram hoặc molybden hoặc hợp kim, hoặc nguồn sáng compact, như các nguồn được tạo ra thương mại bởi Lyncean.

Các nguồn dùng cho chiếu tia cực tím bao gồm các đèn đoteri hoặc cadimi. Các nguồn dùng cho chiếu hồng ngoại chứa ngọc bích, kẽm, hoặc đèn gốm cửa sổ selenua.

Các nguồn dùng cho vi sóng bao gồm klytron, các nguồn RF loại Slevin, hoặc các nguồn của chùm nguyên tử sử dụng hydro, oxy, hoặc các chất khí chứa nitơ.

Theo một số phương án, chùm electron được sử dụng làm nguồn chiếu xạ. Chùm electron có ưu điểm là suất liều lượng cao (ví dụ 1, 5, hoặc thậm chí 10 Mrad trên giây), hiệu suất cao, ít bị lưu, và thiết bị giam giữ ít hơn. Các electron cũng có thể hiệu quả hơn trong việc phân chia chuỗi. Ngoài ra, các electron có năng lượng 4-10 MeV có thể có độ sâu thẩm thấu từ 5 đến 30 mm hoặc lớn hơn, như 40 mm.

Chùm tia electron có thể được tạo ra, ví dụ bằng máy tạo tĩnh điện, máy phát điện theo cấp, máy phát điện biến áp, máy gia tốc năng lượng thấp có hệ thống quét, máy gia tốc năng lượng thấp có catốt, máy gia tốc tuyến tính, và máy gia tốc xung. Các electron làm nguồn chiếu xạ ion hóa có thể hữu ích, ví dụ dùng cho tiết diện tương đối mỏng của nguyên liệu, ví dụ nhỏ hơn 0,5 inso, ví dụ nhỏ hơn 0,4 inso, 0,3 inso, 0,2 inso, hoặc nhỏ hơn 0,1 inso. Theo một số phương án, năng lượng của mỗi electron của chùm tia electron là từ khoảng 0,3 MeV đến khoảng 2,0 MeV (triệu electron vôn), ví dụ từ khoảng 0,5 MeV đến khoảng 1,5 MeV, hoặc từ khoảng 0,7 MeV đến khoảng 1,25 MeV. Các thiết bị chiếu chùm tia electron có thể mua được từ Ion Beam Application, Louvain-la-Neuve, Bỉ hoặc Titan Corporation, San Diego, CA. Năng lượng electron phổ biến có thể là 1 MeV, 2 MeV, 4,5 MeV, 7,5 MeV, hoặc 10 MeV. Công suất của các thiết bị chiếu chùm tia electron phổ biến có thể là 1 kW, 5 kW, 10 kW, 20 kW, 50 kW, 100 kW, 250 kW, hoặc 500 kW. Mức độ khử polyme hoá của nguyên liệu tùy thuộc vào năng lượng electron được sử dụng và liều lượng được áp dụng, trong khi thời gian tiếp xúc tùy thuộc vào công suất và liều lượng. Liều lượng phổ biến có thể có các giá trị 1 kGy, 5 kGy, 10 kGy, 20 kGy, 50 kGy, 100 kGy, hoặc 200 kGy.

Các chùm hạt ion

Các hạt nặng hơn các electron có thể được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu, như các hydrat cacbon hoặc nguyên liệu bao gồm các hydrat cacbon, ví dụ xenluloza nguyên liệu, nguyên liệu lignoxenluloza, nguyên liệu tinh bột, hoặc hỗn hợp của chất bất kỳ trong số các chất này và các chất khác được mô tả ở đây. Ví dụ, các proton, nhân heli, các ion argon, các ion silic, các ion neon các ion cacbon, các ion phosho, các

ion oxy hoặc các ion N có thể được sử dụng. Theo một số phương án, các hạt nặng hơn các electron có thể tạo ra lượng phân chia chuỗi cao hơn (so với các hạt nhẹ hơn). Trong một số ví dụ, các hạt tích điện dương có thể tạo ra lượng phân chia chuỗi cao hơn các hạt tích điện âm do tính chất của chúng.

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

Theo các phương án cụ thể, các chùm ion được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu chứa cacbon, ví dụ các nguyên liệu sinh khối, có thể chứa nhiều hơn một loại ion. Ví dụ, các chùm ion có thể bao gồm hỗn hợp của hai hoặc hơn hai (ví dụ ba, bốn hoặc nhiều hơn bốn) loại ion khác nhau. Ví dụ các hỗn hợp này có thể bao gồm các ion cacbon và các proton, các ion cacbon và các ion oxy, các ion N và các proton, và các ion sắt và các proton. Nói chung, hỗn hợp của bất kỳ trong số các ion được nêu trên đây (các ion bất kỳ khác) có thể được sử dụng để tạo ra các chùm ion chiếu xạ. Cụ thể, hỗn hợp của các ion tương đối nhẹ và tương đối nặng có thể được sử dụng trong chùm ion đơn.

Theo một số phương án, các chùm ion để chiếu xạ nguyên liệu 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 các proton), các ion khí hiếm (ví dụ heli, neon, argon), các ion cacbon, các ion N, 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. Với mong muốn không ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, đã cho rằng các ion tích điện dương như vậy hoạt động hóa học như gốc axit Lewis khi được tiếp xúc với nguyên liệu, tạo ra và duy trì các phản ứng phân chia chuỗi vòng mở của cation trong môi trường oxy hóa.

Theo các phương án cụ thể, các chùm ion để chiếu xạ nguyên liệu bao gồm các ion tích điện âm. Các ion tích điện âm có thể bao gồm, ví dụ, các ion tích điện âm hydro (ví dụ các ion hydrit), và ion tích điện âm của nhiều nhân tích điện âm (ví dụ các ion oxy, các ion N, các ion cacbon, các ion silic, và các ion phospho). Với mong muốn

không ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, đã cho rằng các ion tích điện âm như vậy hoạt động hóa học như gốc bazơ Lewis khi được tiếp xúc với nguyên liệu, gây ra phản ứng phân chia chuỗi vòng mở của anion trong môi trường khử.

Theo một số phương án, chùm để chiếu xạ nguyên liệu có thể chứa nguyên tử trung tính. Ví dụ, một hoặc nhiều nguyên tử hydro, nguyên tử heli, nguyên tử cacbon, nguyên tử N, nguyên tử oxy, nguyên tử neon, nguyên tử silic, nguyên tử phospho, nguyên tử argon, và nguyên tử sắt có thể được bao gồm trong chùm tia mà được sử dụng cho việc chiếu xạ các nguyên liệu sinh khối. Nhìn chung, hỗn hợp bất kỳ của hai hoặc hơn hai loại nguyên tử trên đây (ví dụ ba hoặc nhiều hơn ba, bốn hoặc nhiều hơn bốn, hoặc thậm chí nhiều hơn nữa) có thể có mặt trong chùm tia.

Theo các phương án cụ thể, các chùm ion được sử dụng để chiếu xạ nguyên liệu bao gồm các ion tích điện đơn như một hoặc nhiều 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 các ion đa điện tích như một hoặc nhiều 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-} . Nhìn chung, các chùm ion cũng có thể bao gồm các ion nhiều nhân phức hợp mang nhiều điện tích dương hoặc điện tích âm. Theo các phương án cụ thể, bởi vì cấu trúc ion đa nhân, các điện tích dương hoặc điện tích âm có thể được phân bố hiệu quả qua hầu như toàn bộ cấu trúc của các ion này. Theo một số phương án, các điện tích dương hoặc điện tích âm có thể được định vị qua phần cấu trúc của các ion này.

Chiếu xạ điện từ

Theo vài phương án trong đó chiếu xạ được tiến hành bằng chiếu xạ điện từ, chiếu xạ điện từ có thể có, ví dụ năng lượng trên photon (theo electron vôn) 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, chiếu xạ điện từ có năng lượng trên photon từ khoảng 10^4 đến 10^7 , ví dụ từ 10^5 đến 10^6 eV. Chiếu 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, chiếu xạ điện từ có tần số từ khoảng 10^{18} và 10^{22} Hz, ví dụ từ 10^{19} đến 10^{21} Hz.

Làm ngừng và tạo chức có kiểm soát

Sau khi xử lý bức xạ ion, bất kỳ trong số nguyên liệu hoặc hỗn hợp được mô tả ở đây có thể trở nên được ion hóa; tức là, nguyên liệu đã xử lý có thể bao gồm các gốc ở mức mà có thể phát hiện được bằng quang phổ kế cộng hưởng tự quay vòng điện tử. Nếu sinh khối đã được ion hóa còn lại trong môi trường, thì nó sẽ được oxy hóa, chừng nào các nhóm axit carboxylic được tạo ra bằng cách cho phản ứng với oxy không khí. Trong một số ví dụ với vài nguyên liệu, việc oxy hóa như vậy được mong muốn vì nó có thể hỗ trợ trong việc tiếp tục làm vỡ phân tử lượng của sinh khối chứa hydrat cacbon, và các nhóm oxy hóa, ví dụ nhóm axit carboxylic có thể có ích khả năng hòa tan và sử dụng vi sinh vật trong một số trường hợp. Tuy nhiên, vì các gốc này có thể "sống" một khoảng thời gian sau khi chiếu xạ, ví dụ lâu hơn 1 ngày, 5 ngày, 30 ngày, 3 tháng, 6 tháng hoặc thậm chí lâu hơn 1 năm, nên các tính chất của nguyên liệu có thể tiếp tục thay đổi theo thời gian, mà trong một số ví dụ, có thể điều không mong muốn. Như vậy, điều mong muốn là làm ngừng nguyên liệu đã được ion hóa.

Sau khi ion hoá, mọi nguyên liệu sinh khối mà đã được ion hóa có thể được làm ngừng để giảm mức của các gốc trong sinh khối đã được ion hóa, ví dụ sao cho các gốc này không còn được phát hiện bởi quang phổ kế cộng hưởng tự quay vòng điện tử. Ví dụ, các gốc này có thể được làm ngừng bằng cách áp áp suất đủ cho sinh khối và/hoặc bằng cách sử dụng chất lỏng khi tiếp xúc với sinh khối đã được ion hóa, như khí hoặc chất lỏng, mà phản ứng với (làm dừng) các gốc. Sử dụng khí hoặc chất lỏng để ít nhất trợ giúp trong việc làm ngừng các gốc có thể được sử dụng để tạo chức cho sinh khối đã được ion hóa với lượng mong muốn và loại nhóm chức, như các nhóm axit carboxylic, các nhóm enol, các nhóm aldehyt, các nhóm nitro, các nhóm nitril, các nhóm amino, các nhóm alkyl amino, các nhóm alkyl, các nhóm cloalkyl hoặc các nhóm clofloalkyl.

Trong một số ví dụ, việc làm ngừng như vậy có thể nâng cao khả năng ổn định của vài trong số nguyên liệu sinh khối đã được ion hóa. Ví dụ, việc làm ngừng có thể nâng cao tính kháng của sinh khối đối với oxy hóa. Việc tạo chức bằng cách làm ngừng cũng có thể nâng cao khả năng hòa tan của sinh khối bất kỳ được mô tả ở đây, có thể nâng cao độ ổn định nhiệt của nó, và có thể nâng cao tính hữu ích của nguyên liệu bằng nhiều vi sinh vật. Ví dụ, các nhóm chức được đưa vào nguyên liệu sinh khối

bằng cách làm ngừng có thể đóng vai trò làm vị trí thụ thể cho việc gắn kết bằng các vi sinh vật, ví dụ để tăng cường thủy phân xenluloza bằng nhiều vi sinh vật. Theo một số phương án, việc làm ngừng bao gồm áp áp suất cho sinh khối, như bằng cách làm biến dạng cơ học sinh khối, ví dụ trực tiếp ép cơ học sinh khối ở một, hai, hoặc ba chiều, hoặc áp áp suất cho chất lỏng trong đó sinh khối được ngâm, ví dụ ép đẳng tĩnh. Trong các trường hợp như vậy, sự biến dạng của chính nguyên liệu mang lại các góc, mà nói chung được giữ trong các miền tinh thể, ở trạng thái đủ gần sao cho góc có thể tái kết hợp, hoặc phản ứng với một nhóm khác. Trong một số ví dụ, áp suất được áp dụng cùng với áp dụng nhiệt, sao cho lượng nhiệt đủ để nâng nhiệt độ của sinh khối cao hơn nhiệt độ nóng chảy hoặc nhiệt độ hóa mềm của thành phần của sinh khối, như lignin, xenluloza hoặc hemixenluloza. Nhiệt độ có thể nâng cao tính di động phân tử trong nguyên liệu, mà có thể hỗ trợ trong việc làm ngừng các góc. Khi áp suất được sử dụng để làm ngừng, áp suất có thể là lớn hơn khoảng 1000 psi, như lớn hơn khoảng 1250 psi, 1450 psi, 3625 psi, 5075 psi, 7250 psi, 10000 psi hoặc thậm chí lớn hơn 15000 psi. Theo một số phương án, việc làm ngừng bao gồm tiếp xúc sinh khối với chất lỏng, như lỏng hoặc khí, ví dụ khí có khả năng cho phản ứng với góc, như axetylen hoặc hỗn hợp của axetylen trong N, etylen, etylen được clo hóa hoặc clofloetylen, propylen hoặc các hỗn hợp của các chất khí này. Theo các phương án cụ thể khác, việc làm ngừng bao gồm tiếp xúc sinh khối với chất lỏng, ví dụ chất lỏng tan được trong, hoặc ít nhất có khả năng thấm vào trong sinh khối và để gây phản ứng với góc, như điện, như 1,5-xyclooctadien. Theo một số phương án cụ thể, việc làm ngừng bao gồm tiếp xúc sinh khối với chất chống oxy hóa, như vitamin E. Nếu mong muốn, nguyên liệu sinh khối có thể bao gồm chất chống oxy hóa được phân tán trong đó, và việc làm ngừng có thể xuất phát từ việc cho tiếp xúc chất chống oxy hóa được phân tán trong nguyên liệu sinh khối với các góc.

Việc tạo chức có thể được tăng cường bằng cách sử dụng các ion nặng, như bất kỳ trong số các ion nặng hơn được mô tả ở đây. Ví dụ, nếu mong muốn tăng cường oxy hóa, thì các ion oxy đã tích điện có thể được sử dụng cho việc chiếu xạ. Nếu các nhóm chức nitơ được mong muốn, thì các ion hoặc anion nitơ chứa nitơ có thể được sử

dụng. Tương tự, nếu các nhóm lưu huỳnh hoặc phospho được mong muốn, thì các ion lưu huỳnh hoặc phospho có thể được sử dụng trong chiếu xạ.

Liều lượng

Trong một số ví dụ, sự chiếu xạ được tiến hành ở suất liều lượng lớn hơn khoảng 0,25 Mrad trên giây, ví dụ lớn hơn khoảng 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 2,5 Mrad trên giây. Theo một số phương án, chiếu xạ được tiến hành ở tốc độ từ 5,0 và 1500,0 kilorad/giờ, ví dụ từ 10,0 và 750,0 kilorad/giờ hoặc từ 50,0 và 350,0 kilorad/giờ.

Theo một số phương án, chiếu xạ (với nguồn chiếu xạ bất kỳ hoặc kết hợp của các nguồn này) được tiến hành cho đến khi nguyên liệu nhận được liều lượng ít nhất 0,1 Mrad, ít nhất 0,25 Mrad, ví dụ ít nhất 1,0 Mrad, ít nhất 2,5 Mrad, ít nhất 5,0 Mrad, ít nhất 10,0 Mrad, ít nhất 60 Mrad hoặc ít nhất 100 Mrad. Theo một số phương án, chiếu xạ được tiến hành 5 cho đến khi nguyên liệu nhận được liều lượng từ khoảng 0,1 Mrad đến khoảng 500 Mrad, từ khoảng 0,5 Mrad đến khoảng 200 Mrad, từ khoảng 1 Mrad đến khoảng 100 Mrad, hoặc từ khoảng 5 Mrad đến khoảng 60 Mrad. Theo một số phương án, liều lượng tương đối thấp của chiếu xạ được áp dụng, ví dụ nhỏ hơn 60 Mrad.

Siêu âm

Siêu âm có thể giảm phân tử lượng và/hoặc mức độ kết tinh của nguyên liệu, như một hoặc nhiều nguyên liệu trong số nguyên liệu được mô tả ở đây, ví dụ một hoặc nhiều nguồn hydrat cacbon, như các nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza, hoặc nguyên liệu tinh bột. Siêu âm cũng có thể được sử dụng để làm tiệt trùng nguyên liệu. Như đã thảo luận trên đây liên quan đến chiếu xạ, các thông số xử lý được sử dụng cho siêu âm có thể thay đổi tùy thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ phụ thuộc vào hàm lượng lignin của nguyên liệu. Ví dụ, nguyên liệu nạp với các mức lignin cao hơn nói chung đòi hỏi thời gian lưu trú dài hơn và/hoặc mức năng lượng cao hơn, dẫn đến tổng năng lượng cao hơn được phân phối tới nguyên liệu.

Theo một phương pháp, nguyên liệu thứ nhất bao gồm xenluloza có số phân tử lượng trung bình thứ nhất (M_{N1}) được phân tán trong môi trường, như nước, và được

siêu âm và/hoặc theo cách khác được tạo ra lỗ hổng, để tạo ra nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có số lượng phân tử lượng trung bình thứ hai (M_{N2}) thấp hơn số lượng phân tử lượng trung bình thứ nhất. Nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất hoặc thứ hai theo các phương án cụ thể) có thể được kết hợp với vi sinh vật (có hoặc không có xử lý enzym) mà có thể sử dụng nguyên liệu thứ nhất và/hoặc thứ hai để sản xuất sản phẩm trung gian hoặc sản phẩm.

Vì nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất, và trong một số ví dụ, mức độ kết tinh giảm, nguyên liệu thứ hai nói chung dễ phân tán, dễ trương phồng, và/hoặc dễ tan hơn, ví dụ trong dung dịch chứa vi sinh vật.

Theo một số phương án, số lượng phân tử lượng trung bình thứ hai (M_{N2}) thấp hơn số lượng phân tử lượng trung bình thứ nhất (M_{N1}) khoảng 10%, ví dụ hơn khoảng 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50%, 60%, hoặc thậm chí hơn khoảng 75%. Trong một số ví dụ, nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có mức độ kết tinh (C_2) thấp hơn mức độ kết tinh (C_1) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, (C_2) có thể thấp hơn (C_1) hơn khoảng 10%, ví dụ hơn khoảng 15, 20, 25, 30, 35, 40, hoặc thậm chí hơn khoảng 50%.

Theo một số phương án, chỉ số mức độ kết tinh bắt đầu (trước khi siêu âm) là từ khoảng 40 đến khoảng 87,5%, ví dụ từ khoảng 50 đến khoảng 75% hoặc từ khoảng 60 đến khoảng 70%, và chỉ số mức độ kết tinh sau khi siêu âm là từ khoảng 10 đến khoảng 50%, ví dụ từ khoảng 15 đến khoảng 45% hoặc từ khoảng 20 đến khoảng 40%. Tuy nhiên, theo vài phương án cụ thể, ví dụ sau khi siêu âm mở rộng, có thể có chỉ số mức độ kết tinh thấp hơn 5%. Theo một số phương án, nguyên liệu sau khi siêu âm về cơ bản là vô định hình.

Theo một số phương án, số phân tử lượng trung bình bắt đầu (trước khi siêu âm) là từ khoảng 200.000 đến khoảng 3.200.000, ví dụ từ khoảng 250.000 đến khoảng 1.000.000 hoặc từ khoảng 250.000 đến khoảng 700.000, và số phân tử lượng trung bình sau khi siêu âm là từ khoảng 50.000 đến khoảng 200.000, ví dụ từ khoảng 60.000 đến khoảng 150.000 hoặc từ khoảng 70.000 đến khoảng 125.000. Tuy nhiên, trong một số phương án, ví dụ sau khi siêu âm mở rộng, có thể có số phân tử lượng trung bình 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 (O_2) cao hơn mức oxy hóa (O_1) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu này có thể hỗ trợ trong khả năng phân tán, khả năng phồng lên và/hoặc khả năng hòa tan của nó, tiếp tục làm tăng độ nhạy cảm của nguyên liệu đối với sự tấn công hóa học, enzym hoặc vi khuẩn. Theo một số phương án, để làm tăng mức oxy hóa nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, siêu âm được tiến hành trong môi trường oxy hoá, tạo ra nguyên liệu thứ hai được oxy hóa nhiều hơn nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có nhiều hơn các nhóm hydroxyl, các nhóm aldehyt, các nhóm keton nhóm, nhóm este hoặc các nhóm axit carboxylic, mà có thể làm tăng thêm mức độ ưa nước của nó.

Theo một số phương án, môi trường siêu âm là môi trường nước. Nếu mong muốn, môi trường này có thể bao gồm chất oxy hóa, như peroxit (ví dụ hydro peroxit), phân tán agent và/hoặc chất đệm. Ví dụ về phân tán chất bao gồm ion phân tán chất, ví dụ natri lauryl sulfat, và chất không ion không ion, ví dụ poly(etylen glycol).

Theo các phương án khác, môi trường siêu âm là môi trường không chứa nước. Ví dụ, siêu âm có thể được tiến hành trong hydrocacbon, ví dụ toluen hoặc heptan, v.v... 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 nhiệt phân có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu chứa cacbon từ các nguồn khác nhau để chiết các chất hữu ích từ các nguyên liệu, và tạo ra một phần nguyên liệu đã được thoái biến mà hoạt động như là đầu vào cho các công đoạn và/hoặc các trình tự xử lý tiếp theo. Nhiệt phân cũng có thể được sử dụng để làm vô trùng nguyên liệu. Các điều kiện nhiệt phân có thể được thay đổi phụ thuộc vào các tính chất của nguyên liệu và/hoặc các yếu tố khác. Ví dụ, nguyên liệu gốc có mức lignin cao hơn có thể cần nhiệt độ cao hơn, thời gian lưu trú lâu hơn, và/hoặc đưa các mức cao hơn của oxy trong quá trình nhiệt phân.

Trong một ví dụ, nguyên liệu thứ nhất bao gồm xenluloza có số phân tử lượng trung bình thứ nhất (M_{N1}) được nhiệt phân, ví dụ bằng cách gia nhiệt nguyên liệu thứ

nhất trong lò nung dạng ống (với sự có mặt hoặc không có mặt của oxy), tạo ra nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có số phân tử lượng trung bình thứ hai (M_{N2}) thấp hơn so với số phân tử lượng trung bình thứ nhất.

Vì nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có phân tử lượng giảm so với nguyên liệu thứ nhất, và trong một số ví dụ, mức độ kết tinh giảm, nguyên liệu thứ hai thường dễ phân tán, dễ trương phồng và/hoặc dễ tan hơn, ví dụ trong dung dịch chứa vi sinh vật.

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

Trong một số ví dụ, nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza mà có mức độ kết tinh (C_2) là thấp hơn mức độ kết tinh (C_1) của xenluloza của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, (C_2) có thể là thấp hơn (C_1) là lớn hơn khoảng 10%, ví dụ lớn hơn khoảng 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, hoặc thậm chí lớn hơn khoảng 50%.

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

Theo một số phương án, số phân tử lượng trung bình ban đầu (trước khi nhiệt phân) là từ khoảng 200.000 đến khoảng 3.200.000, ví dụ từ khoảng 250.000 đến khoảng 1.000.000 hoặc từ khoảng 250.000 đến khoảng 700.000, và số phân tử lượng trung bình sau khi nhiệt phân là từ khoảng 50.000 đến khoảng 200.000, ví dụ từ khoảng 60.000 đến khoảng 150.000 hoặc từ khoảng 70.000 đến khoảng 125.000. Tuy nhiên, trong một số phương án, ví dụ sau khi nhiệt phân mở rộng, có thể có số phân tử lượng trung bình 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 (O_2) cao hơn so với mức oxy hóa (O_1) của nguyên liệu thứ nhất. Mức oxy hóa cao hơn của nguyên liệu có thể hỗ trợ trong khả năng phân tán, khả năng trương nở và/hoặc khả năng hòa tan của nó, còn làm tăng độ nhạy cảm của nguyên liệu đối với sự tấn công hóa chất, enzym hoặc vi khuẩn. Theo một số phương án, để làm tăng mức oxy hóa nguyên liệu thứ hai so với nguyên liệu thứ nhất, nhiệt phân được tiến hành trong môi trường oxy hoá, tạo ra nguyên liệu thứ hai mà được oxy hóa nhiều hơn so với nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai có thể có nhiều nhóm hydroxyl hơn, các nhóm aldehyt, các nhóm keton, nhóm este hoặc các nhóm axit carboxylic, so với nguyên liệu thứ nhất, nhờ đó làm tăng mức độ ưa nước của nguyên liệu.

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

Oxy hoá

Một hoặc nhiều trình tự xử lý oxi hóa có thể được sử dụng để xử lý nguyên liệu chứa cacbon từ các nguồn khác nhau để chiết các chất hữu ích từ các nguyên liệu, và tạo ra một phần nguyên liệu đã được phân rã và/hoặc đã được biến đổi mà hoạt động như là đầu vào cho các công đoạn và/hoặc các trình tự xử lý tiếp theo. Các điều kiện oxy hóa có thể được thay đổi, ví dụ phụ thuộc vào hàm lượng lignin của nguyên liệu, với mức cao hơn của quá trình oxy hóa nói chung là được mong muốn đối với nguyên liệu gốc lignin có hàm lượng cao hơn.

Theo một phương pháp, nguyên liệu thứ nhất bao gồm xenluloza có số phân tử lượng trung bình thứ nhất (M_{N1}) và có hàm lượng oxy thứ nhất (O_1) được oxy hóa, ví dụ bằng cách gia nhiệt nguyên liệu thứ nhất trong dòng không khí hoặc không khí đã được làm giàu oxy, tạo ra nguyên liệu thứ hai bao gồm xenluloza có số phân tử lượng trung bình thứ hai (M_{N2}) và có hàm lượng oxy thứ hai (O_2) cao hơn so với hàm lượng oxy thứ nhất (O_1).

Số phân tử lượng trung bình thứ hai của nguyên liệu thứ hai nói chung thấp hơn số phân tử lượng trung bình thứ nhất của nguyên liệu thứ nhất. Ví dụ, phân tử lượng có

thể bị giảm xuống đến mức giống như được thảo luận trên đây liên quan đến các phương pháp xử lý vật lý khác. Mức độ kết tinh của nguyên liệu thứ hai cũng có thể được giảm xuống đến mức giống như đã thảo luận trên đây liên quan đến các phương pháp xử lý vật lý khác.

Theo một số phương án, hàm lượng oxy thứ hai ít nhất cao hơn 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 là khoảng 20,0 so với hàm lượng oxy thứ nhất của nguyên liệu thứ nhất. Hàm lượng oxy được xác định bằng cách phân tích nguyên tố bằng cách nhiệt phân mẫu trong lò nung vận hành ở 1300°C hoặc cao hơn. Thiết bị phân tích nguyên tố thích hợp là thiết bị phân tích LECO CHNS-932 có lò nung nhiệt phân ở nhiệt độ cao VTF-900.

Nói chung, sự oxy hóa nguyên liệu xảy ra trong môi trường oxy hoá. Ví dụ, oxy hóa có thể được thực hiện hoặc được trợ giúp bằng nhiệt phân trong môi trường oxy hoá, như trong không khí hoặc agon được làm giàu trong không khí. Để hỗ trợ trong quá trình oxy hóa, tác nhân hóa học khác nhau, như các chất oxy hóa, axit hoặc bazơ có thể được thêm vào nguyên liệu trước hoặc trong quá trình oxy hóa. Ví dụ, peroxit (ví dụ benzoyl peroxit) có thể được thêm vào trước khi oxy hóa.

Một số phương pháp oxy hóa khử sự tái hóa vôi trong nguyên liệu sinh khối sử dụng hóa chất loại Fenton. Các phương pháp này được bộc lộ, ví dụ, trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/639,289, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Ví dụ là các chất oxy hóa bao gồm peroxit, như hydro peroxit và benzoyl peroxit, persulfat, như amoni persulfat, dạng được hoạt hóa của oxy, như ozon, permanganat, như kali permanganat, perclorat, như natri perclorat, và hypoclorit, như natri hypoclorit (chất tẩy trắng trong nhà).

Trong một số trường hợp, độ pH được giữ ở mức hoặc dưới khoảng 5,5 trong quá trình tiếp xúc, như từ 1 và 5, từ 2 và 5, từ 2,5 và 5 hoặc từ khoảng 3 và 5. Các điều kiện oxy hoá cũng có thể bao gồm khoảng thời gian tiếp xúc nằm trong khoảng từ

khoảng 2 đến 12 giờ, ví dụ từ 4 đến 10 giờ hoặc từ 5 đến 8 giờ. Trong một số ví dụ, nhiệt độ được giữ ở tại hoặc dưới 300°C, ví dụ ở tại hoặc dưới 250, 200, 150, 100 hoặc 50°C. Trong một số ví dụ, nhiệt độ về cơ bản giữ ở nhiệt độ môi trường, ví dụ ở tại hoặc nằm trong khoảng 20-25°C.

Theo một số phương án, một hoặc nhiều chất oxy hóa được sử dụng dưới dạng khí, như bằng cách tạo ra ozon tại chỗ bằng cách chiếu xạ nguyên liệu qua không khí bằng chùm hạt, như các electron.

Theo một số phương án, hỗn hợp còn bao gồm một hoặc nhiều hydroquinon, như 2,5-dimethoxyhydroquinon (DMHQ) và/hoặc một hoặc nhiều benzoquinon, như 2,5-dimethoxy-1,4-benzoquinon (DMBQ), mà có thể hỗ trợ trong phản ứng chuyển electron.

Theo một số phương án, một hoặc nhiều chất oxy hóa được tạo ra bằng điện hóa tại chỗ. Ví dụ, hydro peroxit và/hoặc ozon có thể được tạo ra bằng cách điện trong bình tiếp xúc hoặc bình phản ứng.

Các quy trình khác để làm hòa tan, khử sự tái hóa vôi hoặc để tạo nhóm chức

Bất kỳ trong số các quy trình của đoạn mô tả này đều có thể được sử dụng một mình mà không cần bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình được mô tả ở đây, hoặc kết hợp với bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình được mô tả ở đây (theo trình tự bất kỳ): nổ hơi, xử lý hóa học (ví dụ xử lý axit (bao gồm xử lý bằng axit đặc và loãng với axit vô cơ, như axit sulfuric, axit clohydric và axit hữu cơ, như axit trifloaxetic) và/hoặc xử lý bazơ (ví dụ xử lý bằng vôi hoặc natri hydroxit)), xử lý UV, xử lý vít ép đùn (xem, ví dụ đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 61/115,398, nộp ngày 17 tháng 11 năm 2008, dung môi xử lý (ví dụ xử lý với các chất lỏng chứa ion) và nghiền đông lạnh (xem, ví dụ đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/502,629).

Sản xuất nhiên liệu, axit, este và/hoặc sản phẩm khác

Sau một hoặc nhiều công đoạn xử lý được thảo luận trên đây được tiến hành trên sinh khối, thì hydrat cacbon phức hợp được chứa trong xenluloza và các phân đoạn bán xenluloza có thể được chế biến thành đường có thể lên men bằng cách sử dụng quy trình đường hóa, như đã thảo luận trên đây.

Sau khi dung dịch đường tạo ra được phân phối đến cơ sở sản xuất, đường có thể được chuyển hóa thành nhiều sản phẩm, như rượu, ví dụ etanol, hoặc axit hữu cơ. Sản phẩm thu được phụ thuộc vào các vi sinh vật được sử dụng và các điều kiện mà trong các điều kiện đó việc xử lý sinh học xảy ra. Các bước này có thể được tiến hành, ví dụ, sử dụng các thiết bị hiện có của nhà máy sản xuất etanol dựa trên ngô.

Các quy trình trộn và trang thiết bị được thảo luận ở đây cũng có thể được sử dụng trong quá trình xử lý sinh học, nếu muốn. Có lợi nếu, các hệ thống trộn được mô tả ở đây không ảnh hưởng đến việc cắt tốc độ cao đối với chất lỏng, và không làm tăng đáng kể nhiệt độ tổng thể của chất lỏng. Do đó, các vi sinh vật được sử dụng trong quá trình xử lý sinh học được duy trì trong các điều kiện thay đổi trong suốt quy trình xử lý. Việc trộn có thể làm tăng tốc độ phản ứng và nâng cao hiệu quả của quy trình xử lý.

Nói chung, lên men sử dụng các vi sinh vật khác nhau. Dung dịch đường được tạo ra bởi sự đường hóa của nguyên liệu lignoxenluloza nhìn chung sẽ có chứa xyloza cũng như glucoza. Nếu muốn có thể loại bỏ xyloza, ví dụ bằng cách sắc ký, như một số vi sinh vật được sử dụng thông thường (ví dụ nấm men) không hoạt động trên xyloza. Xyloza có thể được thu gom và được sử dụng trong việc sản xuất sản phẩm khác, ví dụ thức ăn động vật và chất tạo ngọt Xylitol. Xyloza có thể được loại bỏ trước hoặc sau khi phân phối dung dịch đường tới cơ sở sản xuất trong đó việc lên men sẽ được tiến hành.

Vi sinh vật có thể là vi sinh vật tự nhiên hoặc được tạo ra bằng kỹ thuật di truyền vi sinh vật, ví dụ bất kỳ trong số các vi sinh vật được thảo luận trong phần Nguyên liệu ở đây.

Độ pH tối ưu cho nấm men là nằm trong khoảng pH 4 đến 5, trong khi độ pH tối ưu cho *Zymomonas* là nằm trong khoảng pH 5 đến 6. Thời gian lên men thông thường là khoảng từ 24 đến 96 giờ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 26°C đến 40°C, tuy nhiên các vi sinh vật ưa nhiệt thích nhiệt độ cao hơn.

Các nhóm axit carboxylic nói chung làm giảm độ pH của dung dịch lên men, có xu hướng ức chế sự lên men đối với một số vi sinh vật, như *Pichia stipitis*. Do đó, trong một số trường hợp tốt hơn là thêm bazơ và/hoặc chất đệm, trước hoặc trong quá

trình lên men, để làm cho độ pH của dung dịch tăng. Ví dụ, natri hydroxit hoặc vôi có thể được thêm vào môi trường lên men để làm tăng độ pH của môi trường đến khoảng làm tối ưu cho vi sinh vật được sử dụng.

Lên men thường được tiến hành trong môi trường phát triển chứa nước, mà có thể có chứa nguồn nitơ hoặc nguồn dinh dưỡng khác, ví dụ ure, cùng với vitamin và vết khoáng chất và kim loại. Nói chung, tốt hơn là môi trường phát triển là vô trùng, hoặc ít nhất có nập vi khuẩn thấp, ví dụ tổng số đếm vi khuẩn. Việc khử trùng của môi trường phát triển có thể được thực hiện theo bất kỳ cách mong muốn nào. Tuy nhiên, theo các phương án được ưu tiên, việc khử trùng được tiến hành bằng cách chiếu xạ môi trường phát triển hoặc các thành phần riêng của môi trường phát triển trước khi trộn. Liều lượng chiếu xạ nói chung càng thấp càng tốt trong khi vẫn thu được các kết quả thích hợp, để làm giảm đến mức tối thiểu sự tiêu thụ năng lượng và chi phí phát sinh. Ví dụ, trong nhiều trường hợp, chính môi trường phát triển hoặc thành phần của môi trường phát triển có thể được xử lý bằng liều lượng chiếu xạ nhỏ hơn 5 Mrad, như nhỏ hơn 4, 3, 2 hoặc 1 Mrad. Trong các trường hợp đặc biệt, môi trường phát triển được xử lý bằng liều lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 3 Mrad.

Theo một số phương án, tất cả hoặc một phần của quy trình lên men có thể có thể được làm gián đoạn trước khi đường có phân tử lượng thấp được chuyển hóa hoàn toàn thành etanol. Các sản phẩm lên men trung gian bao gồm hàm lượng cao của đường và hydrat cacbon. Các sản phẩm lên men trung gian có thể được sử dụng trong chế biến thức ăn cho người hoặc động vật. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các sản phẩm lên men trung gian có thể được nghiền thành cỡ hạt mịn trong máy nghiền làm bằng thép không gỉ trong phòng thí nghiệm để sản xuất chất giống bột mì.

Bình lên men di động có thể được sử dụng, như được nêu trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 60/832,735, bây giờ là đơn quốc tế đã được công bố số WO 2008/011598. Tương tự, thiết bị đường hóa có thể là thiết bị di động. Ngoài ra, sự đường hóa và/hoặc lên men có thể được tiến hành một phần hoặc qua toàn bộ quá trình.

Sau xử lý

Sau khi lên men, các chất lỏng thu được có thể được pha loãng bằng cách sử dụng, ví dụ, "cột bia" để tách etanol và các rượu khác ra khỏi phần lớn nước và chất rắn còn lại. Hơi có trong cột bia có thể là, ví dụ 35% khối lượng etanol và có thể được nạp cột tinh cất. Hỗn hợp của etanol gần đồng sôi (92,5%) và nước từ cột tinh cất có thể được tinh chế thành etanol tinh khiết (99,5%) bằng cách sử dụng sàng phân tử pha hơi nước. Các đáy cột bia có thể được chuyển đến tầng xử lý đầu tiên của thiết bị bay hơi ba tầng xử lý. Bộ phận ngưng tụ hồi lưu có cột tinh cất có thể tạo ra nhiệt cho tầng xử lý đầu tiên này. Sau tầng xử lý đầu tiên, các chất rắn có thể được tách ra bằng cách sử dụng máy ly tâm và được làm khô trong thiết bị sấy quay. Một phần (25%) của dòng chảy máy ly tâm có thể được tái tuần hoàn để lên men và phần còn lại chuyển đến các tầng xử lý bay hơi thứ hai và thứ ba. Hầu hết phần ngưng của thiết bị bay hơi có thể được đưa trở lại quy trình là phần ngưng sạch với phân nhỏ được tách ra để xử lý nước thải để ngăn ngừa sự tích tụ các hợp chất có điểm sôi thấp.

Các sản phẩm trung gian và các sản phẩm

Bằng cách sử dụng các quy trình được mô tả ở đây, sinh khối đã được xử lý có thể được chuyển hóa thành một hoặc nhiều sản phẩm, như năng lượng, nhiên liệu, thực phẩm và nguyên liệu. Ví dụ cụ thể về sản phẩm bao gồm, nhưng không giới hạn ở, hydro, rượu (ví dụ các rượu monohydric hoặc rượu dihydric, như etanol, n-propanol hoặc n-butanol), hydrat hoá hoặc rượu ngâm nước, ví dụ chứa trên 10%, 20%, 30% hoặc thậm chí trên 40% nước, xylitol, đường, diezen sinh học, axit hữu cơ (ví dụ axit axetic và/hoặc axit lactic), các hydrocacbon, sản phẩm phụ (ví dụ các protein, như các protein xenlulo phân (enzym) hoặc các protein đơn bào), và hỗn hợp của chất bất kỳ trong số các chất này hoặc nồng độ tương đối, và tùy chọn kết hợp với các chất phụ gia bất kỳ, ví dụ các chất phụ gia nhiên liệu. Các ví dụ khác bao gồm axit carboxylic, như axit axetic hoặc axit butyric, các muối của axit carboxylic, hỗn hợp của axit carboxylic và các muối của axit carboxylic và các este của axit carboxylic (ví dụ metyl, etyl và n-propyl este), keton (ví dụ axeton), các aldehyt (ví dụ axetaldehyt), alpha, axit beta chưa no, như axit acrylic và các olefin, như etylen. Các rượu khác và dẫn xuất của rượu bao gồm propanol, propylen glycol, 1,4-butandiol, 1,3-propandiol, metyl hoặc các etyl este của bất kỳ trong số các rượu này. Các sản phẩm khác bao gồm metyl acrylat,

methylmetacrylat, axit lactic, axit propionic, axit butyric, axit succinic, axit 3-hydroxypropionic, muối của bất kỳ trong số axit và hỗn hợp của bất kỳ trong số axit và các muối tương ứng.

Các sản phẩm trung gian khác và sản phẩm, bao gồm sản phẩm thực phẩm và dược phẩm, được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/417,900, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây để tham khảo.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Chuẩn bị nguyên liệu dạng sợi từ giấy phủ polyme

1500 pao vật chèn của hộp cactông nước quả ép, thể tích nửa galông còn mới nguyên được làm từ bìa cứng Kraft màu trắng phủ polyme chưa in có mật độ khối là 20 lb/ft³ nhận được từ International Paper. Mỗi hộp cactông được gấp phẳng, và sau đó được cấp vào trong máy xén Flinch Baugh 3 hp với tốc độ là khoảng từ 15 đến 20 pao mỗi giờ. Máy xén được trang bị hai dao cắt quay loại 12 inso, hai dao cắt cố định và sàng xả loại 0,30 inso. Khoảng cách giữa các dao cắt quay và dao cắt cố định được điều chỉnh đến 0,10 inso. Cửa ra từ máy xén giống như kim tuyến có chiều rộng nằm trong khoảng từ 0,1 inso đến 0,5 inso, chiều dài nằm trong khoảng từ 0,25 inso đến 1 inso và chiều dày tương đương với chiều dày của nguyên liệu ban đầu (khoảng 0,075 inso).

Nguyên liệu giống như kim tuyến được cấp vào máy cắt bằng dao quay, Model SC30. Model SC30 được lắp bốn dao cắt quay, bốn dao cắt cố định, và sàng xả có các lỗ hổng 1/8 inso. Khoảng cách giữa các dao cắt quay và dao cắt cố định được điều chỉnh đến khoảng 0,020 inso. Máy cắt bằng dao quay xén các mảnh giống như kim tuyến ngang qua các lưỡi dao, xé rời các mảnh và giải phóng nguyên liệu dạng sợi ở tốc độ khoảng một pao cho mỗi giờ. Nguyên liệu dạng sợi có diện tích bề mặt BET là 0,9748 m²/g +/- 0,0167 m²/g, độ xốp của 89,0437% và mật độ khối (@0,53 psia) là 0,1260 g/mL. Chiều dài trung bình của các sợi là 1,141 mm và chiều rộng trung bình của các sợi là 0,027 mm, tạo ra L/D trung bình là 42:1.

Để đường hóa nguyên liệu giấy, 7 lít nước đầu tiên được thêm vào thùng chứa. Nhiệt độ của nước được giữ ở 50°C trong suốt quá trình đường hóa, và độ pH được giữ

ở 5. Nguyên liệu được thêm vào nước trong lượng tăng, như được thể hiện trong bảng dưới đây. Sau mỗi lần thêm, việc trộn được tiến hành cho đến khi nguyên liệu được phân tán, sau đó hỗn hợp của hai enzym được thêm vào, một lần nữa như được thể hiện trên trên dưới đây. (Enzym 1 là phức enzym Accellerase® 1500. Enzym 2 là enzym Novozyme™ 188 xelobiaza.) Sau mỗi lần thêm, việc trộn ban đầu được tiến hành ở tốc độ 10.000 vòng/phút với máy trộn được làm chậm xuống 4.000 vòng/phút ngay khi nguyên liệu đã được phân tán. Thiết bị trộn khuấy kiểu vòi phun IKA Werks T-50 được sử dụng, với dụng cụ trộn phun tia 50K-G-45.

Nguyên liệu được thêm vào lượng gia tăng bởi vì cần đường hóa ít nhất một phần nguyên liệu trước khi có thể được thêm nữa vào; theo cách khác hỗn hợp trở nên quá khó trộn. Quan sát thấy rằng cần ít enzym hơn để thu được mức glucoza đã đưa so với mức đã được yêu cầu trong các thử nghiệm bình lắc trước đây. Không có sự ô nhiễm bởi vi sinh vật không mong muốn như được đúc được quan sát trong 300 giờ đầu tiên. Ở khoảng 300 giờ sinh vật giống khuôn được quan sát trên thành thùng chứa trong đó hàm lượng đường là thấp nhất, nhưng không phải trong chính thùng chứa đó.

Thời gian (giờ)	Glucoza (được đo g/L)	Glucoza (được tính (g/L))	Enzym 1 (ml)	Enzym 2 (ml)	Nguyên liệu giấy (g)
0	0,548	54,8	100	10	400
7	0,641	64,1	100	10	400
25	0,779	77,9	100	10	300
29	0,8	80	0	0	0
50	1,11	111	100	10	300
55	1,25	125	0	0	0
75	1,39	139	200	20	1600*
80	1,71	171	0	0	0
82	1,88	188	0	0	0
106	2,03	203	0	0	0
130	2,32	232	0	0	0
150	2,75	275	0	0	0

* Thêm 1600 gam được thực hiện trong quá trình hơn vài giờ.

Các phương án khác

Một số phương án đã được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các cải biến khác nhau có thể được thực hiện mà không vượt ra khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế.

Ví dụ, máy trộn phun được mô tả ở đây có thể được sử dụng với bất kỳ sự kết hợp mong muốn nào, và/hoặc kết hợp với các loại máy trộn khác.

Các máy trộn phun có thể được lắp ở bất kỳ vị trí mong muốn nào bên trong thùng chứa. Liên quan đến các máy trộn phun được lắp theo trục, trục có thể là cùng đường thẳng với trục tâm của thùng chứa hoặc có thể biến vị từ đó. Ví dụ, nếu mong muốn thùng chứa có thể được trang bị thiết bị trộn được lắp ở tâm thuộc loại khác, ví dụ bộ cánh khuấy hàng hải hoặc bộ cánh khuấy Rushton, và máy trộn phun có thể được lắp trong vùng khác nữa của thùng chứa hoặc biến vị từ trục tâm hoặc trên trục tâm. Trong trường hợp biến vị trên trục tâm, một máy trộn có thể kéo dài từ đỉnh của thùng chứa trong khi thiết bị khác kéo dài lên phía trên từ sàn của thùng chứa.

Trong hệ thống bất kỳ trong số hệ thống trộn phun tia được mô tả ở đây, dòng của chất lỏng (chất lỏng và/hoặc khí) qua máy trộn phun có thể là dòng liên tục hoặc được tạo xung, hoặc sự kết hợp của các khoảng thời gian của dòng chảy liên tục với các khoảng dừng của dòng chảy được tạo xung. Khi dòng chảy được tạo xung, việc tạo xung có thể là đều hoặc không đều. Trong trường hợp không đều, động cơ để điều khiển dòng chảy chất lỏng có thể được lập chương trình, ví dụ tạo ra dòng chảy được tạo xung ở các khoảng cách để ngăn việc trộn trở nên "bị kẹt." Số lần của dòng chảy được tạo xung có thể là, ví dụ, từ khoảng 0,5 Hz đến khoảng 10 Hz, ví dụ khoảng 0,5 Hz, 0,75 Hz, 1,0 Hz, 2,0 Hz, 5 Hz, hoặc 10 Hz. Dòng chảy được tạo xung có thể được tạo ra bằng cách quay động cơ bật hoặc tắt, và/hoặc bằng cách tạo ra phân chia dòng chảy mà làm ngắt quãng dòng chảy của chất lỏng.

Mặc dù, các thùng chứa đã được nhắc đến ở đây, nhưng việc trộn phun tia có thể được sử dụng trong bất kỳ loại thùng chứa hoặc thiết bị chứa nào, bao gồm các

vững, các bể, các bể chứa và dạng tương tự. Nếu thiết bị chứa trong đó diễn ra việc trộn là thiết bị có cấu trúc dưới mặt đất như vững, thì nó có thể được lót. Thiết bị chứa có thể được đậy nắp, ví dụ nếu nó ở ngoài trời, hoặc không được đậy nắp.

Mặc dù, nguyên liệu gốc sinh khối đã được mô tả ở đây, nhưng nguyên liệu gốc khác và hỗn hợp nguyên liệu gốc sinh khối với nguyên liệu gốc khác có thể được sử dụng. Ví dụ, một vài phương án có thể sử dụng hỗn hợp nguyên liệu gốc sinh khối với nguyên liệu gốc chứa hydrocacbon như các nguyên liệu gốc được nêu trong đơn yêu cầu cấp patent tạm thời Mỹ số 61/226,877, nộp ngày 20.7.2009, toàn bộ nội dung bộc lộ của đơn này được đưa vào đây để tham khảo.

Do đó, các phương án khác đều thuộc phạm vi của các yêu cầu bảo hộ sau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý sinh khối, phương pháp này bao gồm bước:

đường hóa nguyên liệu sinh khối trong thùng chứa bằng cách trộn nguyên liệu sinh khối với môi trường lỏng và tác nhân đường hóa bằng cách sử dụng máy trộn phun,

trong đó máy trộn phun là máy khuấy dòng phun bao gồm bộ cánh khuấy được lắp ở đầu xa của trục, và nắp bảo vệ bao quanh bộ cánh khuấy, và

trong đó bước đường hóa nguyên liệu sinh khối bao gồm bước khuấy trộn nguyên liệu sinh khối bằng máy khuấy dòng phun.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nguyên liệu có mật độ khối nhỏ hơn $0,5 \text{ g/cm}^3$.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó môi trường lỏng này bao gồm nước.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tác nhân đường hóa này bao gồm enzym.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó máy trộn phun bao gồm nhiều máy khuấy dòng phun, mỗi máy khuấy dòng phun được tạo kết cấu để vận hành đảo chiều, bơm chất lỏng về phía đỉnh của thùng chứa theo chế độ thứ nhất, và về phía đáy của thùng chứa theo chế độ thứ hai.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó ít nhất trong một phần của quá trình trộn, tất cả máy khuấy dòng phun được vận hành theo chế độ thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 5 hoặc 6, trong đó ít nhất trong một phần của quá trình trộn, một số máy khuấy dòng phun được vận hành theo chế độ thứ nhất và, đồng thời, số máy còn lại được vận hành theo chế độ thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bổ sung vi sinh vật vào thùng chứa và lên men nguyên liệu đã được đường hóa, trong đó ít nhất trong một phần của bước lên men, tất cả máy khuấy dòng phun được vận hành theo chế độ thứ hai.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó thùng chứa có bề mặt đáy cong.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó máy trộn phun là máy trộn loại sục khí phun tia có vòi phun phân phối, và trong đó bước đường hóa nguyên liệu bao gồm bước phân phối tia qua vòi phun phân phối.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó máy trộn phun được vận hành mà không bơm không khí qua vòi phun phân phối.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước đường hóa bao gồm bước cung cấp chất lỏng vào hai đường vào của máy trộn loại sục khí phun tia.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó máy trộn phun là máy trộn phun có buồng hút.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó máy trộn phun bao gồm vòi phun nối thông chất lỏng với đầu thứ nhất của ống bơm phụt, đầu thứ nhất của ống bơm phụt được đặt cách vòi phun, và ống bơm phụt có đầu thứ hai được tạo kết cấu để phát ra tia chất lỏng.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó bước đường hóa bao gồm các công đoạn:

bổ sung nguyên liệu vào môi trường lỏng theo từng gia lượng rời; và

trộn mỗi gia lượng rời của nguyên liệu vào môi trường lỏng bằng máy trộn phun trước khi bổ sung một gia lượng khác của nguyên liệu.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh mức glucoza của hỗn hợp nguyên liệu, môi trường lỏng và tác nhân đường hóa trong quá trình hoạt động của máy trộn phun.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bổ sung thêm nguyên liệu và tác nhân đường hóa vào thùng chứa trong quá trình đường hóa.

18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, trong đó thùng chứa là bể chứa.

19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, trong đó thùng chứa là bể chứa của toa tàu hỏa hoặc ô tô tải có bể chứa.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước đường hóa xảy ra một phần hoặc hoàn toàn trong quá trình vận chuyển hỗn hợp nguyên liệu, môi trường lỏng và tác nhân đường hóa.

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 20, trong đó nguyên liệu nêu trên chứa nguyên liệu xenluloza hoặc lignoxenluloza.

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 20, trong đó nguyên liệu là giấy.

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 22, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bổ sung chất nhũ hóa hoặc chất hoạt động bề mặt vào hỗn hợp trong thùng chứa.

24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 23, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bổ sung vi sinh vật vào thùng chứa và lên men nguyên liệu đã được đường hóa.

25. Phương pháp xử lý sinh khối, phương pháp này bao gồm bước:

đường hóa nguyên liệu sinh khối bằng cách vận hành máy trộn phun để tạo ra dòng về cơ bản là dòng xoáy bên trong thùng chứa trong đó nguyên liệu sinh khối đã được đưa vào cùng với môi trường lỏng và tác nhân đường hóa,

trong đó máy trộn phun là máy khuấy dòng phun bao gồm bộ cánh khuấy được lắp ở đầu xa của trục, và nắp bảo vệ bao quanh bộ cánh khuấy, và

trong đó bước đường hóa nguyên liệu sinh khối bao gồm bước khuấy trộn nguyên liệu sinh khối bằng máy khuấy dòng phun.

26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó máy trộn phun được tạo kết cấu để giới hạn bất kỳ sự tăng thêm nào của nhiệt độ tổng thể của môi trường lỏng đến thấp hơn 5°C trong suốt quá trình trộn.

27. Phương pháp xử lý sinh khối, phương pháp này bao gồm bước:

chuyển hóa đường có phân tử lượng thấp thành sản phẩm bằng cách trộn đường có phân tử lượng thấp với vi sinh vật trong môi trường lỏng bằng cách sử dụng máy trộn phun,

trong đó máy trộn phun là máy khuấy dòng phun bao gồm bộ cánh khuấy được lắp ở đầu xa của trục, và nắp bảo vệ bao quanh bộ cánh khuấy, và

trong đó bước chuyển hóa bao gồm bước khuấy trộn đường phân tử lượng thấp bằng máy khuấy dòng phun.

28. Phương pháp theo điểm 27, trong đó môi trường lỏng nêu trên bao gồm nước.

29. Phương pháp theo điểm 27 hoặc 28, trong đó vi sinh vật nêu trên bao gồm nấm men.

30. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 29, trong đó máy trộn phun là máy trộn loại sục khí phun tia có vòi phun phân phối, và trong đó bước chuyển hóa đường phân tử lượng thấp bao gồm bước phân phối tia qua vòi phun phân phối.

31. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó máy trộn phun là máy trộn phun có buồng hút.

32. Thiết bị đường hóa nguyên liệu bao gồm:

thùng chứa,

phương tiện phân phối nguyên liệu sinh khối được tạo kết cấu để phân phối nguyên liệu sinh khối tới thùng chứa, và

phương tiện phân phối tác nhân đường hóa được tạo kết cấu để phân phối lượng xác định tác nhân đường hóa tới thùng chứa, và

máy trộn phun có vòi phun được bố trí bên trong thùng chứa và được tạo kết cấu để trộn nguyên liệu sinh khối đã được phân phối và tác nhân đường hóa,

trong đó máy trộn phun là máy khuấy dòng phun bao gồm bộ cánh khuấy được lắp ở đầu xa của trục, và nắp bảo vệ bao quanh bộ cánh khuấy, và

trong đó bước đường hóa nguyên liệu sinh khối bao gồm bước khuấy trộn nguyên liệu sinh khối bằng máy khuấy dòng phun.

33. Thiết bị theo điểm 32, trong đó máy trộn phun còn bao gồm động cơ, và thiết bị này còn bao gồm bộ điều khiển mô men quay để điều chỉnh mô men quay của động cơ trong quá trình trộn, và/hoặc bộ điều khiển Amp để điều chỉnh cường độ dòng điện toàn tải của động cơ.

34. Thiết bị theo điểm 32 hoặc điểm 33, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ điều khiển để điều chỉnh hoạt động của phương tiện phân phối nguyên liệu và/hoặc phương tiện phân phối tác nhân đường hóa dựa trên đầu vào từ bộ điều khiển mô men quay.

35. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 34, trong đó máy trộn phun bao gồm động cơ và thiết bị này còn bao gồm bộ truyền động tần số khả biến được tạo kết cấu để điều chỉnh tốc độ của động cơ.

36. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 35, trong đó thùng chứa có bề mặt đáy cong.

37. Phương pháp xử lý sinh khối, phương pháp này bao gồm bước:

đường hóa nguyên liệu sinh khối trong thùng chứa để tạo thành hỗn hợp được đường hóa;

cấy vi sinh vật vào hỗn hợp được đường hóa trong thùng chứa;

cho phép hỗn hợp đã cấy được đường hóa để lên men trong thùng chứa; và

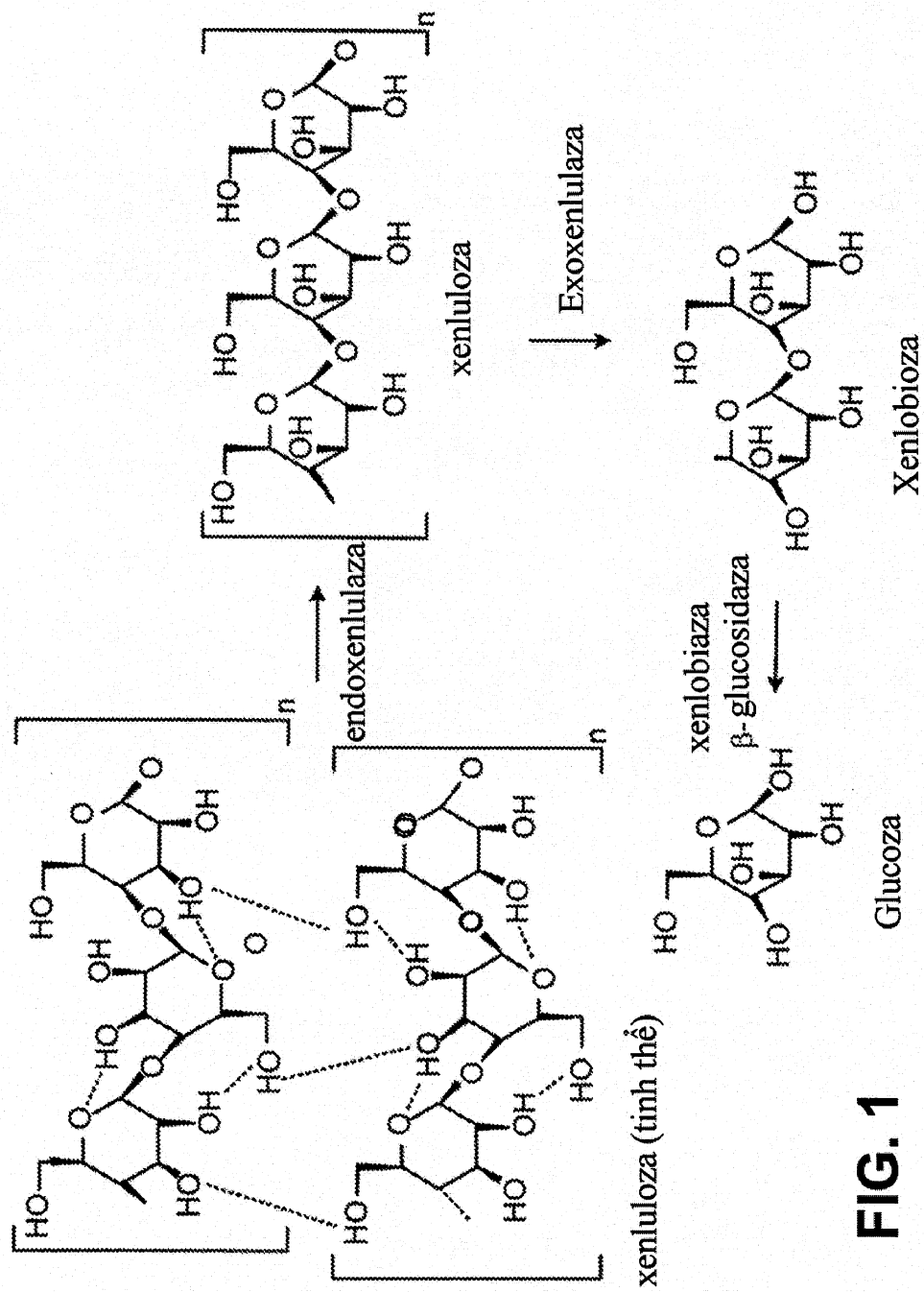
khuấy trộn các thành phần của thùng chứa bằng máy trộn phun trong quá trình đường hóa và lên men,

trong đó máy trộn phun là máy khuấy dòng phun bao gồm bộ cánh khuấy được lắp ở đầu xa của trục, và nắp bảo vệ bao quanh bộ cánh khuấy; và

trong đó bước đường hóa nguyên liệu sinh khối bao gồm bước khuấy trộn nguyên liệu sinh khối bằng máy khuấy dòng phun.

38. Phương pháp theo điểm 37, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước, trong quá trình lên men, chuyển các thành phần của thùng chứa sang thùng vận chuyển và cho phép sự lên men tiếp tục diễn ra trong thùng vận chuyển này.

39. Phương pháp theo điểm 37 hoặc 38, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh hàm lượng oxy và etanol và/hoặc hàm lượng đường của hỗn hợp lên men.

**FIG. 1**

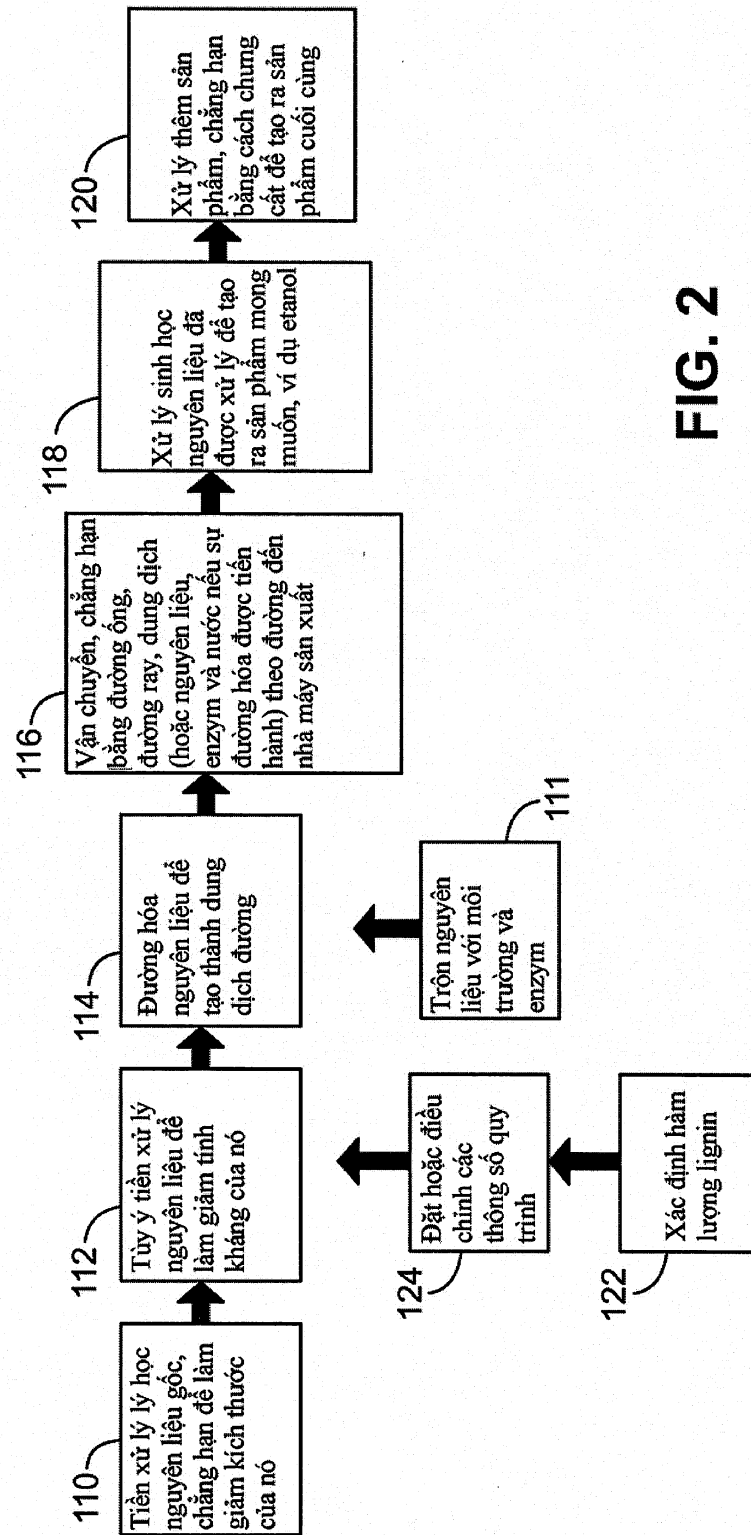


FIG. 2

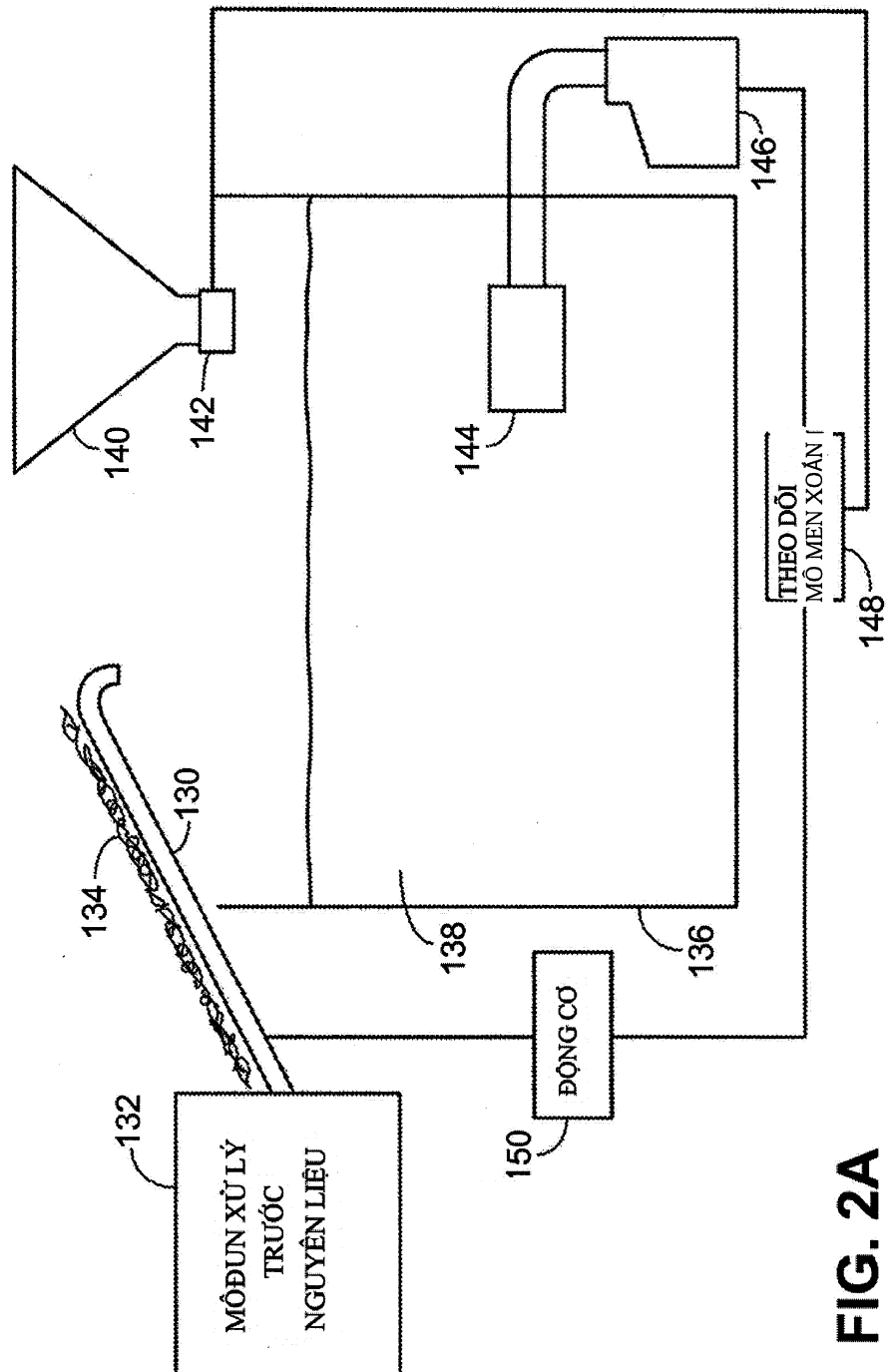


FIG. 2A

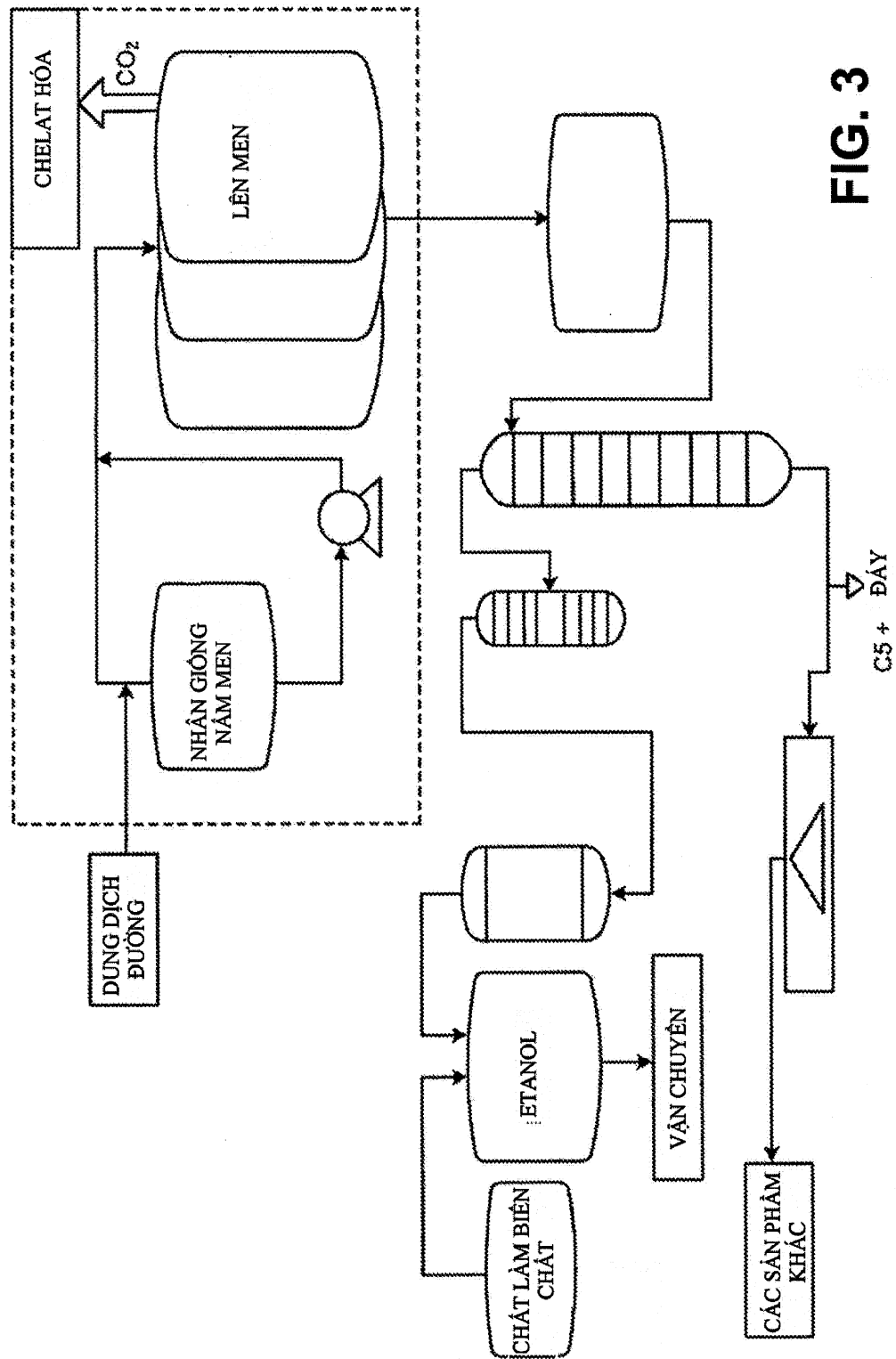
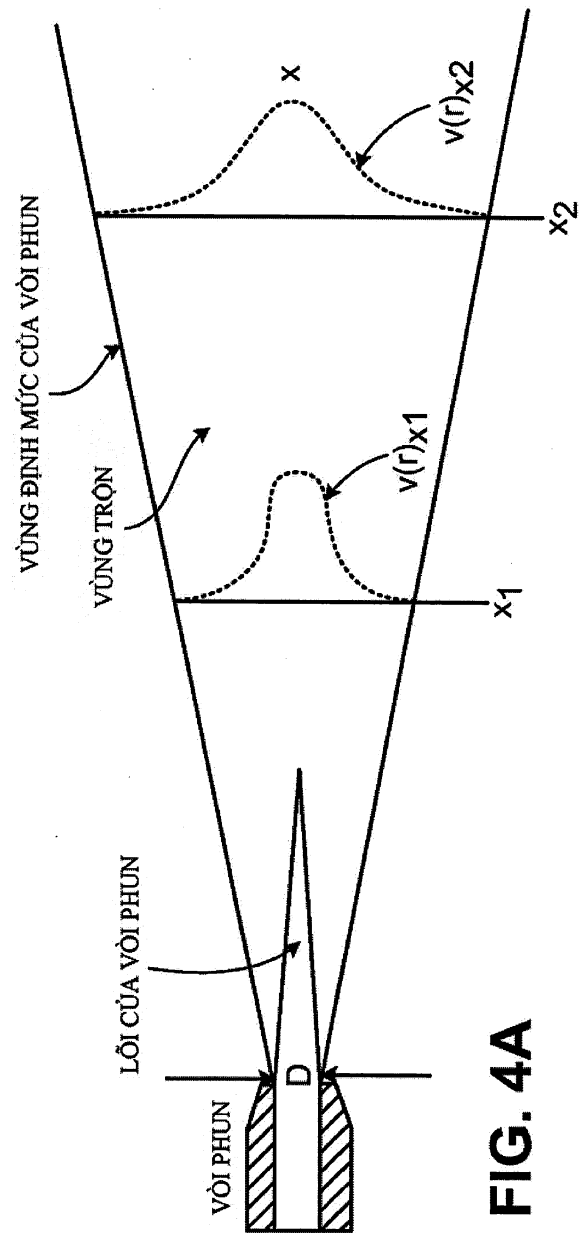
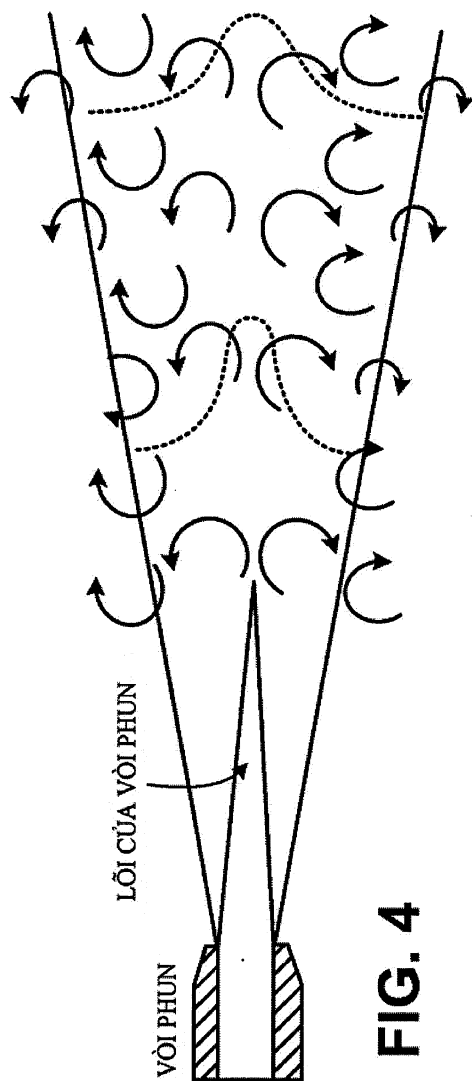
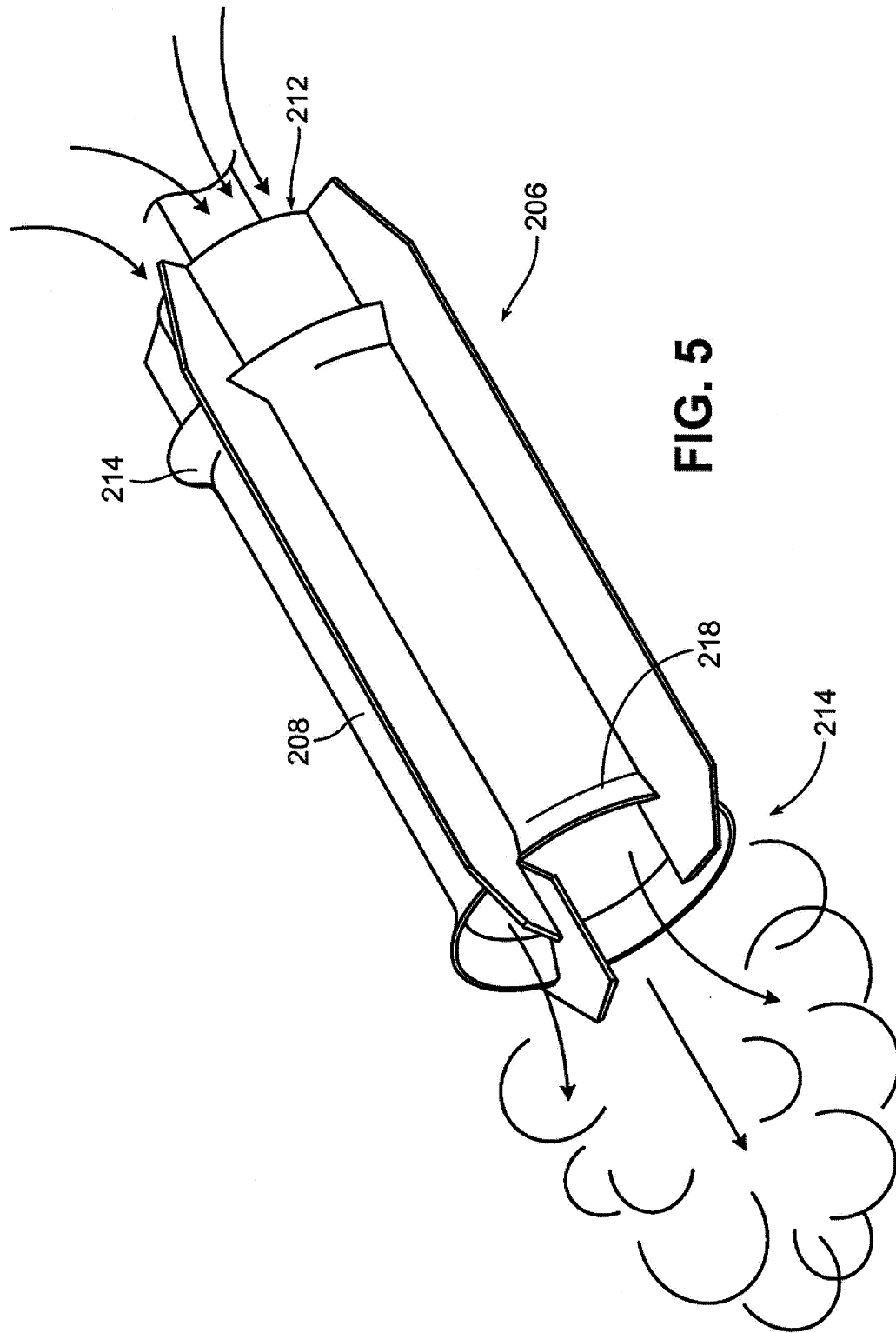


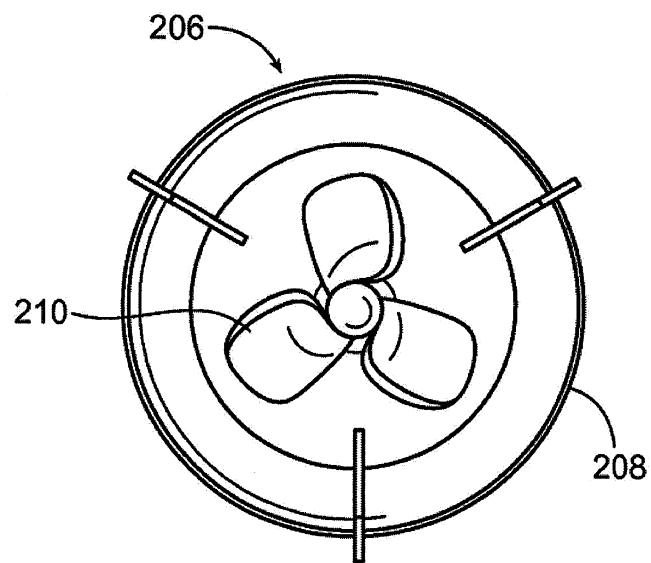
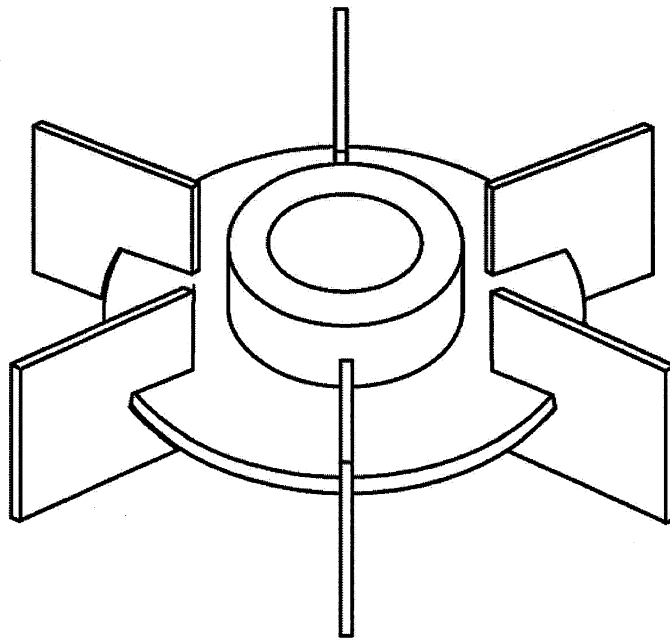
FIG. 3



6/27



7/27

**FIG. 5A****FIG. 5B**

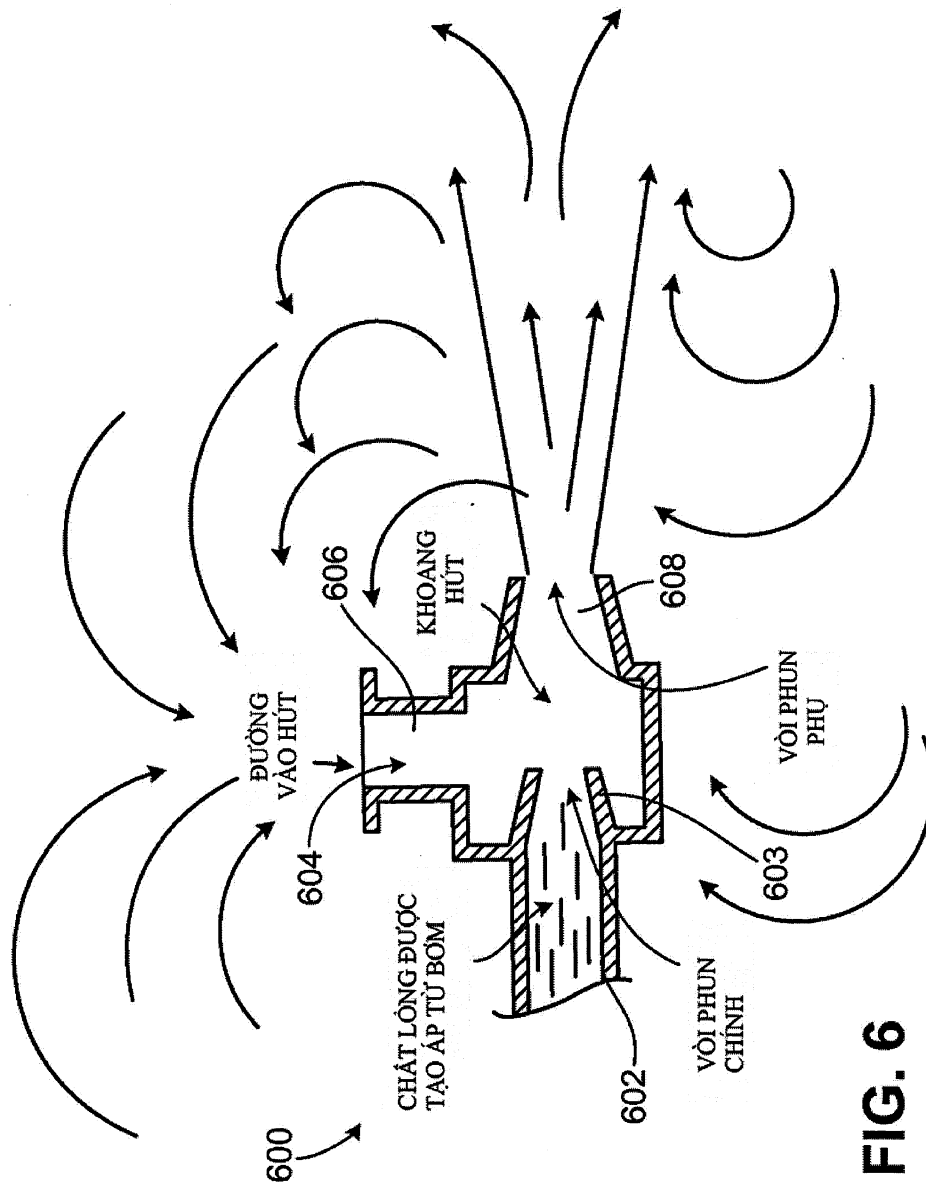


FIG. 6

9/27

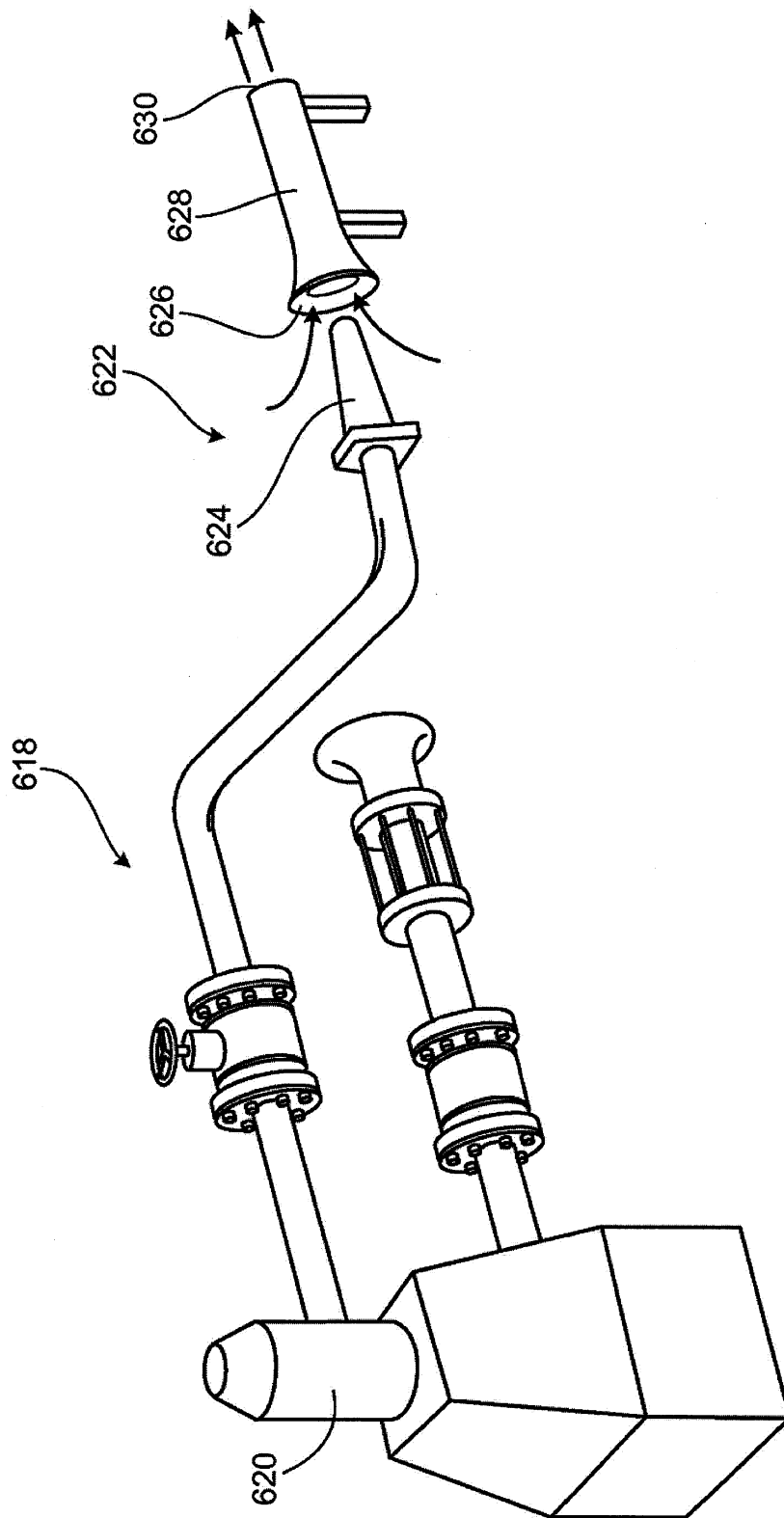


FIG. 6A

10/27

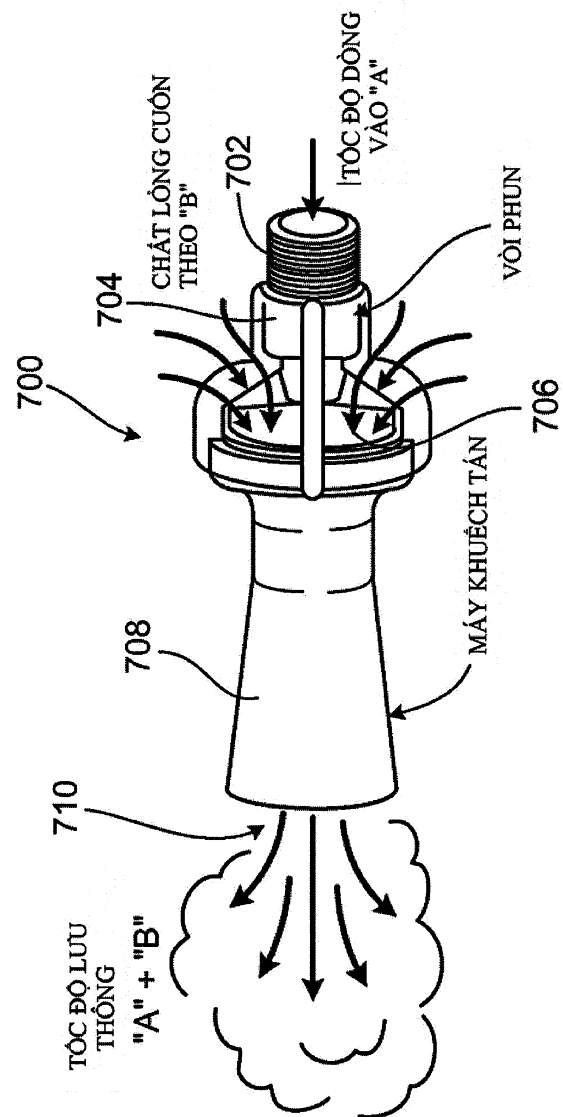
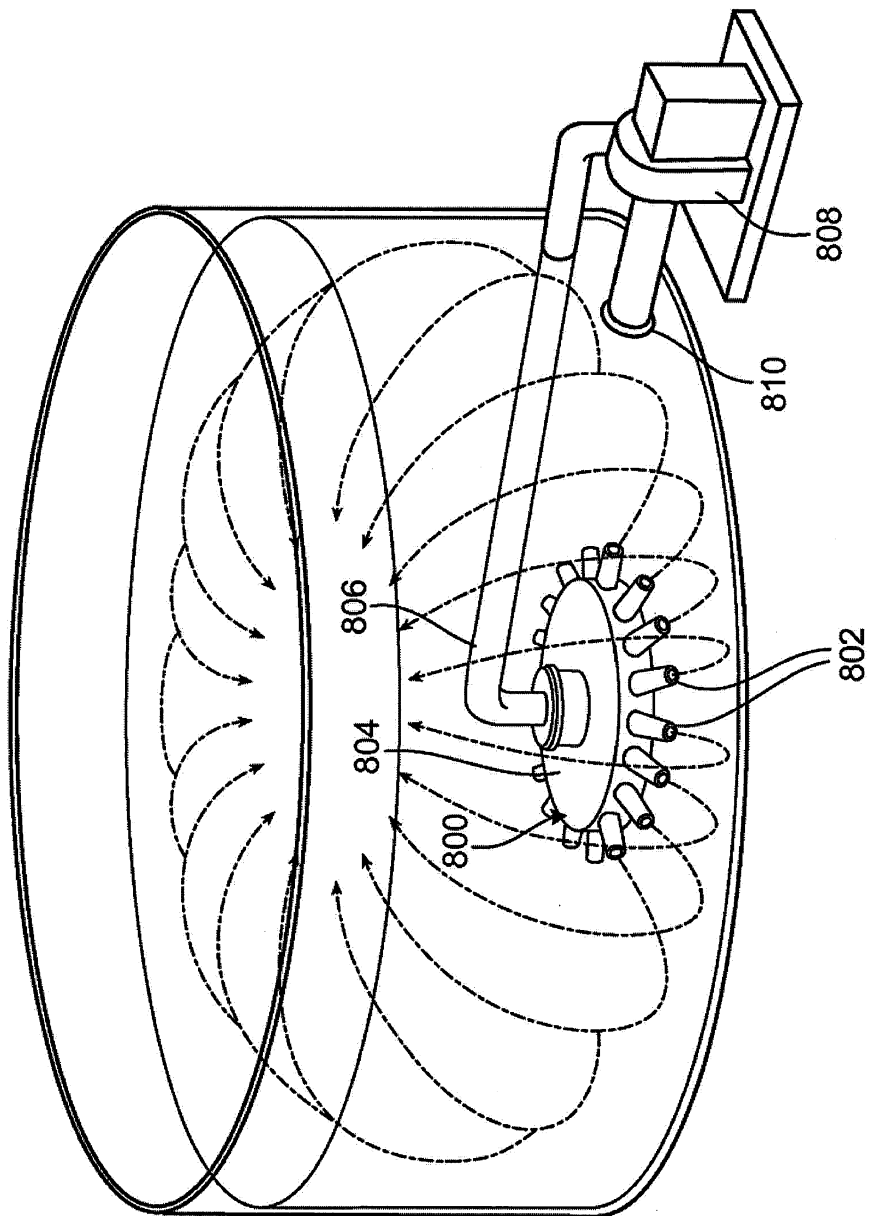
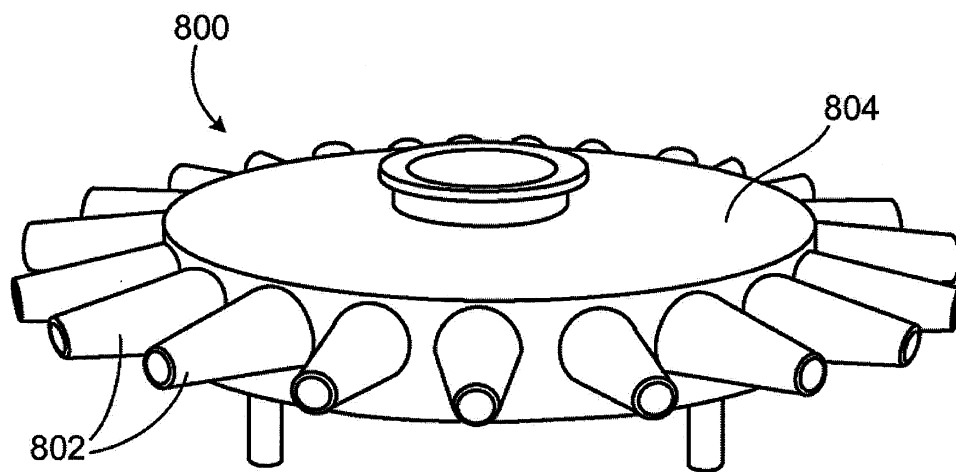


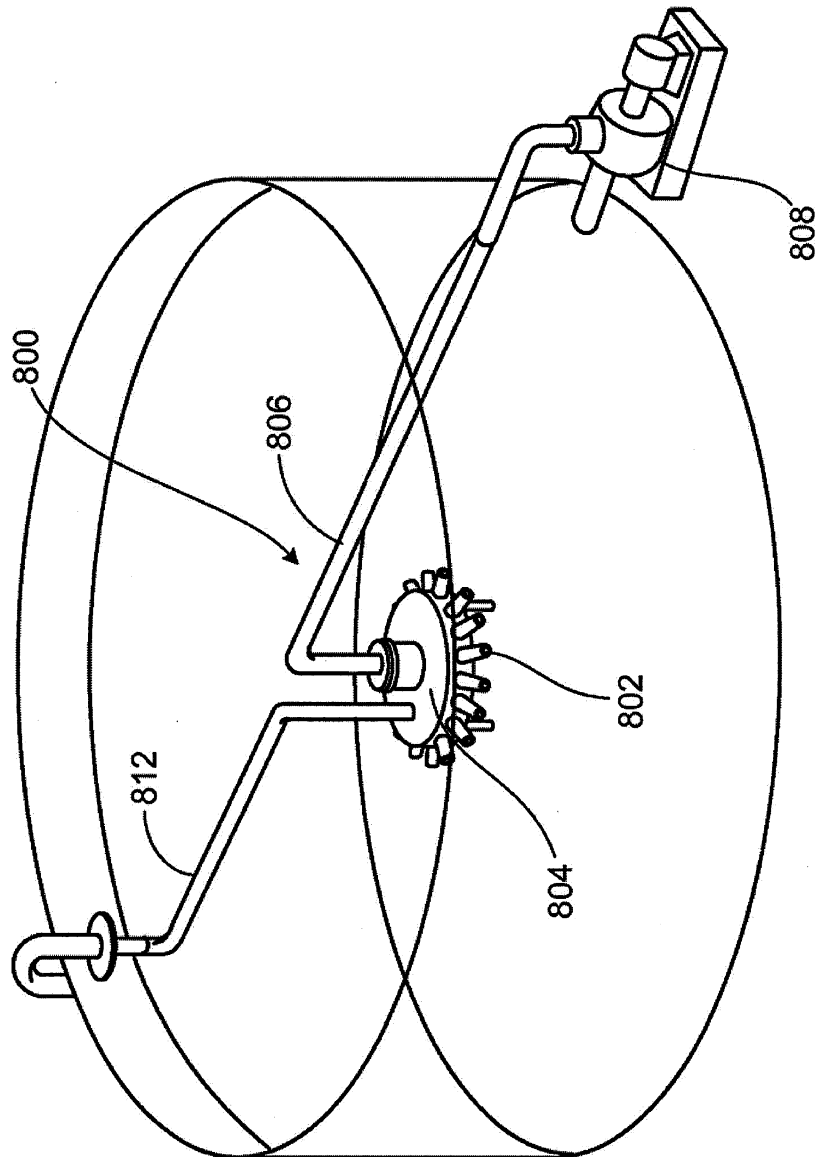
FIG. 7

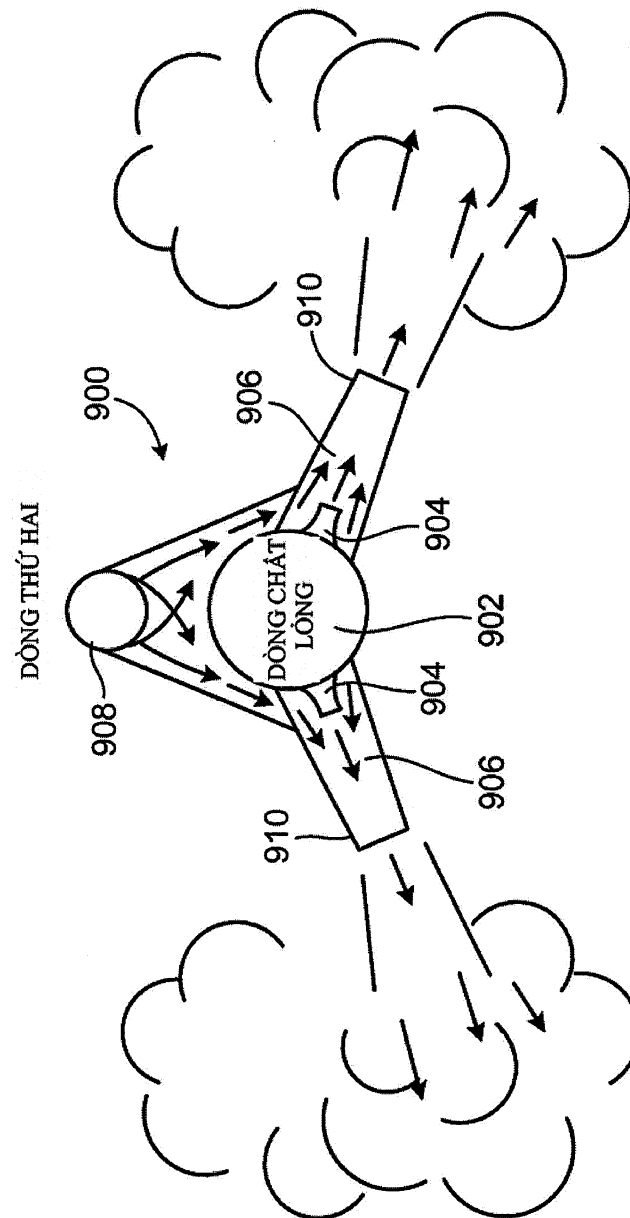
11/27

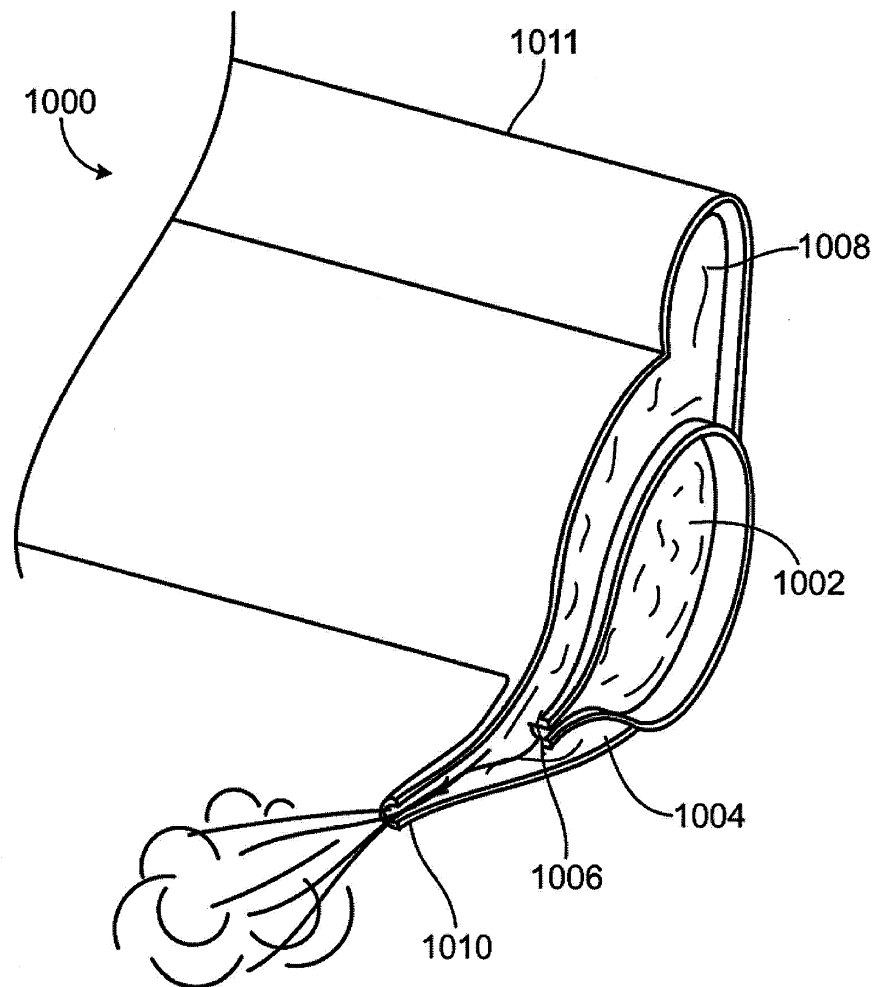
**FIG. 8**

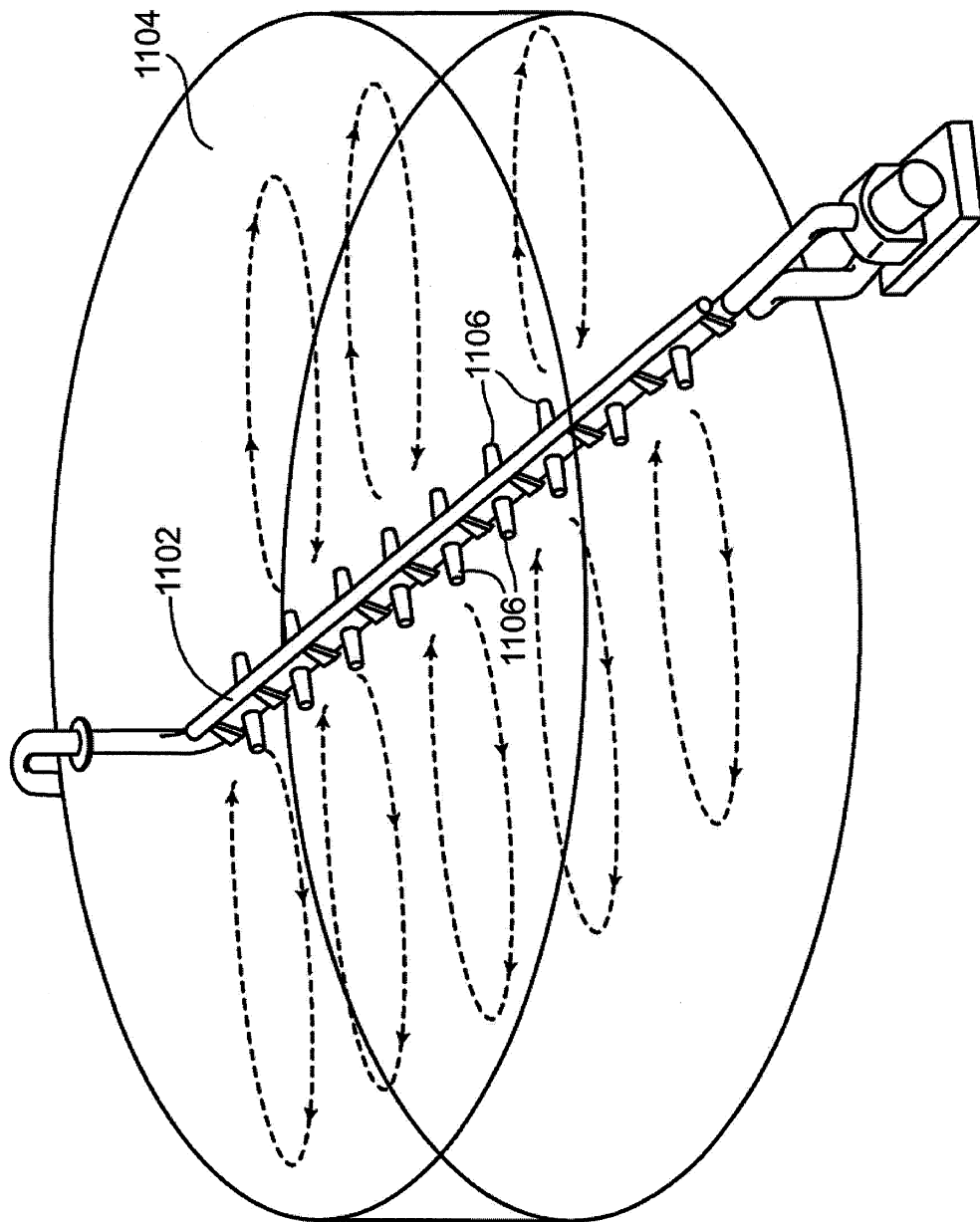
12/27

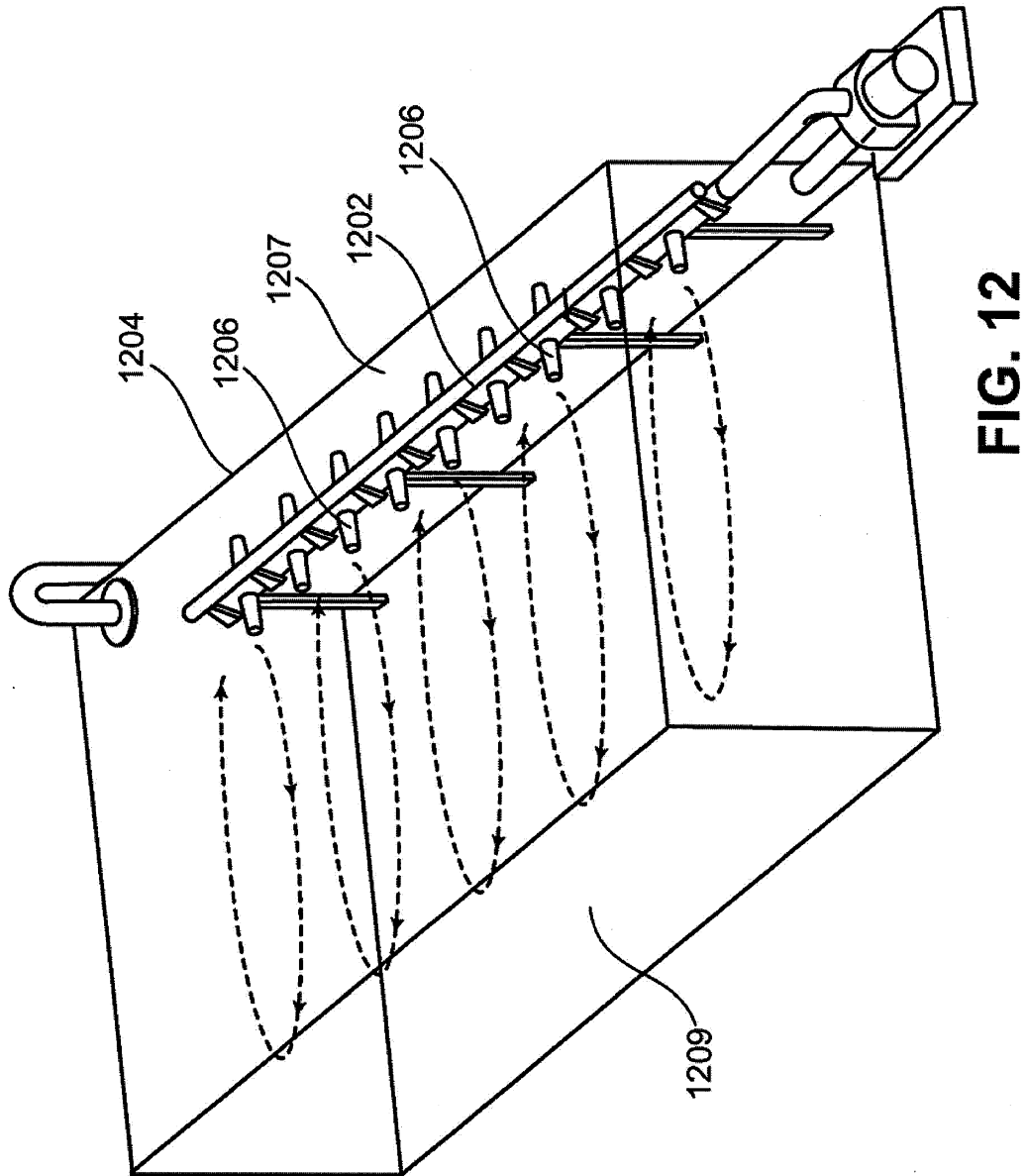
**FIG. 8A**

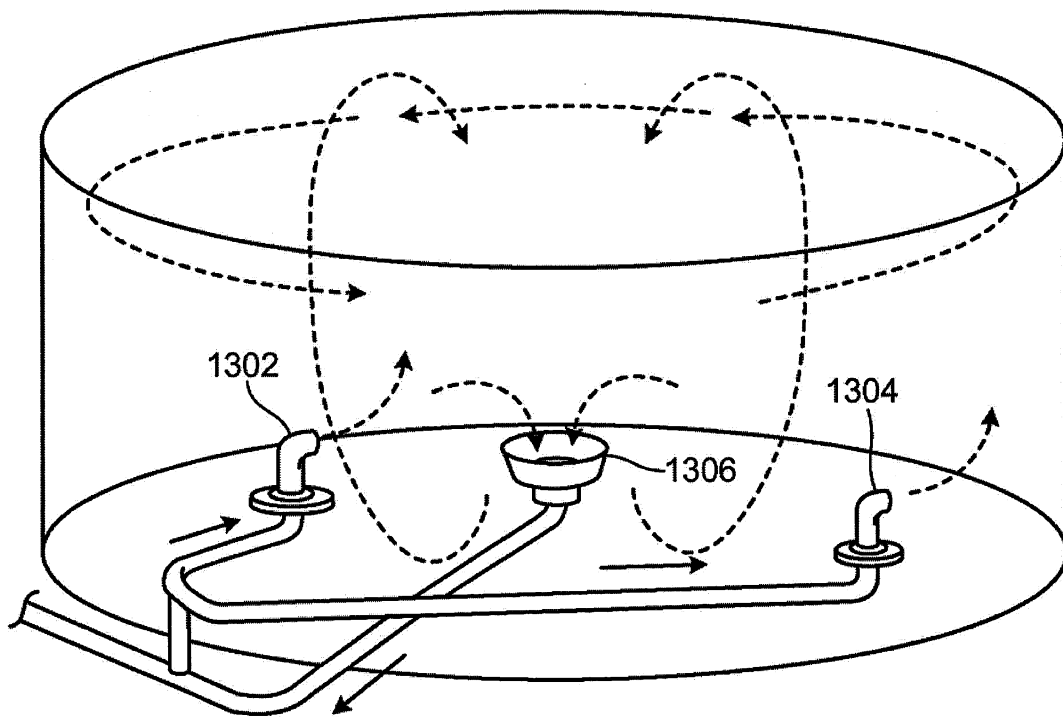
**FIG. 8B**

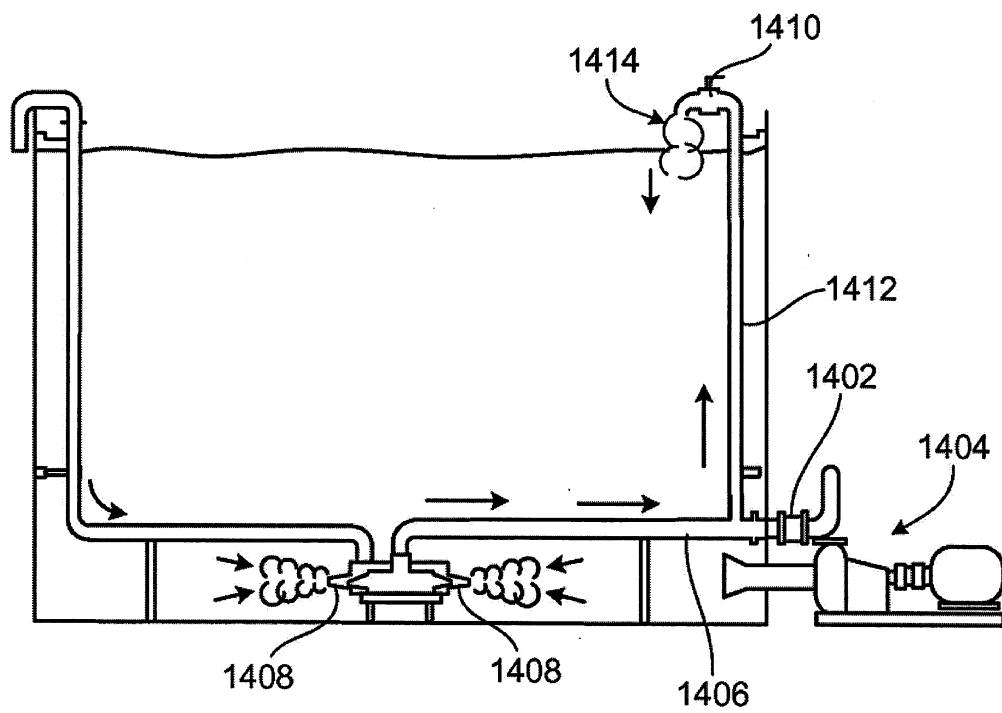
**FIG. 9**

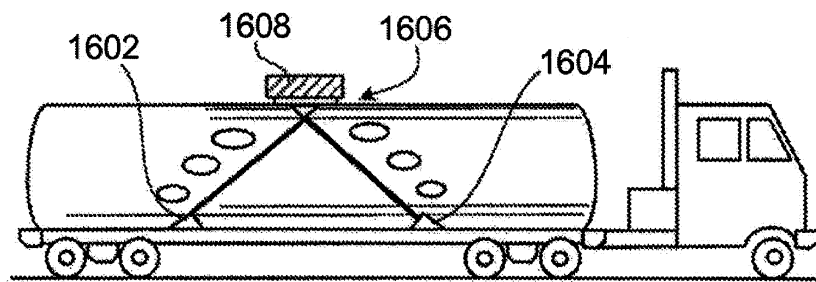
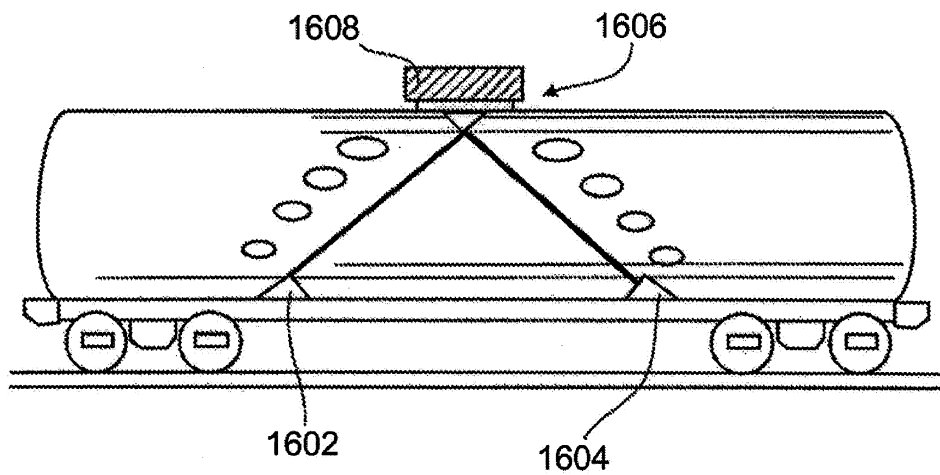
**FIG. 10**

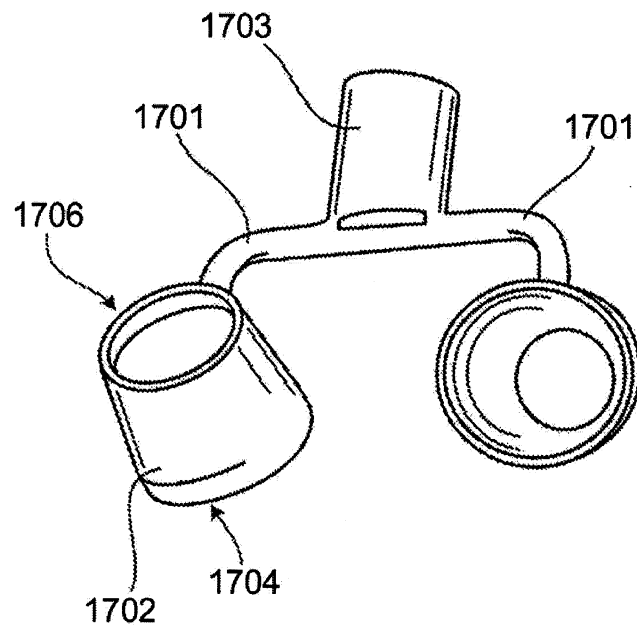
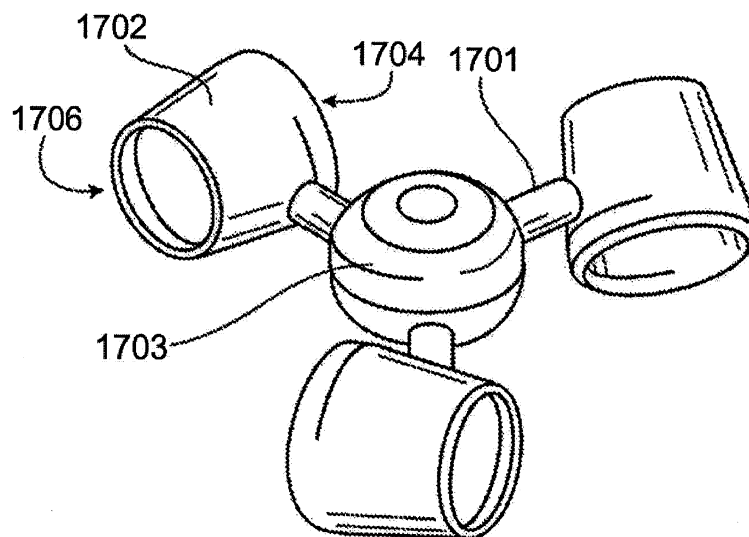
**FIG. 11**

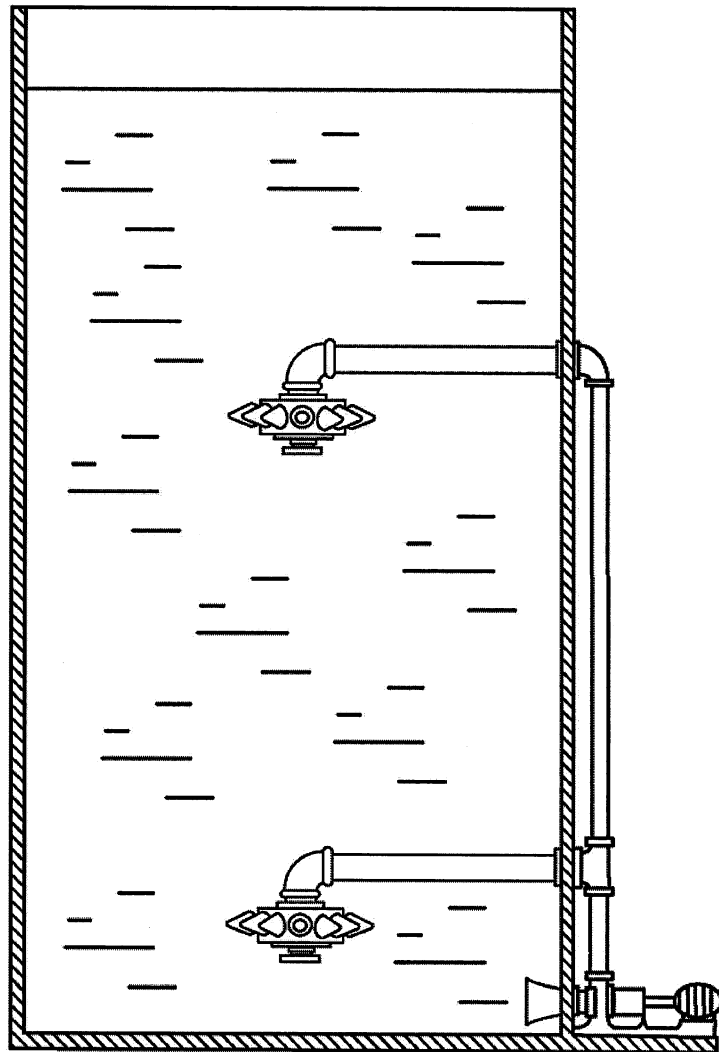


**FIG. 13**

**FIG. 14**

**FIG. 15****FIG. 15A**

**FIG. 16****FIG. 16A**

**FIG. 17**

23/27

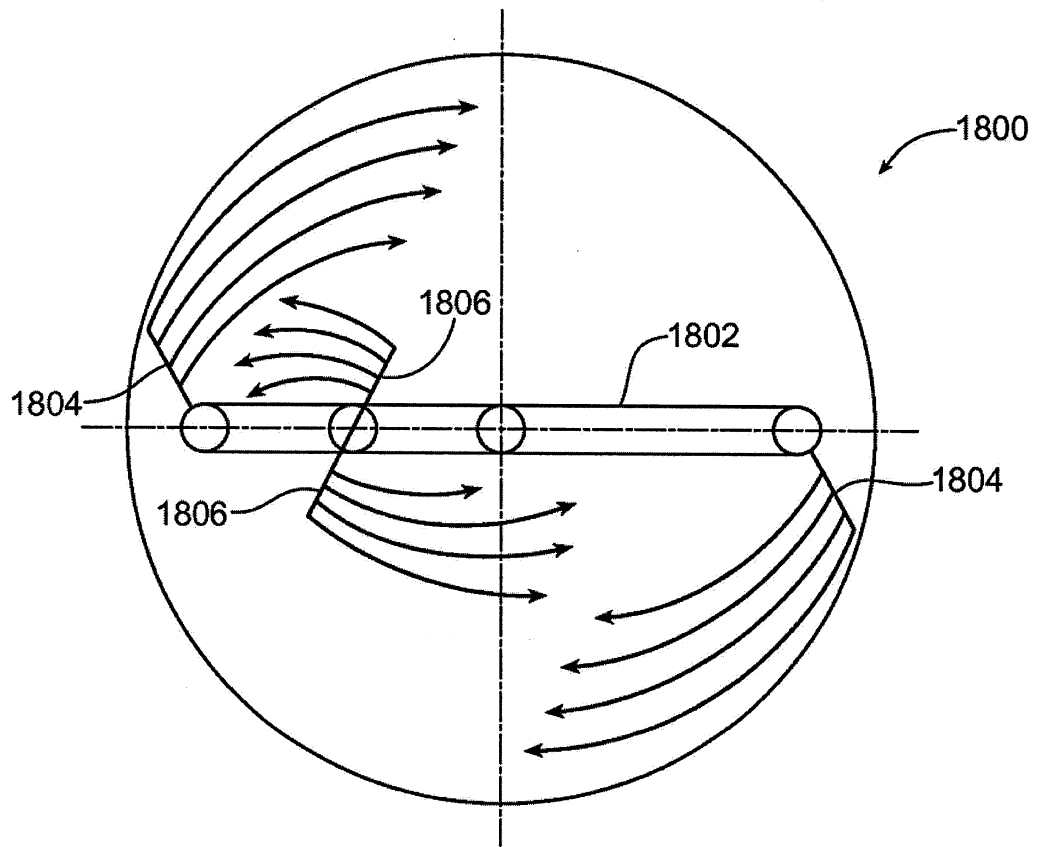


FIG. 18

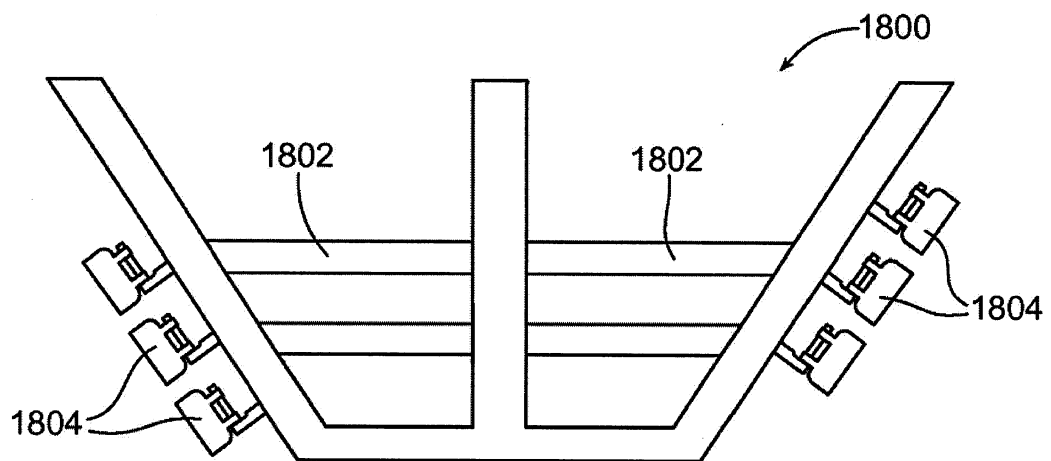


FIG. 18A

FIG. 19

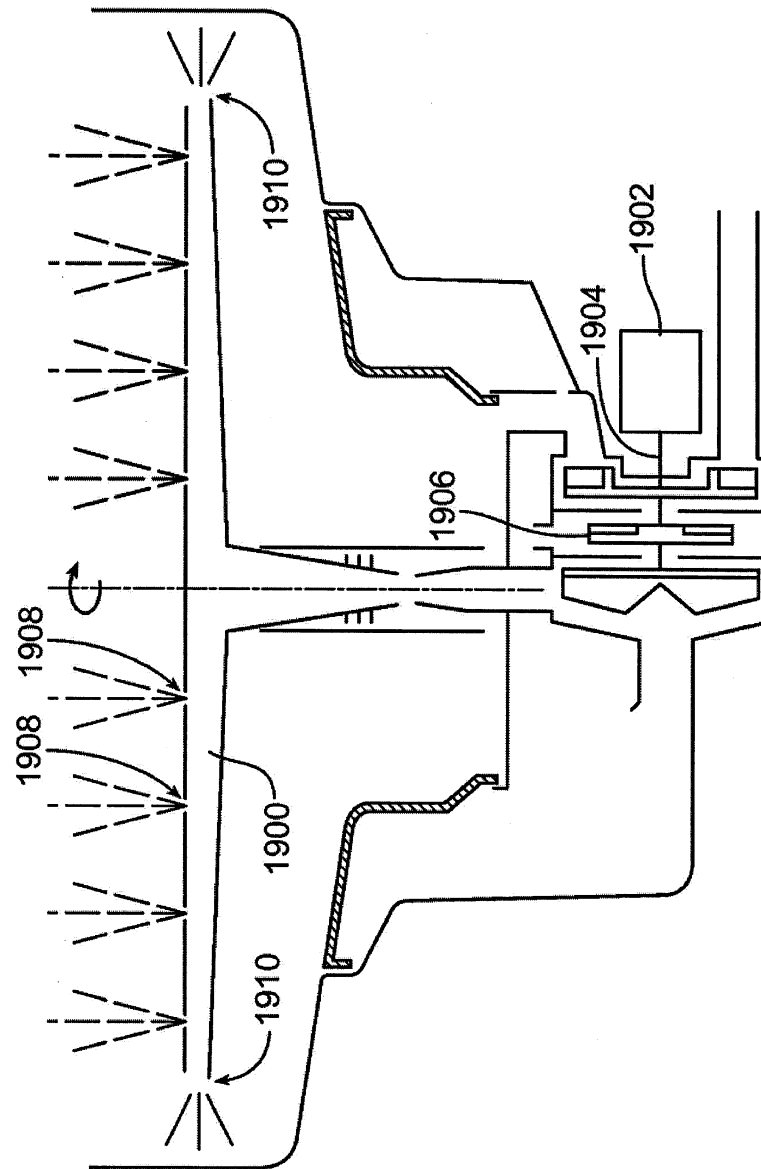
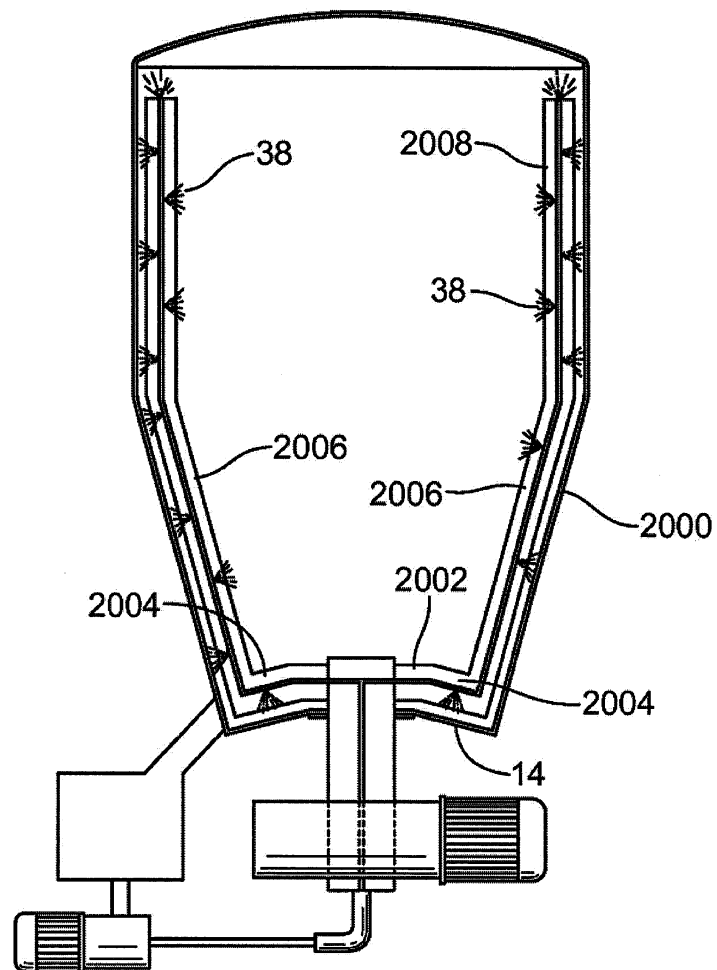


FIG. 20

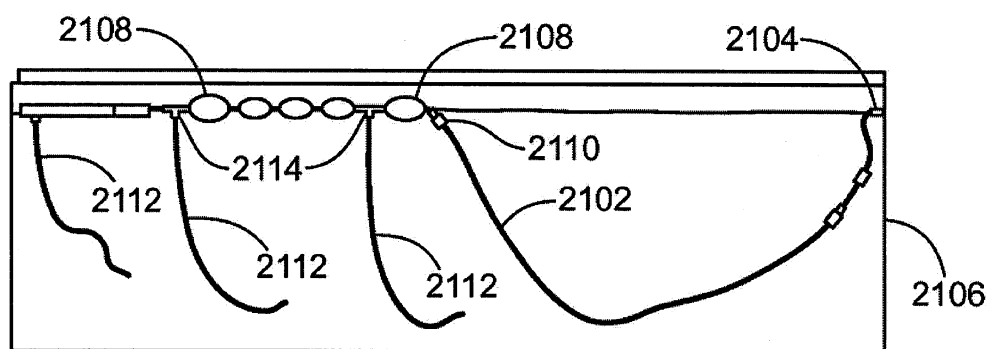
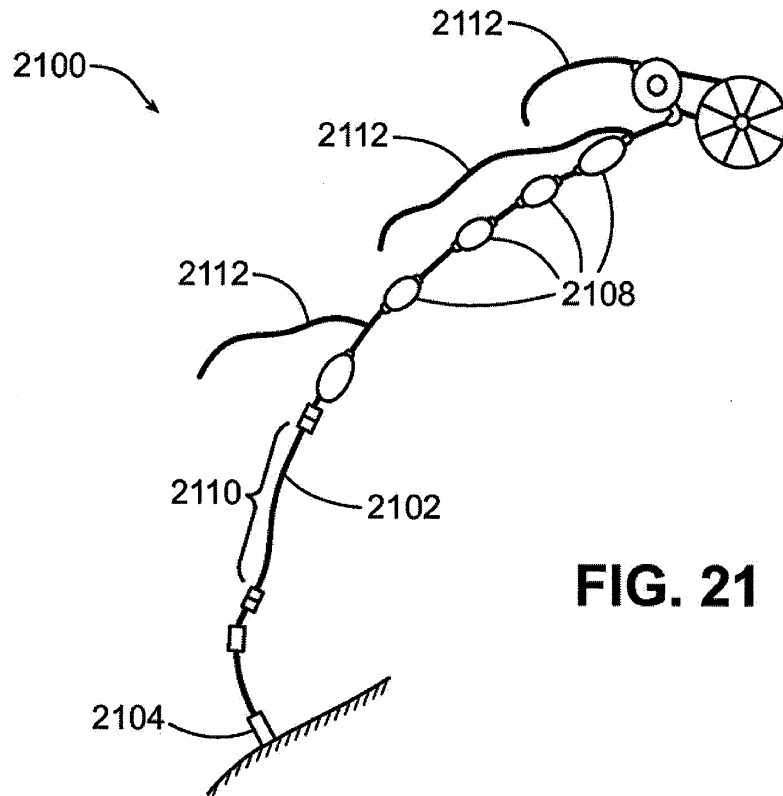


FIG. 22