

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **032483**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.06.28

(51) Int. Cl. *C12P 19/02* (2006.01)

(21) Номер заявки
201591299

(22) Дата подачи заявки
2014.03.07

(54) ФИЛЬТРАЦИЯ

(31) 61/774,684; 61/774,773; 61/774,731; 61/774,735;
61/774,740; 61/774,744; 61/774,746; 61/774,750;
61/774,752; 61/774,754; 61/774,775; 61/774,780;
61/774,761; 61/774,723; 61/793,336

(56) US-A1-20120094355
US-A1-20120178976
US-B2-8241873

(32) 2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08;
2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08;
2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.08;
2013.03.08; 2013.03.08; 2013.03.15

(33) US

(43) 2016.05.31

(86) PCT/US2014/021584

(87) WO 2014/138535 2014.09.12

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КСИЛЕКО, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Медофф Маршалл, Мастерман Томас
Крейг, Родити Соломон И., Кэхилл
Джон М., Лавин Ренди (US)**

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Веселицкая И.А.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.
(RU)**

(57) Сырьевой материал биомассы (например, растительную биомассу, биомассу животных и биомассу бытовых отходов) обрабатывают с получением полезных продуктов, таких как топливо. Например, описаны системы, которые могут быть полезны для отделения твердой фракции от жидкой фракции в суспензиях осахаренного материала биомассы. На сегодняшний день доступно большое количество потенциального лигноцеллюлозного сырья, включающего, в частности, сельскохозяйственные отходы, древесную биомассу, бытовые отходы, масляные семена/жмых и морские водоросли.

B1**032483****032483****B1**

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет на основании следующих предварительных заявок на патент: заявки на патент США № 61/774684, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774773, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774731, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774735, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774740, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774744, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774746, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774750, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774752, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774754, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774775, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774780, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774761, поданной 8 марта 2013 г.; США № 61/774723, поданной 8 марта 2013 г.; и США № 61/793336, поданной 15 марта 2013 г.. Полное описание каждой из указанных предварительных заявок включено в настоящий документ посредством ссылки.

Уровень техники

На сегодняшний день доступно большое количество потенциального лигноцеллюлозного сырья, включающего, в частности, сельскохозяйственные отходы, древесную биомассу, бытовые отходы, масляные семена/жмых и морские водоросли. В настоящее время указанные материалы часто используют недостаточно, применяя их, например, в качестве корма для животных, биогумусных материалов, топлива для сжигания в установке для совместного производства тепловой и электрической энергии, или даже захоранивая на свалках.

Лигноцеллюлозная биомасса содержит кристаллические целлюлозные фибриллы, встроенные в гемицеллюлозную матрицу, окруженную лигнином. Это обеспечивает компактную матрицу, труднодоступную для ферментов и для других химических, биохимических и/или биологических процессов. Материал целлюлозной биомассы (например, материал биомассы, из которого был удален лигнин) является более доступным для ферментов и других процессов превращения, но даже в этом случае природные целлюлозные материалы часто имеют низкий выход (относительно теоретического выхода) при приведении в контакт с гидролизующими ферментами. Лигноцеллюлозная биомасса имеет даже большую сопротивляемость воздействию ферментов. Кроме того, каждый тип лигноцеллюлозной биомассы имеет свой собственный специфический состав целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина.

Краткое описание изобретения

В целом, в настоящем документе описано фильтрование материалов, например материалов биомассы. В настоящем документе описаны способы осахаривания или разжижения материала биомассы, например, целлюлозного, лигноцеллюлозного и/или крахмального сырьевого материала, путем превращения материала биомассы в низкомолекулярные сахара, например осахаривания сырьевого материала, например, с помощью фермента, например одной или более целлюлазы и/или амилазы. Настоящее изобретение также относится к превращению сырьевого материала в продукт, например, путем биообработки, такой как ферментация, или другого способа обработки, такого как гидрогенизация или этерификация. Указанные способы включают применение фильтрации для удаления твердой фракции до, во время или после осахаривания и/или ферментации. Затем твердую фракцию можно, например, использовать для комбинированного производства электроэнергии и тепла, применять в качестве ферментативной добавки (например, питательного вещества) или использовать в качестве другого сырьевого материала.

Способы, такие как осахаривание биомассы с получением Сахаров, позволяют получать жидкости, которые могут быть вязкими вследствие присутствия различных олигомеров и высокого содержания твердых компонентов. Для дополнительной обработки указанных материалов, например, Сахаров или твердой фракции в самих суспензиях, часто предпочтительно отделить жидкую фракцию от твердой фракции. Для облегчения обработки можно использовать способы, включающие разбавление (например, водой), но указанные способы могут повлечь расходы на выделение и очистку продукта, связанные с удалением добавленных разбавителей. Некоторые из способов, описанных в настоящем документе, позволяют провести фильтрацию указанных высококонцентрированных и вязких потоков сырьевых материалов без закупорки и/или без значительного разбавления.

В целом, настоящее изобретение описывает системы и способы отделения твердой фракции от жидкой фракции в суспензии (например, содержащей твердую фракцию и растворенные твердые компоненты, суспендированные в жидкости), в том числе, нанесение суспензии осахаренного материала биомассы на поверхность (например, на наружную часть) фильтровального устройства. В некоторых случаях для удаления части твердой фракции перед нанесением осахаренного материала на поверхность (например, наружную часть) фильтровального устройства можно использовать вибрирующий грохот. Например, фильтровальное устройство может представлять собой устройство с барабанным вращающимся фильтром (например, устройство с вращающимся вакуумным барабанным фильтром). В некоторых случаях суспензия осахаренного материала биомассы содержит осахаренные сахара, такие как сахара, выбранные из группы, состоящей из глюкозы, ксилозы и их смесей. Например, сахара можно растворить и/или суспендировать в растворителе, таком как вода и/или неводный растворитель. Осахаренный материал может также включать клетки, такие как клетки, выбранные из группы, состоящей из клеток дрожжей, бактериальных клеток, клеток грибов и смеси указанных клеток. В некоторых случаях осахаренный материал может включать белковый материал, такой как ферментный материал, денатурированный бел-

ковый материал, пептиды, пептидные остатки, аминокислоты и/или денатурированный ферментный материал. Осахаренный материал может включать кислоту (например, молочную кислоту, масляную кислоту и/или уксусную кислоту) и/или спирт (например, этанол и/или бутанол). Осахаренный материал может включать продукты ферментации. В некоторых случаях осахаренный материал не содержит одного или более растворимых Сахаров, из которых состоит биомасса. Например, осахаренный материал может не содержать глюкозы и/или ксилозы, например, когда такой сахар был удален с применением любых средств (например, путем селективной ферментации одного или более Сахаров, химического отделения и удаления одного или более Сахаров).

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения биомасса была подвергнута осахариванию с помощью одного или более осахаривающих агентов. В некоторых случаях осахаривающий агент выбран из группы, состоящей из ферментов, кислот, оснований, окислителей и их смесей. В некоторых случаях выбранные осахаривающие агенты можно объединить в любом порядке для осахаривания биомассы, например, биомассу можно обработать с помощью кислоты и затем с помощью фермента или окислителя и далее с помощью фермента. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения осахаривающий агент включает серную кислоту и фермент. В некоторых случаях или дополнительно осахаривающий агент представляет собой разлагающий клетчатку фермент.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения биомасса была обработана перед осахариванием для уменьшения ее сопротивляемости обработке. Например, перед осахариванием сопротивляемость обработке биомассы можно понизить по сравнению с биомассой (например, по сравнению с сырьевым материалом биомассы) в ее естественном состоянии. В некоторых случаях уменьшение сопротивляемости сырьевого материала обработке включает обработку такого сырьевого материала посредством физической обработки. Обработка может включать, например, облучение (например, облучение пучком электронов), обработку ультразвуком, пиролиз, окисление, паровой взрыв, химическую обработку, механическую обработку и комбинации указанных способов обработки. Обработка может включать применение любого одного или более из способов обработки, описанных в настоящем документе, применяемых в отдельности или в любой требуемой комбинации, и применяемых один раз или несколько раз.

В некоторых случаях в способах, описанных в настоящем документе, используют фильтровальное устройство, например устройство с барабанным вращающимся фильтром, которое включает вращающийся барабан, через рабочую фильтрующую поверхность которого может проходить жидкость, содержащаяся в осахаренном материале (например, жидкая фракция суспензии), при этом твердая фракция осахаренного материала остается на указанной рабочей поверхности. Рабочая фильтрующая поверхность может содержать вспомогательный фильтрующий материал, выступающий снаружи указанной поверхности. В некоторых случаях вспомогательный фильтрующий материал покрывает по существу всю рабочую фильтрующую поверхность вращающегося барабана. Вспомогательный фильтрующий материал может включать, например, вспомогательный фильтрующий материал, выбранный из группы, состоящей из диатомовой земли, целита, кремнезема, пемзы, перлита, глинозема, цеолитов, песка, целлюлозного материала, (например СОЛКА-ФЛОК (SOLKA-FLOC®), International Fiber Corporation, Северная Тонаванда, Нью-Йорк) лигноцеллюлозного материала и их смесей. В некоторых случаях вспомогательный фильтрующий материал выступает на расстояние от примерно 0,5 до примерно 250 мм от рабочей фильтрующей поверхности, например от примерно 1 до примерно 100 мм или от примерно 1 до примерно 50 мм или от примерно 2 до примерно 25 мм. Вращающийся барабан включает внутреннюю часть, при этом давление внутренней части поддерживают более низким, чем давление рабочей фильтрующей поверхности. Например, при отделении твердой фракции от жидкой фракции в суспензии (например, осахаренной биомассе) перепад давления между внутренней частью и рабочей фильтрующей поверхностью можно поддерживать в диапазоне от примерно 20 (примерно 508 мм рт. ст.) до примерно 25 (примерно 635 мм рт.ст.) дюймов ртутного столба. Внутренняя часть барабана может сообщаться с вакуумным насосом и/или источником вакуума, например, для поддержания давления, как описано выше. Рабочая поверхность фильтровального устройства может включать фильтрующую ткань, такую как плетеная ткань, например, имеющая переплетение, выбранное из группы, состоящей из саржевого переплетения, миткалевого переплетения, атласного переплетения, узелкового переплетения, переплетения типа «рогожка», переплетения типа "Оксфорд" и их комбинаций. Фильтрующая ткань может иметь пористость, величина которой варьирует от примерно 1 до 100 куб. фут/мин/фут² (от 18,3 до 1830 м³/(м²×ч)) (например, от примерно 1 до 3 (от примерно 18,3 до 55 м³/(м²×ч)), от примерно 1 до 10 (от примерно 18,3 до 183 м³/(м²×ч)), от примерно 10 до 30 (от примерно 183 до 549 м³/(м²×ч)), от примерно 15 до 20 (от примерно 275 до 366 м³/(м²×ч)), от примерно 30 до 50 (от примерно 549 до 915 м³/(м²×ч)), от примерно 30 до 40 (от примерно 549 до 732 м³/(м²×ч)), от примерно 50 до 70 (от примерно 915 до 1281 м³/(м²×ч)). Фильтровальное устройство может содержать нож для непрерывного удаления твердой фракции, осажженной на рабочей поверхности барабана, при вращении барабана относительно ножа. Например, нож перемещается в направлении, перпендикулярном к рабочей поверхности барабана со скоростью, отрегулированной для непрерывного удаления межфазной области, содержащей твердую фракцию осахаренного материала и вспомогательный фильтрующий материал. Например, скорость, можно отрегулировать таким образом,

чтобы поддержать установленный перепад давления между внутренней и наружной частями барабана. Фильтрация материала биомассы, который был обработан, например подвергнут осахариванию и/или ферментации, может быть сложным и медленным процессом. Обработанная биомасса включает частицы различных размеров и форм (например, волокна, зернистые частицы, микрочастицы, наночастицы, коллоиды и более крупные частицы), полимеры (например, ферменты, белки, полисахариды, лигнин), живые и/или мертвые клетки (например, из дрожжей, бактерий или грибов, применяемых для обработки биомассы), и маленькие молекулы (например, аминокислоты, мономерные сахара, органические кислоты, спирты). Системы фильтрации биомассы, описанные в настоящем документе, как правило, препятствуют закупорке и позволяют осветлить даже самые густые суспензии из биомассы.

Варианты реализации изобретения могут включать один или более из следующих суммарных признаков. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения выбранные признаки можно применять или использовать в любом порядке, тогда как согласно другим вариантам реализации изобретения применяют или используют конкретную выбранную последовательность. Отдельные признаки можно применять или использовать несколько раз в любой последовательности и даже непрерывно. Кроме того, всю последовательность или часть последовательности применяемых или используемых признаков можно применять или использовать один раз, неоднократно или непрерывно в любом порядке. Согласно некоторым возможным вариантам реализации изобретения указанные признаки можно применять или использовать с другими или, где это применимо, этими же, заданными или варьирующими, количественными или качественными параметрами, определяемыми специалистом в данной области техники. Например, параметры таких признаков, как размер, индивидуальные размеры (например, длина, ширина, высота), место, степень (например, в какой степени, например, степени сопротивляемости обработке), продолжительность, частота применения, плотность, концентрация, интенсивность и скорость, можно изменять или установить, где это применимо, как определяется специалистом в данной области техники.

Признаки, например, включают способ отделения твердой фракции от жидкой фракции суспензии; осахаривание биомассы и нанесение осахаренной биомассы на поверхность фильтровального устройства; способ отделения твердой фракции от жидкой фракции суспензии; осахаривание биомассы и нанесение осахаренной биомассы на наружную часть фильтровального устройства; применение устройства с барабанным вращающимся фильтром; фильтрация осахаренной биомассы, содержащей глюкозу; фильтрация осахаренной биомассы, содержащей ксилозу; фильтрация осахаренной биомассы, содержащей водный растворитель; фильтрация осахаренной биомассы, содержащей неводный растворитель; фильтрация осахаренной биомассы, включающей клетки; фильтрация осахаренной биомассы, включающей дрожжевые клетки; фильтрация осахаренной биомассы, включающей бактериальные клетки; фильтрация осахаренной биомассы, включающей клетки грибов; фильтрация осахаренной биомассы, включающей белковый материал; фильтрация осахаренной биомассы, включающей, по существу, денатурированный белковый материал; фильтрация осахаренной биомассы, включающей белковый материал; фильтрация осахаренной биомассы, включающей ферментный материал; фильтрация осахаренной биомассы, включающей продукт ферментации; фильтрация осахаренной биомассы, включающей спирт; фильтрация осахаренной биомассы, включающей этанол; фильтрация осахаренной биомассы, включающей бутанол; фильтрация осахаренной биомассы, включающей органическую кислоту; фильтрация осахаренной биомассы, включающей масляную кислоту; фильтрация осахаренной биомассы, по существу не содержащей один или более растворимых Сахаров, из которых состоит биомасса; применение композиции биомассы, включающей глюкозу, и фильтрация осахаренной биомассы, когда она по существу не содержит глюкозы; применение композиции биомассы, включающей ксилозу, и фильтрация осахаренной биомассы, когда она по существу не содержит ксилозы; применение биомассы, которая была подвергнута осахариванию с помощью одного или более осахаривающего агента; применение биомассы, которая была подвергнута осахариванию с помощью осахаривающего агента, включающего ферменты; применение биомассы, которая была подвергнута осахариванию с помощью осахаривающего агента, включающего кислоты; применение биомассы, которая была подвергнута осахариванию с помощью осахаривающего агента, включающего основания; применение биомассы, которая была подвергнута осахариванию с помощью осахаривающего агента, включающего окислители; применение осахаривающего агента, включающего серную кислоту; применение осахаривающего агента, включающего разлагающий клетчатку фермент; применение биомассы, которая перед осахариванием была обработана для уменьшения ее сопротивляемости обработке; уменьшение сопротивляемости биомассы обработке путем обработки ее перед осахариванием с помощью электронно-лучевого облучения; применение фильтровального устройства, содержащего вращающийся барабан, через рабочую фильтрующую поверхность которого может проходить жидкая фракция осахаренного материала, при этом твердая фракция осахаренного материала остается на указанной рабочей поверхности; применение фильтровального устройства, содержащего вращающийся барабан с рабочей фильтрующей поверхностью, при этом рабочая фильтрующая поверхность содержит вспомогательный фильтрующий материал, выступающий снаружи указанной поверхности; применение вспомогательного фильтрующего материала, который покрывает, по существу, всю рабочую фильтрующую поверхность устройства с барабанным вращающимся фильтром; применение вспомогательного фильтрующего материала, включающего диа-

томовую землю; применение целита на рабочей фильтрующей поверхности; применение диатомовой земли на рабочей фильтрующей поверхности; применение пемзы на рабочей фильтрующей поверхности; применение перлита на рабочей фильтрующей поверхности; применение глинозема на рабочей фильтрующей поверхности; применение цеолитов на рабочей фильтрующей поверхности; применение песка на рабочей фильтрующей поверхности; применение целлюлозного материала на рабочей фильтрующей поверхности; применение лигноцеллюлозного материала на рабочей фильтрующей поверхности; вспомогательный фильтрующий материал, выступающий на расстояние от примерно 0,5 до примерно 250 мм от рабочей фильтрующей поверхности; вспомогательный фильтрующий материал, выступающий на расстояние от примерно 1 до примерно 100 мм от рабочей фильтрующей поверхности; вспомогательный фильтрующий материал, выступающий на расстояние от примерно 1 до примерно 50 мм от рабочей фильтрующей поверхности; вспомогательный фильтрующий материал, выступающий на расстояние от примерно 0,5 до примерно 250 мм от рабочей фильтрующей поверхности; вспомогательный фильтрующий материал, выступающий на расстояние от примерно 2 до примерно 25 мм от рабочей фильтрующей поверхности; фильтровальное устройство, включающее вращающийся барабан с внутренней частью, при этом давление внутренней части поддерживают более низким, чем давление рабочей фильтрующей поверхности; применение фильтровального устройства, включающего вращающийся барабан с внутренней частью, при этом перепад давления между внутренней частью и рабочей фильтрующей поверхностью поддерживают в диапазоне от примерно 20 (примерно 508 мм рт.ст.) до примерно 25 (примерно 635 мм рт.ст.) дюймов ртутного столба; применение фильтровального устройства, включающего вращающийся барабан с внутренней частью, при этом внутренняя часть сообщается с вакуумным насосом; применение фильтровального устройства, включающего вращающийся барабан с внутренней частью, при этом внутренняя часть сообщается с источником вакуума; применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с саржевым переплетением; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с миткалевым переплетением; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с атласным переплетением; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с узелковым переплетением; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с переплетением типа "рогожка"; применение фильтровального устройства, включающего плетеную фильтрующую ткань с переплетением типа "Оксфорд"; применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 1 до 100 куб. фут/мин/фут² (от 18,3 до 1830 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 1 до 3 куб. фут/мин/фут² (от примерно 18,3 до 55 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 1 до 10 куб. фут/мин/фут² (от примерно 18,3 до 183 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 10 до 30 куб. фут/мин/фут² (от примерно 183 до 549 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 15 до 20 куб. фут/мин/фут² (от примерно 275 до 366 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 30 до 50 куб. фут/мин/фут² (от примерно 549 до 915 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, включающего фильтрующую ткань, диапазон пористости которой составляет от примерно 50 до 70 куб. фут/мин/фут² (от примерно 915 до 1281 м³/(м²×ч)); применение фильтровального устройства, содержащего вращающийся барабан с рабочей фильтрующей поверхностью и ножом для непрерывного удаления твердой фракции, осажденной на рабочей поверхности барабана, при вращении барабана относительно ножа; применение фильтровального устройства, содержащего вращающийся барабан с рабочей фильтрующей поверхностью и ножом для непрерывного удаления твердой фракции, осажденной на рабочей поверхности барабана, при вращении барабана относительно ножа, при этом нож перемещается в направлении, перпендикулярном рабочей поверхности барабана со скоростью, отрегулированной для непрерывного удаления межфазной области, содержащей твердую фракцию осажаренного материала и вспомогательный фильтрующий материал; применение вибрирующего грохота для удаления твердой фракции из осажаренной биомассы до и/или после нанесения осажаренной биомассы на наружную часть фильтровального устройства.

Все публикации, заявки на патент, патенты и другие ссылки, упомянутые в настоящем документе или прилагаемые к нему, в полном объеме включены посредством ссылки, для включения всего материала, который они содержат.

Описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой очень схематическое изображение системы фильтрации с применением вращающегося вакуумного барабана (RVDF).

Фиг. 1A представляет собой увеличенное изображение одного участка системы RVDF, показанной

на фиг. 1, на котором твердую фракцию соскабливают с барабана.

На фиг. 2 показаны некоторые фильтрующие ткани.

Фиг. 3А, 3В и 3С представляют собой блок-схемы, иллюстрирующие примеры процессов фильтрации и концентрирования.

На фиг. 4А показано перспективное изображение в разобранном виде вращающегося устройства для фильтрации под давлением. На фиг. 4В, 4С, 4D и 4Е показаны боковые схематические изображения, иллюстрирующие способ обработки материалов с применением указанного устройства для фильтрации.

На фиг. 5А показано схематическое изображения ленточного фильтра сбоку. На фиг. 5В, 5С, 5D и 5Е показаны подробные изображения различных зон устройства для фильтрации.

Подробное описание изобретения

Используя способы, описанные в настоящем документе, биомассу (например, растительную биомассу, биомассу животных, бумагу и биомассу бытовых отходов) можно обработать с получением полезных промежуточных соединений и продуктов, таких как органические кислоты, соли органических кислот, ангидриды, простые эфиры органических кислот и топливо, например, топливо для двигателей внутреннего сгорания или сырье для топливных элементов.

Многие из способов, описанных в настоящем документе, включают осахаривание биомассы для получения Сахаров, и в некоторых случаях ферментацию (или другие способы биообработки или химического превращения) полученных Сахаров с получением других продуктов и/или промежуточных соединений. После осахаривания и/или ферментации (или другой обработки) часто желательно удалить твердую фракцию посредством процесса фильтрации и в некоторых случаях сконцентрировать жидкий фильтрат. Настоящее изобретение относится к методам осуществления такой фильтрации, как правило, без закупорки даже в случае густых (или высококонцентрированных) суспензий.

На фиг. 1 показан пример системы 10 фильтрации с применением вращающегося вакуумного барабана (RVDF). Система RVDF 10 включает барабан 12, нижняя часть которого расположена в баке 13. Внутренняя часть барабана находится под вакуумом, например, за счет сообщения с вакуумным насосом 34. Для уменьшения количества влаги, засасываемой в вакуумный насос, можно установить влагоуловитель или водно-воздушный сепаратор 32. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения барабан содержит каналы, которые проходят от поверхности барабана к центральной полой оси (не показано), при этом наружная поверхность барабана покрыта фильтрующей тканью (также не показано). Фильтрующая ткань при эксплуатации барабана образует наружную поверхность барабана 12. Некоторые подробности в отношении фильтрующей ткани будут описаны ниже со ссылкой на фиг. 2 после более подробного рассмотрения фиг. 1.

Благодаря пористости фильтрующей ткани и нижележащих каналов на поверхности барабана, вакуум, действующий на внутренней части барабана, распространяется на материал на поверхности фильтрующей ткани. Бак 13 имеет впускное отверстие 14, через которое можно загрузить вспомогательный фильтрующий материал, суспензию или осахаренный материал. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения можно использовать отдельные впускные отверстия для вспомогательного фильтрующего материала и осахаренного материала. Суспензию вспомогательного фильтрующего материала или осахаренный материал можно подавать из контейнера для суспензии и контейнера для осахаренного материала (не показано). Контейнеры могут представлять собой, например, барабан, бак, ферментер или осахариватель, например, объем которого составляет от 100 до 150000 галлонов (от примерно 379 до примерно 567811 л), например, от 10000 до 75000 галлонов (от примерно 37854 до примерно 283905 л) (описано ниже). Контейнер для вспомогательного фильтрующего материала может содержать смеситель, такой как мешалка, оборудованная перемешивающим пропеллером, облегчающий суспендирование вспомогательного фильтрующего материала в жидкой фазе (воде). Контейнер для осахаренного материала и бак 13 также могут содержать смеситель. Бак 13 загружают с помощью насоса (например, поршневого насоса прямого вытеснения) или под действием силы тяжести. Бак также включает переливное отверстие 16, через которое материал может выйти из бака в случае переполнения.

При применении для фильтрования материала биомассы, такого как осахаренный материал, барабан предпочтительно сначала покрывают слоем 17 вспомогательного фильтрующего материала. Барабан покрывают путем введения суспензии вспомогательного фильтрующего материала в бак 13 и вращательного движения барабана 12 при постоянной скорости через указанную суспензию, при этом внутреннюю часть барабана помещают под вакуум, составляющий, например, от 10 до 15 дюймов рт. ст. (от примерно 254 до примерно 381 мм рт. ст.) Вода просачивается через фильтрующую ткань, а вспомогательный фильтрующий материал осаждается на указанной ткани в виде однородного слоя. Для проведения требуемого процесса толщина слоя вспомогательного фильтрующего материала может быть изменена и оптимизирована (например, в зависимости от концентрации и состава осахаренного материала, подлежащего обработке). Например, можно использовать слой 17 суспензии вспомогательного фильтрующего материала с толщиной от примерно 0,1 до 30 дюймов (от примерно 0,254 до 76,2 см) (например, от 0,5 до 20 дюймов (от 1,27 до 50,8 см), от 1 до 20 дюймов (от 2,54 до 50,8 см), от 5 до 20 дюймов (от 12,7 до 50,8 см), от 0,5 до 10 (от 1,27 до 25,4 см), от 0,5 до 5 (от 1,27 до 12,7 см), от 1 до 5 (от 2,54 до 12,7 см) или от 1 до 3 дюймов (от 2,54 до 7,62 см)).

Вспомогательный фильтрующий материал увеличивает площадь поверхности барабана, предоставляемую материалу, подвергаемому фильтрованию, и улучшает способность к фильтрованию и емкость RVDF, что, в общем, позволяет отфильтровать больше материала и/или более мелкие частицы. Вспомогательные фильтрующие материалы могут включать диатомовую землю, такую как целит, стекло, такое как кварцевое стекло, такое как вулканическое аморфное стекло, такое как перлит, целлюлозный или лигноцеллюлозный материал, кремнезем, глинозем, цеолит, песок или смеси любых из перечисленных вспомогательных фильтрующих материалов.

После нанесения на барабан покрытия из вспомогательного фильтрующего материала, в бак 13 добавляют осахаренный материал 15. Это можно сделать путем сначала замены вспомогательного фильтрующего материала на воду с последующим добавлением осахаренного материала, или просто путем добавления осахаренного материала и перемешивания его с суспензией вспомогательного фильтрующего материала, которую медленно разбавляют и заменяют по мере просачивания жидкой фракции через барабанный фильтр. Согласно альтернативному варианту реализации изобретения можно непрерывно добавлять вспомогательный фильтрующий материал, при этом в осахаренном материале поддерживают низкую концентрацию указанного фильтрующего материала, что может увеличить эффективность фильтрации, но что также обычно повышает ее стоимость.

При фильтровании осахаренного материала приложенный вакуум обычно возрастает, например, до от 20 до 30 дюймов ртутного столба (от примерно 508 до примерно 762 мм рт.ст.) (например, от примерно 20 до 25 дюймов (от примерно 508 до примерно 635 мм рт.ст.) или от примерно 25 до 30 дюймов (от примерно 635 до примерно 762 мм рт.ст.)). Предпочтительно не позволять поверхности барабана с вспомогательным фильтрующим материалом и осахаренным материалом полностью высохнуть, поскольку это может привести к формированию каналов через вспомогательный фильтрующий материал, что может понизить эффективность фильтра. При применении для фильтрования осахаренного материала, барабан 12 непрерывно вращается в направлении стрелки А, снимая слой 18 осахаренного материала с бака 13. Барабан фильтра может проходить под одной или более разбрызгивающих насадок или стержней 20, которые распыляют промывочную жидкость (например, воду) 22 на слой 18. Промывочная жидкость облегчает экстракцию растворимого материала из твердой фракции.

Вакуум, генерируемый вакуумным насосом 34, выталкивает жидкость из указанного слоя и втягивает внутрь барабана 12 через поры фильтрующей ткани. Сборник фильтрата 30 связан посредством трубы с герметичным баком 26, в который поступают фильтраты (промывная вода и жидкость и разбавленная твердая фракция из осахаренного материала). Насос для фильтрата 31 предназначен для перемещения фильтратов из системы в сборный резервуар или другую приемную площадку (не показано). Согласно альтернативному варианту реализации изобретения сборник фильтрата непосредственно связан с насосом 31 и герметичный бак 26 не используют.

Вакуумный насос 34 можно заменить альтернативными источниками вакуума. Например, можно использовать инжектор (например, паровой инжектор, эжекторный струйный насос).

Между слоями 17 и 18 имеется межфазная область 40, показанная на фиг. 1А. Межфазная область содержит как осахаренный материал, так и вспомогательный фильтрующий материал. Межфазная область может иметь градиент концентраций материала, например, направленный перпендикулярно к поверхности барабана, переходящий от по существу твердой фракции осахаренного материала к вспомогательному фильтрующему материалу. Нож 28 удаляет слой твердого вещества с поверхности барабана, и при идеальной работе, удаляет осахаренный материал и межфазную область. Если межфазную область не удаляют, указанная межфазная область растет и может препятствовать потоку текучих сред через барабан фильтра. Такое препятствие может вызвать вспенивание вследствие перепада давления внутри барабана или даже полное прекращение фильтрации. Таким образом, если межфазная область и слой вспомогательного фильтрующего материала не удаляются, количество материала, которое можно отфильтровать, уменьшается, и вспомогательный фильтрующий материал расходуется впустую.

Нож 28 медленно перемещается по направлению к барабану со скоростью, позволяющей осуществлять непрерывное удаление осахаренного материала и межфазной области. Скорость движения ножа можно регулировать вручную или автоматически, при этом указанная скорость может быть основана, например, на вакууме, измеренном во внутренней части барабана, или оптическом детекторе, направленном на слой 17, 18 и/или 40. Например, при использовании измерения вакуума для регулирования скорости движения ножа, можно поддерживать оптимальный вакуум от 20 до 25 дюймов рт.ст. (от примерно 508 до 635 примерно мм рт.ст.) путем увеличения скорости ножа, когда величина вакуума поднимается выше 25 дюймов рт.ст. (примерно 635 мм рт.ст.), и уменьшения скорости ножа, когда величина вакуума падает ниже 20 дюймов ртутного столба (примерно 508 мм рт.ст.). Раствор осахаренного материала, который подвергают фильтрованию, может содержать от примерно 1 до 90 мас.% суспензированной твердой фракции (например, от примерно 1 до 80 мас.%, от примерно 1 до 70 мас.%, от примерно 1 до 60 мас.%, от примерно 1 до 50 мас.%, от примерно 1 до 40 мас.%, от примерно 1 до 30 мас.%, от примерно 1 до 20 мас.%, от примерно 5 до 80 мас.%, от примерно 5 до 60 мас.%, от примерно 5 до 40 мас.%, от примерно 5 до 20 мас.%, от примерно 10 до 80 мас.%, от примерно 10 до 60 мас.%, от примерно 10 до 40 мас.%, от примерно 10 до 20 мас.%, от примерно 15 до 80 мас.%, от примерно 15 до 60 мас.%, от при-

мерно 15 до 40 мас.%, от примерно 15 до 20 мас.%, от примерно 20 до 80 мас.%, от примерно 20 до 60 мас.%, от примерно 20 до 40 мас.%, от примерно 5 до 20 мас.%, от примерно 30 до 80 мас.%, от примерно 30 до 60 мас.%, от примерно 30 до 40 мас.%, от примерно 40 до 80 мас.%, от примерно 40 и 60 мас.%).

При перемещении слоя 18 в направлении, указанном стрелкой А, указанный слой становится все более и более сухим вследствие того, что вакуум вытягивает из него жидкость и направляет ее в барабан. К тому времени, когда указанный слой достигает ножа 28, он сравнительно сухой, например, содержит влагу в количестве менее примерно 50% (менее 40%, менее 35%, менее 30%, менее 25% или даже менее 20%), например от 20 до 50%, от 20 до 40%, или от 30 до 50%.

Выбор фильтрующей ткани зависит от применения, например, степени осахаривания и первоначального размера частиц биомассы. Фильтрующая ткань является пористой (например, проницаемой), что позволяет вытягивать жидкость из материала на ее поверхности во внутреннюю часть барабана под действием вакуума. Например, фильтрующая ткань может быть в форме проволочного сита, сети, плетеной ткани или т.п., и может быть выполнена из металла, синтетического волокна (например, полипропилена, полиэстера, полиамида, поливинилового спирта), природного волокна (например, хлопка) или комбинаций перечисленных и/или других материалов. Можно использовать ткани с диапазонами пористости от примерно 1 до 100 куб. фут/мин/фут² (от 18,3 до 1830 м³/(м²×ч)) (например, от примерно 1 до 3 (от примерно 18,3 до 55 м³/(м²×ч)), от примерно 1 до 10 (от примерно 18,3 до 183 м³/(м²×ч)), от примерно 10 до 30 (от примерно 183 до 549 м³/(м²×ч)), от примерно 15 до 20 (от примерно 275 до 366 м³/(м²×ч)), примерно 30 до 50, от примерно 30 до 40 (от примерно 549 до 732 м³/(м²×ч)), от примерно 50 до 70 (от примерно 915 до 1281 м³/(м²×ч)). Величина пористости, куб. фут/мин/фут², для ткани определяется потоком проходящего через ткань воздуха, и представляет собой количество кубических футов воздуха, проходящих в минуту через один квадратный фут среды при потере давления 0,5 дюймов (примерно 0,935 мм) (водяного столба). Фильтрующая ткань может быть плетеной, например, иметь саржевое переплетение, миткалевое переплетение, атласное переплетение, узелковое переплетение, переплетение типа «рогожка», переплетение типа "Оксфорд" и их комбинации. Также можно использовать различные типы нитей, например, скрученные, многонитевые, моноплетенные, каландрированные многонитевые и их комбинации. На фиг. 2 показаны некоторые типы фильтрующих тканей, которые можно использовать на барабане 12. Например 210 представляет собой полиэстеровую фильтрующую ткань с миткалевым переплетением с пористостью 45 л м⁻²с⁻¹ (228,60 куб. фут/мин/фут²), 220 представляет собой полиэстеровую ткань с саржевым переплетением с пористостью 54 м⁻²с⁻¹ (274,32 куб. фут/мин/фут²), 230 представляет собой полиэстеровую ткань с атласным переплетением с пористостью 22 л м⁻²с⁻¹ (111,76 куб. фут/мин/фут²) и 240 представляет собой полиэстеровую ткань с пористостью 22 л м⁻²с⁻¹ (111,76 куб. фут/мин/фут²).

На фиг. 3А, 3В и 3С показаны три примера, как можно использовать фильтрацию и концентрирование в процессе превращения сырьевого материала. Во всех трех примерах, RVDF используют для разделения дистиллятного остатка на твердую часть и жидкую часть. После удаления из дистиллятного остатка твердой фракции фильтрат можно подвергнуть дополнительной обработке. Изобретательскими признают и другие примеры, которые не были показаны на чертежах. Например, способы, в которых фильтрацию посредством RVDF применяют перед ферментацией, представляют собой дополнительные варианты реализации настоящего изобретения.

В способе, показанном на фиг. 3А, RVDF 340 применяют для фильтрования дистиллятного остатка (например, концентрированной смеси), полученного при осахаривании 310, ферментации 320 и последующей дистилляции 330.

В способе, показанном на фиг. 3В, RVDF 340 применяют для фильтрования смеси, полученной при осахаривании 310, предварительной фильтрации с помощью центрифуги 350 и последующей дистилляции 330. Центрифуга может представлять собой, например, шнековую декантирующую центрифугу непрерывного действия.

В способе, показанном на фиг. 3С, RVDF 340 выполняют после следующих операций: осахаривания 310, предварительной фильтрации с помощью вибропросеивания 360 и последующей дистилляции 330. Размер ячеек вибрирующего грохота может составлять, например, от примерно 10 до 200 меш (например, от примерно 20 до 100, от примерно 20 до 90, от примерно 20 до 80, от примерно 20 до 70, от примерно 20 до 60, от примерно 20 до 50, от примерно 20 до 40, от примерно 20 до 30, от примерно 30 до 90, от примерно 30 до 80, от примерно 30 до 70, от примерно 30 до 60, от примерно 30 до 50, от примерно 30 до 40, от примерно 40 до 90, от примерно 40 до 80, от примерно 40 до 70, от примерно 40 до 60, от примерно 40 до 50, от примерно 50 до 90, от примерно 50 до 80, от примерно 50 до 70, от примерно 50 до 60, от примерно 60 до 90, от примерно 60 до 80, от примерно 60 до 70, от примерно 70 до 80, от примерно 70 до 90, от примерно 80 до 90, от примерно 50 до 150, от примерно 80-180, от примерно 50 до 110, от примерно 60 до 120, от примерно 40 до 110, от примерно 150 до 200).

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения перед ферментацией предпочтительно удалить часть твердой фракции, при этом в суспензии останется от примерно 0 до 20 мас.%, твердой фракции, (например, от примерно 1 до 10 мас.%, от примерно 5 до 10 мас.%).

Также может быть предпочтительно денатурировать любые белки, которые могут присутствовать

после осахаривания и/или ферментации. Например, белки можно денатурировать путем повышения или понижения pH и/или нагревания растворов.

В каждом случае твердую фракцию, извлеченную с помощью RVDF, можно, например, сжечь в процессе совместного производства тепловой и электрической энергии для выработки энергии, использовать в качестве добавки к питательной среде в процессах ферментации, описанных в настоящем документе, и/или использовать в качестве сырья или других продуктов.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения центрифугирование или другие методы фильтрации можно использовать вместо RVDF или наряду с RVDF. Например, лигнин и другие твердые фракции можно удалить на любой требуемой стадии процесса путем центрифугирования, например, используя шнековую декантирующую центрифугу непрерывного действия.

Больше подробностей и повторных описаний способов обработки сырьевого материала, которые можно использовать, например, с вариантами реализации изобретения, уже описанными выше, или согласно другим вариантам реализации изобретения рассмотрено в последующем описании.

Системы для обработки сырьевого материала

Системы, способы и оборудование для фильтрования (например, RVDF) можно применить для материалов, которые были обработаны, как описано выше, а также как описано в любом месте в настоящем документе.

Например, процессы превращения сырьевого материала в сахара и другие продукты, в которых можно использовать описанные выше способы, могут включать, например, возможную предварительную обработку сырьевого материала физическими способами, например, для уменьшения его размера, до и/или после такой обработки, возможную обработку сырьевого материала для уменьшения его сопротивляемости обработке (например, путем облучения) и осахаривание сырьевого материала с получением раствора сахара. Осахаривание можно осуществить путем смешивания дисперсии сырьевого материала в жидкой среде, например, воде, с ферментом, как будет подробно описано ниже. Во время или после осахаривания смесь (если осахаривание должно быть частично или полностью выполнено в пути) или раствор можно транспортировать, например, с помощью трубопровода, железнодорожного вагона, грузового автомобиля или баржи, на производственное предприятие. После осахаривания раствор можно отфильтровать, например, используя RVDF. На предприятии указанный раствор можно подвергнуть биологической обработке, например, ферментации, с получением требуемого продукта или промежуточного соединения, которое можно затем обработать дополнительно, например, путем дистилляции, RVDF. Отдельные стадии обработки, применяемые материалы и примеры продуктов и промежуточных соединений, которые могут быть получены, будут подробно описаны ниже.

Обработка излучением

Сырьевой материал можно обработать путем облучения для модифицирования его структуры для уменьшения сопротивляемости материала обработке. Такая обработка позволяет, например, понизить среднюю молекулярную массу исходного сырья, изменить кристаллическую структуру исходного сырья и/или увеличить площадь поверхности и/или пористость исходного сырья. Облучение можно осуществить с помощью, например, пучка электронов, ионного пучка, ультрафиолетового (УФ) излучения с длиной волны от 100 до 280 нм, гамма-излучения или рентгеновского излучения. Обработка облучением и системы для такой обработки описаны в патенте США 8142620 и в заявке на патент США № 12/417731, полное описание которых включено в настоящий документ посредством ссылки.

Каждая форма излучения ионизирует биомассу посредством конкретных взаимодействий, которые определяются энергией излучения. Тяжелые заряженные частицы в основном ионизируют вещества за счет кулоновского рассеяния; кроме того, указанные взаимодействия генерируют быстрые электроны, которые могут дополнительно ионизировать вещество. Альфа-частицы идентичны ядру атома гелия и образуются при альфа-распаде различных радиоактивных ядер, таких как изотопы висмута, полония, астата, радона, франция, радия, некоторых актинидов, таких как актиний, торий, уран, нептуний, кюрий, калифорний, америций и плутоний. Электроны взаимодействуют через кулоновское рассеяние и тормозное излучение, возникающее при изменении скорости электронов.

При применении частиц они могут быть нейтральными (незаряженными), положительно заряженными или отрицательно заряженными. Будучи заряженными, заряженные частицы могут нести один положительный или отрицательный заряд или несколько зарядов, например, один, два, три или даже четыре или более зарядов. В тех случаях, когда необходимо расщепление цепей для изменения молекулярной структуры углеводсодержащего материала, предпочтительными могут быть положительно заряженные частицы, в том числе, благодаря их кислотной природе. При применении частиц указанные частицы могут иметь массу покоящегося электрона или больше, например, в 500, 1000, 1500 или 2000 или более раз больше массы покоящегося электрона. Например, частицы могут иметь массу от примерно 1 атомной единицы до примерно 150 атомных единиц, например, от примерно 1 атомной единицы до примерно 50 атомных единиц или от примерно 1 до примерно 25, например, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12 или 15 атомных единиц.

Гамма облучение имеет преимущество, состоящее в значительной глубине проникновения в различные материалы в образце.

Согласно вариантам реализации изобретения, в которых облучение осуществляют посредством электромагнитного излучения, энергия на фотон (в электрон-вольтах) электромагнитного облучения может составлять, например, больше, чем 10^2 эВ, например, больше 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 или даже больше 10^7 эВ. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения энергия на фотон электромагнитного излучения составляет от 10^4 до 10^7 , например, от 10^5 до 10^6 эВ. Частота электромагнитного излучения может составлять, например, больше 10^{16} Гц, больше 10^{17} Гц, 10^{18} , 10^{19} , 10^{20} или даже больше 10^{21} Гц. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения частота электромагнитного облучения составляет от 10^{18} до 10^{22} Гц, например от 10^{19} до 10^{21} Гц.

Бомбардировку электронами можно осуществить с помощью электронно-лучевого устройства, номинальная энергия которого составляет менее 10 МэВ, например, менее 7 МэВ, менее 5 МэВ или менее 2 МэВ, например, от примерно 0,5 до 1,5 МэВ, от примерно 0,8 до 1,8 МэВ или от примерно 0,7 до 1 МэВ. Согласно другим вариантам реализации изобретения номинальная энергия составляет от примерно 500 до 800 кэВ.

Пучок электронов может иметь сравнительно высокую суммарную мощность (объединенную мощность пучка всех ускоряющих головок, или, при применении нескольких ускорителей, всех ускорителей и всех головок), например, по меньшей мере 25 кВт, например, по меньшей мере 30, 40, 50, 60, 65, 70, 80, 100, 125 или 150 кВт. В некоторых случаях мощность даже составляет 500, 750 или даже 1000 кВт или более. В некоторых случаях мощность пучка электронов составляет 1200 кВт или более, например 1400, 1600, 1800 или даже 3000 кВт.

Такую высокую суммарную мощность пучка обычно достигают путем применения нескольких ускоряющих головок. Например, электронно-лучевое устройство может включать две, четыре или более ускоряющих головки. Применение нескольких головок, каждая из которых имеет сравнительно низкую мощность пучка, предотвращает чрезмерное повышение температуры материала, предотвращая, тем самым, горение материала, и также увеличивает однородность дозы, проходящей через толщину слоя материала.

В целом, предпочтительно, что слой материала биомассы имеет сравнительно равномерную толщину. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения толщина составляет меньше примерно 1 дюйма (2,54 см) (например, меньше примерно 0,75 дюйма (1,905 см), меньше примерно 0,5 дюйма (1,27 см), меньше примерно 0,25 дюйма (0,635 см), меньше примерно 0,1 дюйма (0,254 см), от примерно 0,1 (0,254 см) до 1 дюйма (2,54 см), от примерно 0,2 (0,508 см) до 0,3 дюйма (0,762 см)).

Желательно обрабатывать материал как можно быстрее. В целом, предпочтительно, когда обработку можно выполнить при мощности дозы излучения большей, чем примерно 0,25 Мрад·с, например больше примерно 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2, 5, 7, 10, 12, 15 или даже больше примерно 20 Мрад·с, например, от примерно 0,25 до 2 Мрад·с. Более высокие мощности дозы позволяют обеспечить более высокую пропускную способность заданной (например, требуемой) дозы. Более высокие мощности дозы в целом требуют более высокие линейные скорости для избежания термического разложения материала. Согласно одному из вариантов реализации изобретения ускоритель устанавливают на 3 МэВ, ток пучка 50 мА и линейная скорость составляет 24 футов/мин (731,52 см/мин), для толщины образца примерно 20 мм (например, измельченного материала из стержня кукурузного початка с объемной плотностью 0,5 г/см³).

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения бомбардировку электронами осуществляют до получения материалом суммарной дозы по меньшей мере 0,1, 0,25, 1, 5 Мрад, например, по меньшей мере 10, 20, 30 или по меньшей мере 40 Мрад. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения обработку осуществляют до получения материалом дозы от примерно 10 до примерно 50 Мрад, например от примерно 20 до примерно 40 Мрад или от примерно 25 до примерно 30 Мрад. Согласно другим вариантам реализации изобретения предпочтительной является суммарная доза от 25 до 35 Мрад, применяемая в идеале на протяжении пары циклов, например, при 5 Мрад/цикл, при этом каждый цикл продолжается в течение примерно одной секунды. Способы, системы и оборудование для охлаждения можно использовать перед, после во время и/или между циклами облучения (например, путем применения охлаждающего винтового транспортера и/или охлаждаемого вибрационного транспортера).

Используя несколько головок, как описано выше, материал можно обработать за несколько циклов, например, за два цикла при дозе от 10 до 20 Мрад/цикл, например от 12 до 18 Мрад/цикл, разделенных несколькими секундами охлаждения, или за три цикла при дозе от 7 до 12 Мрад/цикл, например от 5 до 20 Мрад/цикл, от 10 до 40 Мрад/цикл, от 9 до 11 Мрад/цикл. Как описано в настоящей заявке, обработка материала с помощью нескольких сравнительно низких доз обычно лучше, чем одна высокая доза, предотвращает перегревание материала и также повышает однородность дозы, проходящей через толщину материала. Согласно другим вариантам реализации изобретения материал перемешивают или иным образом смешивают во время или после каждого цикла и затем перед следующим циклом опять выравнивают с получением равномерного слоя для дополнительного повышения однородности при обработке.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения электроны ускоряются, например, до скорости больше чем 75% относительно скорости света, например, больше чем 85, 90, 95 или 99% относительно скорости света.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения любую обработку, описанную в настоящей заявке, проводят с применением лигноцеллюлозного материала, который остается сухим, как при покупке, или который был высушен, например, с помощью тепла и/или пониженного давления. Например, согласно некоторым вариантам реализации изобретения целлюлозный и/или лигноцеллюлозный материал содержит менее примерно 25 мас.% удерживаемой воды, измеренной при 25°C и при относительной влажности 50% (например, менее примерно 20 мас.%, менее примерно 15 мас.%, менее примерно 14 мас.%, менее примерно 13 мас.%, менее примерно 12 мас.%, менее примерно 10 мас.%, менее примерно 9 мас.%, менее примерно 8 мас.%, менее примерно 7 мас.%, менее примерно 6 мас.%, менее примерно 5 мас.%, менее примерно 4 мас.%, менее примерно 3 мас.%, менее примерно 2 мас.%, менее примерно 1 мас.% или менее примерно 0,5 мас.%).

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения можно применять два или более ионизирующих источников, таких как два или более источника электронов. Например, пробы можно обрабатывать, в любом порядке, с помощью пучка электронов, с последующим гамма-облучением и УФ-облучением с длинами волн от примерно 100 до примерно 280 нм. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения пробы обрабатывают с помощью трех источников ионизирующего облучения, таких как пучок электронов, гамма-облучение и УФ-облучение с высокой энергией. Биомассу перемещают через зону обработки, где ее можно подвергнуть бомбардировке электронами.

Может быть предпочтительным повторить обработку для более основательного уменьшения сопротивляемости биомассы обработке и/или дополнительного модифицирования биомассы. В частности, технологические параметры можно отрегулировать после первого (например, второго, третьего, четвертого или более) цикла в зависимости от сопротивляемости материала обработке. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения можно использовать транспортер, который содержит круговую систему, в которой биомассу несколько раз перемещают через различные процессы, описанные выше. Согласно некоторым другим вариантам реализации изобретения для многократной обработки биомассы (например, 2, 3, 4 или более раз) применяют несколько обрабатывающих устройств (например, электронно-лучевые генераторы). Согласно другим вариантам реализации изобретения единственный электронно-лучевой генератор может быть источником нескольких пучков (например, 2, 3, 4 или более пучков), которые можно использовать для обработки биомассы.

Эффективность при изменении молекулярной/супермолекулярной структуры и/или уменьшении сопротивляемости углеводсодержащей биомассы обработке зависит от применяемой энергии электронов и получаемой дозы, при этом время воздействия зависит от мощности и дозы. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения мощность дозы и суммарную дозу регулируют таким образом, чтобы не разрушить (например, не обуглить или не сжечь) материал биомассы. Например, углеводы не должны быть повреждены при обработке, чтобы они могли высвободиться из биомассы неповрежденными, например, в виде мономерных Сахаров.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения обработку (с применением любого источника электронов или комбинации источников) осуществляют до получения материалом дозы, составляющей по меньшей мере примерно 0,05 Мрад, например, по меньшей мере примерно 0,1, 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175 или 200 Мрад. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения обработку осуществляют до получения материалом дозы, составляющей от 0,1 до 100 Мрад, от 1 до 200, от 5 до 200, от 10 до 200, от 5 до 150, от 50 до 150 Мрад, от 5 до 100, от 5 до 50, от 5 до 40, от 10 до 50, от 10 до 75, от 15 до 50, от 20 до 35 Мрад.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения используют сравнительно низкие дозы облучения, например, для увеличения молекулярной массы целлюлозного или лигноцеллюлозного материала (с применением любого источника излучения или комбинации источников, описанных в настоящей заявке). Например, дозу по меньшей мере примерно 0,05 Мрад, например, по меньшей мере примерно 0,1 Мрад или по меньшей мере примерно 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 или по меньшей мере примерно 5,0 Мрад. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения облучение осуществляют до тех пор, пока материал не получит дозу от 0,1 до 2,0 Мрад, например, от 0,5 до 4,0 Мрад или от 1,0 до 3,0 Мрад.

Также может быть желательным осуществлять облучение из нескольких направлений, одновременно или последовательно, для обеспечения требуемой степени проникновения излучения в материал. Например, в зависимости от плотности и влагосодержания материала, такого как древесина, и типа применяемого источника излучения (например, гамма-излучение или пучок электронов), максимальное проникновение излучения в материал может составлять только примерно 0,75 дюйма (примерно 1,9 см). В таких случаях, более толстую секцию (до 1,5 дюймов (примерно 3,8 см)) можно подвергнуть облучению посредством первого облучения материала с одной стороны и затем перевернуть материал и облучать с другой стороны. Облучение из нескольких направлений может быть особенно полезным при применении облучения пучком электронов, при котором облучение происходит быстрее, чем гамма-облучение, но которое обычно не обеспечивает такой большой глубины проникновения.

Непроницаемые для излучения материалы

Настоящее изобретение может включать обработку материала (например, на некоторых из стадий обработки) в камере и/или бункере, сконструированном с применением непроницаемых для излучения материалов. Согласно другим вариантам реализации изобретения непроницаемые для излучения материалы выбраны таким образом, чтобы иметь возможность защитить компоненты от рентгеновского излучения с высокой энергией (коротковолнового), которое может проникать через многие материалы. Одним из важных факторов при конструировании кожуха, экранирующего излучение, является длина затухания применяемых материалов, которая будет определять требуемую толщину конкретного материала, смеси материалов или слоистой структуры. Длина затухания представляет собой глубину проникновения, при которой излучение уменьшается в приблизительно $1/e$ (e = Число Эйлера) раз относительно падающего излучения. Хотя фактически все материалы непроницаемы для облучения при достаточной толщине, материалы с высоким процентным содержанием (например, плотностью) элементов, имеющих высокое значение Z (атомное число), имеют более короткую длину затухания излучения и, таким образом, при применении таких материалов, можно использовать более тонкий и более легкий экранирующий кожух. Примерами материалов с высоким значением Z , применяемых при радиационной защите, являются тантал и свинец. Другим важным параметром при радиационной защите является половина расстояния, представляющая собой толщину конкретного материала, которая будет уменьшать интенсивность гамма-лучей на 50%. В качестве примера, для рентгеновского излучения с энергией 0,1 МэВ половина толщины составляет примерно 15,1 мм для бетона, примерно 2,7 мм для свинца, тогда как при энергии рентгеновского излучения 1 МэВ половина толщины для бетона составляет примерно 44,45 мм и для свинца составляет примерно 7,9 мм. Непрозрачные для излучения материалы могут представлять собой материалы, которые являются толстыми или тонкими при условии, что они могут уменьшать излучение, проходящее через них по направлению к другой стороне материала. Таким образом, если необходимо, чтобы конкретный кожух имел низкую толщину стенки, например, для обеспечения небольшого веса или вследствие ограничения размеров, выбранный материал должен иметь достаточное значение Z и/или такую длину затухания, чтобы половина его длины была меньше или равна требуемой толщине стенки кожуха.

В некоторых случаях непрозрачный для излучения материал может представлять собой слоистый материал, например, содержащий слой из материала с более высоким значением Z для обеспечения эффективного экранирования и слой из материала с более низким значением Z для обеспечения других свойств (например, конструктивной целостности, прочности при ударе и т.д.). В некоторых случаях слоистый материал может представлять собой ламинат "подобранный согласно значению Z ", например, в том числе ламинат, в котором слои обеспечивают градиент Z в диапазоне от последовательно расположенных элементов с высоким значением Z до элементов с более низким значением Z . В некоторых случаях непрозрачные для излучения материалы могут представлять собой перекрывающиеся блоки, например, свинцовые и/или бетонные блоки может поставить компания NELCO Worldwide (Берлингтон, Массачусетс), и можно использовать камеры с переменной конфигурацией.

Непрозрачный для излучения материал может уменьшать излучение, проходящее через структуру (например, стенку, дверь, потолок, кожух, ряд указанных структур или их комбинаций), изготовленную из указанного материала, на по меньшей мере примерно 10%, (например, по меньшей мере примерно 20%, по меньшей мере примерно 30%, по меньшей мере примерно 40%, по меньшей мере примерно 50%, по меньшей мере примерно 60%, по меньшей мере примерно 70%, по меньшей мере примерно 80%, по меньшей мере примерно 90%, по меньшей мере примерно 95%, по меньшей мере примерно 96%, по меньшей мере примерно 97%, по меньшей мере примерно 98%, по меньшей мере примерно 99%, по меньшей мере примерно 99,9%, по меньшей мере примерно 99,99%, по меньшей мере примерно 99,999%) по сравнению с падающим излучением. Следовательно, кожух, выполненный из непрозрачного для излучения материала, может уменьшать воздействие на оборудование/систему/компоненты на такую же величину. Непрозрачные для излучения материалы могут включать нержавеющую сталь, металлы со значениями Z выше 25 (например, свинец, железо), бетон, пустую породу и их комбинации. Непрозрачные для излучения материалы могут включать барьерный слой в направлении падающего излучения, составляющий по меньшей мере примерно 1 мм (например, 5, 10 мм, 5, 10, 100 см, 1 м или даже примерно 10 м).

Источники излучения

Тип излучения определяет виды применяемых источников излучения, а также излучающих устройств и вспомогательного оборудования. Способы, системы и оборудование, описанные в настоящей заявке, например, для обработки материалов посредством излучения, могут использовать источники, описанные в настоящей заявке, а также любой другой подходящий источник.

Источники гамма-излучения включают радиоактивные ядра, так как изотопы кобальта, кальция, технеция, хрома, галлия, индия, йода, железа, криптона, самария, селена, натрия, таллия и ксенона.

Источники рентгеновского излучения включают столкновение пучка электронов с металлическими мишенями, такими как вольфрам или молибден, или сплавы, или компактные источники света, такие как источники, коммерчески производимые компанией Lyncean.

Альфа частицы идентичны ядру атома гелия и образуются при альфа-распаде различных радиоактивных ядер, таких как изотопы висмута, полония, астата, радона, франция, радия, некоторых актинидов, таких как актиний, торий, уран, нептуний, кюрий, калифорний, америций и плутоний.

Источники ультрафиолетового излучения включают дейтериевые или кадмиевые лампы.

Источники инфракрасного излучения включают керамические лампы с сапфировыми, цинковыми или селенидными диафрагмами.

Источники микроволн включают клистроны, радиочастотные источники типа Slevin или источники с атомными пучками, в которые применяют газообразные водород, кислород или азот.

Ускорители, применяемые для ускорения частиц (например, электроны или ионы), могут быть постоянного тока (например, электростатическими постоянного тока или электродинамическими постоянного тока), радиочастотными линейными, магнитоиндукционными линейными или непрерывного излучения. Например, в способах, описанных в настоящем документе, можно использовать различные устройства облучения, в том числе источники ионизации электрическим полем, электростатические ионные сепараторы, генераторы ионизации электрическим полем, источники термоэлектронной эмиссии, источники ионов со сверхвысокочастотным разрядом, рециркуляционные или статические ускорители, динамические линейные ускорители, ускорители Ван-де-Граафа, ускорители марки Cockroft Walton (например, ускорители ПЕЛЛЕТРОН (PELLETRON®)), LINACS, Dynamitrons (например, ускорители ДИНАМИТРОН (DYNAMITRON®)), циклотроны, синхротроны, бетатроны, ускорители трансформаторного типа, микротроны, плазменные генераторы, каскадные ускорители и складчатые тандемные ускорители. Например, в компании IBA, Бельгия можно приобрести ускорители циклотронного типа, такие как система РОДОТРОН (RHODOTRON®), при этом в компании RDI, теперь IBA Industrial, можно приобрести ускорители постоянного тока, такие как ДИНАМИТРОН (DYNAMITRON®). Другие подходящие системы ускорителей включают, например, системы типа трансформатора постоянного тока с изолированной магнитной сеткой (ICT), которые можно приобрести в компании Nissin High Voltage, Япония; ускорители S-band LINAC, которые можно приобрести в компании L3-PSD (США), ускорители Linac Systems (Франция), Mevex (Канада) и Mitsubishi Heavy Industries (Япония); ускорители L-band LINAC, которые можно приобрести в компании Iotron Industries (Канада); и ускорители на основе ИЛТУ, которые можно приобрести в компании Лаборатории Будкера (Россия). Ионы и ионные ускорители рассмотрены публикациях Introductory Nuclear Physics, Kenneth S. Krane, 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, ICRU-IAEA Meeting, 18-20 марта 2006 г., Iwata, Y. et al., "Alternating-Phase-Focused IH-DTL for Heavy-Ion Medical Accelerators" Proceedings of EPAC 2006, Эдинбург, Шотландия) и Leaner, CM. et al., "Status of the Superconducting ECR Ion Heavy Venus" Proceedings of EPAC 2000, Вена, Австрия. Некоторые ускорители частиц и их применение описаны, например Medoff в патенте США № 7931784, полное описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки.

Электроны можно получить с помощью радиоактивных ядер, которые подвергаются бета-распаду, таких как изотопы йода, цезия, технеция и иридия. Альтернативно, в качестве источника электронов можно использовать электронную пушку благодаря ее термоэлектронной эмиссии и ускорять за счет ускоряющего потенциала. Электронная пушка генерирует электроны, которые затем ускоряются за счет большой разницы потенциалов (например, больше примерно 500 тысяч, больше примерно 1 миллиона, больше примерно 2 миллионов, больше примерно 5 миллионов, больше примерно 6 миллионов, больше примерно 7 миллионов, больше примерно 8 миллионов, больше примерно 9 миллионов или даже больше 10 миллионов вольт) и затем их сканируют магнитным способом в плоскости X-Y, где электроны сначала ускоряются в направлении Z вниз по трубе ускорителя и выделяются через диафрагму из фольги. Сканирование пучков электронов можно использовать для увеличения поверхности облучения при облучении материалов, например, биомассы, перемещаемой через сканирующий пучок. Сканирование пучков электронов также позволяет равномерно распределить тепловую нагрузку на диафрагме и помогает уменьшить разрушение диафрагмы из фольги вследствие местного нагрева под действием пучка электронов. Разрушение диафрагмы из фольги является причиной значительного времени простоя из-за последующих необходимых ремонтных работ и повторного запуска электронной пушки.

В способах, описанных в настоящей заявке, можно использовать различные другие устройства облучения, в том числе источники ионизации электрическим полем, электростатические ионные сепараторы, генераторы ионизации электрическим полем, источники термоэлектронной эмиссии, источники ионов со сверхвысокочастотным разрядом, рециркуляционные или статические ускорители, динамические линейные ускорители, ускорители Ван-де-Граафа и складчатые тандемные ускорители. Такие устройства рассмотрены, например, Medoff в патенте США № 7931784, полное описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки.

В качестве источника излучения можно использовать пучок электронов. Преимуществами пучка электронов являются высокие мощности дозы (например, 1, 5 или даже 10 Мрад-с), высокая пропускная способность, оборудование с меньшей герметизацией и с меньшей изоляцией. Пучки электронов также могут иметь высокий электрический коэффициент полезного действия (например, 80%), позволяющий

использовать меньше энергии относительно других способов облучения, что может обуславливать более низкую стоимость эксплуатации и пониженные выбросы парниковых газов, соответствующие меньшему количеству применяемой энергии. Пучки электронов можно получить, например, с помощью электростатических генераторов, каскадных генераторов, трансформаторных генераторов, низкоэнергетических ускорителей с системой сканирования, низкоэнергетических ускорителей с линейным катодом, линейных ускорителей и импульсных ускорителей.

Электроны также могут быть более эффективны с точки зрения вызова изменений молекулярной структуры углеводсодержащих материалов, например, посредством механизма расщепления цепей. Кроме того, электроны с энергиями от 0,5 до 10 МэВ могут проникать в материалы с низкой плотностью, такие как материалы биомассы, описанные в настоящей заявке, например, материалы с объемной плотностью менее 0,5 г/см³ и глубиной от 0,3 до 10 см. Электроны в качестве источника ионизирующего излучения можно применять, например, для сравнительно тонких штабелей, слоев или подложек материалов, например, с толщиной менее примерно 0,5 дюйма (1,27 см), например, менее примерно 0,4 дюйма (1,016 см), 0,3 дюйма (0,762 см), 0,25 дюйма (0,635 см) или менее примерно 0,1 дюйма (0,254 см). Согласно некоторым вариантам реализации изобретения энергия каждого электрона из пучка электронов составляет от примерно 0,3 до примерно 2,0 МэВ (миллион электрон-вольт), например, от примерно 0,5 до примерно 1,5 МэВ или от примерно 0,7 до примерно 1,25 МэВ. Способы облучения материалов описаны в публикации заявки на патент США 2012/0100577 A1, поданной 18 октября 2011 г., полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Устройства для электронно-лучевого облучения можно приобрести или сконструировать. Например, элементы или компоненты, такие как индукторы, конденсаторы, кожухи, источники питания, кабели, электропроводка, системы с регулируемым напряжением, элементы с регулировкой силы тока, изоляционный материал, микроконтроллеры и оборудование для охлаждения, можно приобрести и смонтировать с получением устройства. В некоторых случаях серийное устройство можно модифицировать и/или адаптировать. Например, устройства и компоненты можно приобрести в любом из коммерческих источников, описанном в настоящем документе, включая Ion Beam Applications (Лувен-ля-Нев, Бельгия), Wasik Associates Inc. (Дракат, Массачусетс), NHV Corporation (Япония), the Titan Corporation (Сан-Диего, Калифорния), Vivirad High Voltage Corp (Биллерика, Массачусетс) и/или Лаборатории Будкера (Россия). Типичные энергии электронов могут составлять 0,5, 1, 2, 4,5, 7,5 или 10 МэВ. Мощность типичного устройства для электронно-лучевого облучения может составлять 1, 5, 10, 20, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900 или даже 1000 кВт. Ускорители, которые можно использовать, включают облучатели NHV средней энергии серии EPS-500 (например, с напряжением ускорителя 500 кВ и током пучка 65, 100 или 150 мА), EPS-800 (например, с напряжением ускорителя 800 кВ и током пучка 65 или 100 мА) или EPS-1000 (например, с напряжением ускорителя 1000 кВ и током пучка 65 или 100 мА). Кроме того, можно использовать ускорители из серии NHV с высокой энергией, такие как EPS-1500 (например, с напряжением ускорителя 1500 кВ и током пучка 65 мА), EPS-2000 (например, с напряжением ускорителя 2000 кВ и током пучка 50 мА), EPS-3000 (например, с напряжением ускорителя 3000 кВ и током пучка 50 мА) и EPS-5000 (например, 5000 и током пучка 30 мА).

Выбор оптимального решения при рассмотрении технических характеристик мощности устройства для электронно-лучевого облучения включает стоимость эксплуатации, капитальные затраты, амортизационные расходы и габариты устройства. Выбор оптимального решения при рассмотрении уровней экспозиционной дозы электронно-лучевого облучения может быть основан на затратах на энергию и заботе об экологии, безопасности и здоровье. Обычно, генераторы размещают в камере, например, из свинца или бетона, особенно при использовании рентгеновского излучения, которое генерируется в процессе. Выбор оптимального решения при рассмотрении энергий электронов включает стоимость энергии.

С помощью устройства для электронно-лучевого облучения можно создать либо неподвижный пучок, либо сканирующий пучок. Сканирующий пучок может быть предпочтительным благодаря большой длине развертки сканирования и высоким скоростям сканирования, поскольку эти свойства эффективно заменяют большую ширину неподвижного пучка. Кроме того, доступные ширины развертки составляют 0,5, 1, 2 м или более. Сканирующий пучок является предпочтительным согласно большинству вариантов реализации изобретения, описанных в настоящей заявке, вследствие большей ширины развертки и пониженной вероятности местного нагревания и поломки диафрагм.

Электронные пушки-диафрагмы

Система извлечения для ускорителя электронов может содержать две диафрагмы из фольги. Охлаждающий газ в системе извлечения с двумя диафрагмами из фольги может представлять собой продувочный газ или смесь, например воздух, или чистый газ.

Согласно одному из вариантов реализации изобретения газ представляет собой инертный газ, такой как азот, аргон, гелий и/или диоксид углерода. Предпочтительно применять газ, а не жидкость, поскольку потери энергии в пучке электронов минимизированы. Можно также использовать смеси чистого газа, либо предварительно смешанные, либо смешанные на линии перед попаданием на диафрагмы или в пространство между диафрагмами. Охлаждающий газ можно охладить, например, с помощью системы теплообмена (например, холодильника) и/или путем испарения из конденсированного газа (например, жид-

кого азота, жидкого гелия). Диафрагмы из фольги описаны в РСТ/US2013/064332, поданной 10 октября 2013 г., полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Нагревание и пропускная способность при обработке облучением

При неупругих столкновениях в биомассе при взаимодействии электронов из пучка электронов с веществом может происходить несколько процессов. Например, ионизация материала, расщепление цепи полимеров в материале, сшивание полимеров в материале, окисление материала, генерирование рентгеновского излучения ("тормозного излучения") и колебательного возбуждения молекул (например, генерирование фононов). Не будучи связанными с конкретным механизмом, уменьшение сопротивляемости обработке может быть обусловлено несколькими из указанных эффектов неупругого столкновения, например, ионизацией, расщеплением цепей полимеров, окислением и генерированием фононов. Некоторые из указанных эффектов (например, в частности, генерирование рентгеновского излучения), требуют экранирования и технических барьеров, например, заключение процессов облучения в бетонную камеру (или камеру из другого непрозрачного для излучения материала). Другой эффект облучения, колебательное возбуждение, эквивалентен нагреванию образца. Нагревание образца путем облучения может помочь уменьшить сопротивляемость обработке, но перегрев может разрушить материал, как будет описано ниже.

Адиабатическое повышение температуры (ΔT) в результате поглощения ионизирующего излучения описывается уравнением: $\Delta T = D/C_p$, где D представляет собой среднюю дозу в КГр, C_p представляет собой теплоемкость в Дж/г °С и ΔT представляет собой изменение температуры в °С. Теплоемкость типичного сухого материала биомассы будет составлять около 2. Влажная биомасса будет иметь более высокую теплоемкость в зависимости от количества воды, поскольку теплоемкость воды очень высока (4,19 Дж/г °С). Металлы имеют гораздо более низкие теплоемкости, например, теплоемкость нержавеющей стали 304 составляет 0,5 Дж/г°С. Изменение температуры вследствие мгновенного поглощения излучения биомассой и нержавеющей сталью для различных доз облучения показано в табл. 1. При высоких температурах ожидают отклонение от рассчитанных значений температур вследствие разложения биомассы.

Таблица 1. Рассчитанное увеличение температуры для биомассы и нержавеющей стали

Доза (Мрад)	Биомасса расчетное ΔT (°C)	Сталь ΔT (°C)
10	50	200
50	250, разложение	1000
100	500, разложение	2000
150	750, разложение	3000
200	1000, разложение	4000

Высокие температуры могут разрушить и/или модифицировать биополимеры в биомассе, так что полимеры (например, целлюлоза) не подходят для дополнительной обработки. Биомасса, подвергаясь воздействию высоких температур, может стать темной, липкой и испускать запахи, указывающие на разложение. Липкость может даже затруднить транспортировку материала. Запахи могут быть неприятными и создавать проблему безопасности. Фактически, было обнаружено, что в процессах, описанных в настоящей заявке, целесообразно поддерживать биомассу при температуре ниже примерно 200°C (например, ниже примерно 190°C, ниже примерно 180°C, ниже примерно 170°C, ниже примерно 160°C, ниже примерно 150°C, ниже примерно 140°C, ниже примерно 130°C, ниже примерно 120°C, ниже примерно 110°C, от примерно 60 до 180°C, от примерно 60 до 160°C, от примерно 60 до 150°C, от примерно 60 до 140°C, от примерно 60 до 130°C, от примерно 60 до 120°C, от примерно 80 до 180°C, от примерно 100 до 180°C, от примерно 120 до 180°C, от примерно 140 до 180°C, от примерно 160 до 180°C, от примерно 100 до 140°C, от примерно 80 до 120°C).

Было обнаружено, что для процессов, описанных в настоящей заявке (например, для уменьшения сопротивляемости обработке), необходимо облучение с дозой выше примерно 10 Мрад. Кроме того, необходима высокая пропускная способность, чтобы облучение не стало узким местом при обработке биомассы. Обработка подчиняется уравнению мощности дозы: $M = FP/D \times \text{время}$, где M представляет собой массу облученного материала (кг), F представляет собой долю мощности, которая поглощается (безразмерная величина), P представляет собой мощность излучения (кВт=напряжение в МэВ×ток в мА), время представляет собой время обработки (сек) и D представляет собой поглощенную дозу (КГр). В типичном процессе, в котором доля поглощенной мощности фиксирована, мощность излучения остается постоянной и необходима определенная доза, пропускную способность (например, M , обработанной биомассы) можно повысить путем увеличения времени облучения. Однако увеличение времени облучения без возможности охлаждения материала может привести к чрезмерному его нагреванию, как проиллюстрировано с помощью расчетов, показанных выше. Поскольку биомасса имеет низкую удельную теплопроводность (меньше примерно 0,1 Вт м⁻¹ К⁻¹), рассеяние тепла происходит медленно, в отличие, например, от

металлов (больше примерно $10 \text{ Вт м}^{-1} \text{ К}^{-1}$), которые могут рассеивать энергию быстро, при условии, что имеется сток тепла для передачи энергии.

Электронные пушки-поглотители пучка

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения системы и способы включают поглотитель пучка (например, затвор). Например, поглотитель пучка можно использовать для быстрого прекращения или уменьшения облучения материала без выключения электропитания электронно-лучевого устройства. Альтернативно, поглотитель пучка можно использовать при подключении питания пучка электронов, например, поглотитель пучка может остановить пучок электронов, пока ток пучка не достиг требуемого уровня. Поглотитель пучка можно поместить между первой диафрагмой из фольги и второй диафрагмой из фольги. Например, поглотитель пучка можно установить таким образом, чтобы он был передвижным, то есть так, чтобы его можно было перемещать на траекторию пучка и убирать с указанной траектории. Даже можно использовать частичное перекрытие пучка, например, для регулирования дозы облучения. Поглотитель пучка можно установить на полу, на транспортере для биомассы, прикрепить к стенке, к устройству излучения (например, к кронштейну для сканирования) или к любой опорной конструкции. Поглотитель пучка предпочтительно закрепляют относительно кронштейна для сканирования таким образом, чтобы пучок можно было эффективно регулировать с помощью поглотителя пучка. Поглотитель пучка может содержать шарнир, рельс, колеса, прорези или другие средства, позволяющие ему функционировать при перемещении в пучок и из пучка. Поглотитель пучка можно выполнить из любого материала, который будет задерживать по меньшей мере 5% электронов, например, по меньшей мере 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70%, по меньшей мере 80, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99 или даже примерно 100% электронов.

Поглотитель пучка можно выполнить из металла, в том числе, но не ограничиваясь ими, из нержавеющей стали, свинца, железа, молибдена, серебра, золота, титана, алюминия, олова или сплавов перечисленных металлов, или ламинатов (слоистых материалов), изготовленных с применением указанных металлов (например, керамического материала с металлическим покрытием, полимера с металлическим покрытием, композиционного материала с металлическим покрытием, многослойных металлических материалов).

Поглотитель пучка можно охладить, например, с помощью охлаждающей текучей среды, такой как водный раствор или газ. Поглотитель пучка может быть частично или полностью полым, например, содержать полости. Внутреннее пространство поглотителя пучка можно использовать для охлаждающих жидкостей и газов. Поглотитель пучка может иметь любую форму, в том числе, плоскую, изогнутую, круглую, овальную, квадратную, прямоугольную, скошенную и клиновидную формы.

Поглотитель пучка может иметь перфорационные отверстия, что позволяет некоторым электронам проходить через них, регулируя (например, уменьшая), таким образом, уровни облучения по всей площади диафрагмы или в определенных областях диафрагмы. Поглотитель пучка может представлять собой сеть, изготовленную, например, из волокон или проволоки. Для регулирования облучения можно использовать несколько поглотителей пучка, совместно или независимо. Поглотитель пучка можно регулировать дистанционно, например, с помощью радиосигнала, или жестко вмонтировать в двигатель для передвижения пучка в разные положения.

Ловушки для пучка

Варианты реализации изобретения, описанные в настоящей заявке, в случае обработки излучением также могут включать ловушку для пучка. Цель ловушки для пучка состоит в безопасном поглощении пучка заряженных частиц. Подобно поглотителю пучка, ловушку для пучка можно использовать для блокировки пучка заряженных частиц. Однако ловушка для пучка является гораздо более надежной, чем поглотитель пучка и предназначена для блокировки полной мощности пучка электронов в течение продолжительного периода времени. Указанные ловушки часто используют для блокировки пучка при подключении ускорителя к питанию.

Кроме того, ловушки для пучка выполнены с возможностью выдерживания тепла, выделяемого указанными пучками, и обычно изготовлены из таких материалов, как медь, алюминий, углерод, бериллий, вольфрам или ртуть. Ловушки для пучка можно охладить, например, с помощью охлаждающей текучей среды, которая может находиться в тепловом контакте с ловушкой для пучка.

Материалы биомассы

Лигноцеллюлозные материалы, например, материалы, которые можно использовать в способах и оборудовании, описанном в настоящем документе, включают, но не ограничиваются ими, древесину, прессованную древесину, древесные отходы (например, опилки, древесину осины, древесную стружку), травы (например, просо прутьевидное, китайский тростник, спартину, двукосточник тростниковидный), зерновые отходы, (например, рисовую шелуху, шелуху овса, солому пшеницы, ячменную шелуху), сельскохозяйственные отходы (например, силос, солому канолы, солому пшеницы, солому ячменя, солому овса, солому риса, джут, коноплю, лен, бамбук, сизаль, абаку, стержни кукурузных початков, кукурузную солому, соевую солому, кукурузное волокно, люцерну, сено, волосистой покров кокоса), отходы от переработки сахара (например, жмых, свекловичный жом, жмых агавы), водоросли, морские водоросли, навоз, сточные воды и смеси любых из перечисленных веществ.

В некоторых случаях, лигноцеллюлозный материал включает стержни кукурузных початков. Измельченные или раздробленные молотом стержни кукурузных початков можно распределить в виде слоя сравнительно равномерной толщины для облучения и после облучения их легко диспергировать в среде для дальнейшей обработки. В некоторых случаях для облегчения уборочных работ и сбора используют кукурузное растение целиком, включая кукурузные стебли, кукурузные зерна и в некоторых случаях даже корневую систему растения.

Преимущественно не требуется дополнительных питательных веществ (кроме источника азота, например, мочевины или аммиака) в процессе ферментации стержней кукурузных початков или целлюлозных или лигноцеллюлозных материалов, содержащих значительные количества стержней кукурузных початков.

Кроме того, стержни кукурузных початков, перед и после измельчения, легче транспортировать и диспергировать и они проявляют меньшую склонность к образованию взрывчатых смесей в воздухе по сравнению с другими целлюлозными или лигноцеллюлозными материалами, такими как сено и травы.

Целлюлозные материалы включают, например, бумагу, бумажные изделия, бумажные отходы, бумажную массу, пигментную бумагу, мелованную бумагу, бумагу с покрытием, бумагу с наполнителями, журналы, печатную продукцию (например, книги, каталоги, справочники, этикетки, календари, поздравительные открытки, брошюры, проспекты, газетную бумагу), бумагу для принтера, бумагу с полимерным покрытием, карточки, картон, бумажный картон, материалы с высоким содержанием ос-целлюлозы, такие как вата, и смеси любых из перечисленных материалов. Например, бумажные изделия, описанные в заявке на патент США № 13/396365 ("Magazine Feedstocks" Medoff с соавторами, поданной 14 февраля 2012 г.), полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Целлюлозные материалы также могут включать лигноцеллюлозные материалы, которые были частично или полностью делигнифицированы.

В некоторых случаях можно использовать другие материалы биомассы, например, крахмальные материалы. Крахмальные материалы включают сам крахмал, например, кукурузный крахмал, пшеничный крахмал, картофельный крахмал или рисовый крахмал, производное крахмала или материал, содержащий крахмал, такой как съедобный продукт питания или сельскохозяйственная культура. Например, крахмальный материал может представлять собой аракачу съедобную, гречневую крупу, банан, ячмень, маниоку, кудзу, окру, саго, сорго, обыкновенный домашний картофель, сладкий картофель, таро, ямс или один или более видов бобовых, таких как конские бобы, чечевица или горох. Смеси любых двух или более крахмальных материалов также являются крахмальными материалами. Кроме того, можно использовать смеси крахмальных, целлюлозных и/или лигноцеллюлозных материалов. Например, биомасса может представлять собой растение целиком, часть растения или разные части растения, например, пшеницы, хлопка, кукурузы, риса или дерева. Крахмальные материалы можно обработать с применением любых способов, описанных в настоящей заявке.

Микробные материалы, которые можно использовать в качестве сырья, включают, но не ограничиваются ими, любой природный или генетически модифицированный микроорганизм или организм, которые содержат или способны обеспечить источник углеводов (например, целлюлозу), например, протисты, например, животные протисты (например, простейшие, такие как флагеллаты, амeboидные простейшие, инфузории и споровики) и растительные протесты (например, водоросли, такие как альвеолярные, хлораракнофитовые, криптонадовые, эвглениды, глаукофитовые, гаптофитовые, красные водоросли, страменопилы и зеленые водоросли). Другие примеры включают морские водоросли, планктон (например, макропланктон, мезопланктон, микропланктон, нанопланктон, пикопланктон и фемтопланктон), фитопланктон, бактерии (например, грамположительные бактерии, грамотрицательные бактерии и экстремофилы), дрожжи и/или их смеси. В некоторых случаях микробную биомассу можно получить из природных источников, например океана, озер, водных объектов, например соленой воды или пресной воды, или на суше. В качестве альтернативы или в дополнение, микробную биомассу можно получить из систем культивирования клеток, например, крупномасштабных систем сухого и влажного культивирования и ферментации.

Согласно другим вариантам реализации изобретения материалы биомассы, такие как целлюлозные, крахмальные и лигноцеллюлозные исходные материалы, можно получить из трансгенных микроорганизмов и растений, которые были модифицированы относительно сорта дикого типа. Такие модификации можно осуществить, например, посредством повторяющихся стадий селекции и разведения с получением в растении требуемых признаков. Кроме того, указанные растения могли содержать по сравнению с сортом дикого типа удаленный, модифицированный, с подавленной экспрессией и/или добавленный генетический материал. Например, генетически модифицированные растения можно получить с помощью технологий рекомбинантных ДНК, в которых генетические модификации включают внесение или модифицирование специфических генов из родительских сортов, или, например, путем применения трансгенного разведения, при котором в растение вводят специфический ген или гены из другого вида растения и/или бактерий. Другой путь создания генетической изменчивости реализуют через мутационное разведение, при котором из эндогенных генов искусственно создают новые аллели. Искусственные гены можно создать разными способами, включая обработку растения или семян, например, с помощью

химических мутагенов (например, с применением алкилирующих агентов, эпоксидов, алкалоидов, пероксидов, формальдегида), облучения (например, рентгеновского облучения, гамма-облучения, нейтронов, бета-частиц, альфа-частиц, протонов, дейтронов, УФ-облучения) и теплового удара или с применением другой внешней нагрузки и последующих методов селекции. Другие способы получения модифицированных генов реализуют с применением ПЦР сниженной точности и перестановки в ДНК с последующей вставкой необходимой модифицированной ДНК в требуемое растение или семя. Способы внесения требуемой генетической изменчивости в семя или растение включают, например, применение бактериального носителя, баллистическую трансфекцию, осаждение фосфата кальция, электропорацию, сплайсинг генов, подавление экспрессии генов, липофекцию, микроинъекцию и применение вирусных носителей. Дополнительные генетически модифицированные материалы были описаны в заявке на патент США № 13/396369, поданной 14 февраля 2012 г., полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Любые из способов, описанных в настоящей заявке, можно реализовать с помощью смесей любых материалов биомассы, описанных в настоящей заявке.

Другие материалы

Другие материалы (например, природные или синтетические материалы), например, полимеры, можно обработать и/или получить с помощью способов, оборудования и систем, описанных в настоящей заявке. Например, полиэтилен (например, линейный полиэтилен низкой плотности и полиэтилен высокой плотности), полистиролы, сульфонированные полистиролы, поливинилхлорид, сложные полиэфиры (например, нейлон, DACRON™, KODEL™), полиалкиленовые эфиры, поливиниловые эфиры, полиамиды (например, KEVLAR™), полиэтилентерефталат, ацетат целлюлозы, ацеталь, полиакрилонитрил, поликарбонаты (например, LEXAN™), акриловые материалы [например, поли(метилметакрилат), полиакрилонитрилы], полиуретаны, полипропилен, полибутadiен, полиизобутилен, полиакрилонитрил, полихлоропрен (например неопрен), поли(цис-1,4-изопрен) [например, природный каучук], поли(транс-1,4-изопрен) [например, гуттаперча], фенолформальдегид, меламинформальдегид, эпоксиды, сложные полиэфиры, полиамины, поликарбоновые кислоты, полимолочные кислоты, поливиниловые спирты, полиангидриды, полифторуглероды (например, TEFLON™), соединения органического кремния (например, силиконовый каучук), полисиланы, простые полиэфиры (например, полиэтиленоксид, полипропиленоксид), воски, масла и их смеси. В настоящее изобретение также включены пластмассы, резины, эластомеры, волокна, воски, гели, масла, адгезивы, термопластмассы, терморезистивные пластмассы, разлагаемые микроорганизмами полимеры, смолы, полученные с применением указанных полимеров, другие полимеры, другие материалы и их комбинации. Указанные полимеры можно получить с помощью любого применимого способа, в том числе, с помощью катионной полимеризации, анионной полимеризации, радикальной полимеризации, полимеризации по механизму метатезиса, полимеризации с раскрытием кольца, привитой полимеризации, аддитивной полимеризации. В некоторых случаях способы обработки, описанные в настоящем документе, можно использовать, например, для привитой полимеризации, иницируемой радикалами, и сшивания. Также можно обработать и/или изготовить композиционные материалы полимеров, например, со стеклом, металлами, биомассой (например, волокнами, частицами) и керамикой.

Другие материалы, которые можно обработать с применением способов, систем и оборудования, описанного в настоящем документе, представляют собой керамические материалы, минеральные вещества, металлы, неорганические соединения. Например, кристаллы кремния и германия, нитриды кремния, оксиды металлов, полупроводники, изоляторы, цементы и/или проводники.

Кроме того, можно обработать промышленные многокомпонентные или штампованные материалы (например, отформованные, экструдированные, сваренные, склепанные, многослойные или объединенные любым способом), например, кабели, трубы, плиты, кожухи, интегральные полупроводниковые кристаллы, монтажные платы, провода, шины, стекла, ламинированные материалы, приводы, ремни, машины и их комбинации. Например, обработка материала способами, описанными в настоящем документе, позволяет модифицировать поверхности, например, делая их поддающимися дальнейшей функционализации, объединению (например, сварке), и/или обработка позволяет сшивать материалы.

Получение материала биомассы - механическая обработка

Биомасса может находиться в сухой форме, например, содержать менее примерно 35% влаги (например, менее примерно 20%, менее примерно 15%, менее примерно 10%, менее примерно 5%, менее примерно 4%, менее примерно 3%, менее примерно 2% или даже менее примерно 1%). Биомассу также можно поставлять во влажном состоянии, например, в виде влажного твердого вещества, шлама или суспензии, содержащей по меньшей мере примерно 10 мас.%, твердой фазы (например, по меньшей мере примерно 20 мас.%, по меньшей мере примерно 30 мас.%, по меньшей мере примерно 40 мас.%, по меньшей мере примерно 50 мас.%, по меньшей мере примерно 60 мас.%, по меньшей мере примерно 70 мас.%).

В способах, описанных в настоящей заявке, можно использовать материалы с низкой объемной плотностью, например целлюлозное или лигноцеллюлозное сырье, которое было предварительно обра-

ботано физическими способами для обеспечения объемной плотности, составляющей менее примерно $0,75 \text{ г/см}^3$, например менее примерно 0,7, 0,65, 0,60, 0,50, 0,35, 0,25, 0,20, 0,15, 0,10, 0,05 или менее, например примерно $0,025 \text{ г/см}^3$. Объемную плотность определяют с помощью ASTM D1895B. Короче, способ включает заполнение измерительного цилиндра известного объема пробой и измерение массы пробы. Объемную плотность рассчитывают путем деления массы пробы в граммах на известный объем цилиндра в кубических сантиметрах. При необходимости, материалы с низкой объемной плотностью можно уплотнить, например, способами, описанными в патенте США № 7971809, опубликованном 5 июля 2011 г., полное описание которого включено, тем самым, посредством ссылки.

В некоторых случаях предварительная обработка включает просеивание материала биомассы. Просеивание можно осуществить через сетку или перфорированную пластину с требуемым размером отверстий, например, меньше примерно 6,35 мм (1/4 дюйма, 0,25 дюйма), (например, меньше примерно 3,18 мм (1/8 дюйма, 0,125 дюйма), меньше примерно 1,59 мм (1/16 дюйма, 0,0625 дюйма), меньше примерно 0,79 мм (1/32 дюйма, 0,03125 дюйма), например, меньше примерно 0,51 мм (1/50 дюйма, 0,02000 дюйма), меньше примерно 0,40 мм (1/64 дюйма, 0,015625 дюйма), меньше примерно 0,23 мм (0,009 дюйма), меньше примерно 0,20 мм (1/128 дюйма, 0,0078125 дюйма), меньше примерно 0,18 мм (0,007 дюйма), меньше примерно 0,13 мм (0,005 дюйма) или даже меньше примерно 0,10 мм (1/256 дюйма, 0,00390625 дюйма)). В одной из конфигураций требуемая биомасса проваливается через перфорационные отверстия или сито и таким образом, биомасса с размером, большим, чем перфорационные отверстия или сито, не подвергается облучению. Такие более крупные материалы можно обработать повторно, например, путем измельчения или их можно просто удалить из обработки. В другой конфигурации материал, размеры которого больше, чем перфорационные отверстия, облучают и более мелкий материал удаляют путем просеивания или используют повторно. В такого рода конфигурации транспортер, такой как вибрационный транспортер, сам (например, часть транспортера) может быть перфорированным или изготовлен с применением сетки. Например, согласно одному из конкретных вариантов реализации изобретения материал биомассы может быть влажным, при этом перфорационные отверстия или сетка позволяют воде вытекать из биомассы перед облучением.

Просеивание материала также можно осуществить ручным способом, например, с помощью оператора или механического устройства (например, автомата, оборудованного цветовым, отражательным или другим датчиком), которое удаляет нежелательный материал. Просеивание также можно осуществить путем магнитного просеивания, при этом магнит размещают около транспортируемого материала, и магнитный материал удаляют путем магнитного воздействия.

Возможная предварительная обработка может включать нагревание материала. Например, часть транспортера, перемещающая биомассу или другой материал, может проходить через зону нагрева. Зону нагрев можно создать, например, с помощью ИК-излучения, микроволн, сжигания (например, газа, угля, нефти, биомассы), резистивного нагревания и/или индуктивных катушек. Тепло можно применять по меньшей мере с одной стороны или более чем одной стороны, нагревание может быть непрерывным или периодическим и нагревать можно только часть материала или весь материал. Например, часть транспортирующего желоба можно нагреть с помощью нагревательной рубашки. Нагревание можно осуществить, например, с целью сушки материала. В случае сушки материала указанную сушку можно облегчить, при нагревании или без него, путем перемещения газа (например, воздуха, кислорода, азота, Не, CO_2 , аргона) над биомассой и/или через биомассу при ее транспортировке.

В некоторых случаях предварительная обработка может включать охлаждение материала. Охлаждение материала описано в патенте США № 7900857, опубликованном 8 марта 2011 г., описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки. Например, охлаждение можно осуществить путем подачи охлаждающей текучей среды, например, воды (например, с глицерином) или азота (например, жидкого азота) в нижнюю часть транспортирующего желоба. Согласно альтернативному варианту реализации изобретения охлаждающий газ, например охлажденный азот, можно продувать поверх материала биомассы или под транспортирующей системой.

Другой возможный способ предварительной обработки может включать добавление материала в биомассу или другие виды сырья. Дополнительный материал можно добавить, например, путем орошения, разбрызгивания и/или вливания материала в биомассу при ее транспортировке. Материалы, которые можно добавить, включают, например, металлы, керамические материалы и/или ионы, как описано в публикации заявки на патент США 2010/0105119 A1 (поданной 26 октября 2009 г.) и публикации заявки на патент США 2010/0159569 A1 (поданной 16 декабря 2009 г.), полное описание которых включено в настоящий документ посредством ссылки. Возможные материалы, которые можно добавить, включают кислоты и основания. Другие материалы, которые можно добавить, представляют собой окислители (например, пероксиды, хлораты), полимеры, полимеризуемые мономеры (например, содержащие ненасыщенные связи), воду, катализаторы, ферменты и/или организмы. Материал можно добавить, например, в чистой форме, в виде раствора в растворителе (например, воде или органическом растворителе) и/или в виде раствора. В некоторых случаях растворитель является летучим и может быть приготовлен с целью испарения, например, путем нагревания и/или продувания газа, как описано ранее. Добавленный материал может образовывать равномерное покрытие на биомассе или представлять собой гомогенную смесь

разных компонентов (например, биомассы и дополнительного материала). Добавленный материал может модулировать последующую стадию облучения путем увеличения эффективности облучения, демпфирования облучения или изменения воздействия облучения (например, от пучков электронов до рентгеновского излучения или нагревания). Указанный способ может не воздействовать на облучение, но может быть применим для дальнейшей последовательной обработки. Добавленный материал может помочь при транспортировке материала, например, за счет снижения уровней пыли.

Биомассу можно направлять на транспортер (например, вибрационные транспортеры, которые можно использовать в камерах, описанных в настоящей заявке) с помощью ленточного транспортера, пневматического транспортера, винтового транспортера, бункера, трубы, вручную или посредством комбинации перечисленных выше устройств. Биомассу можно, например, сбрасывать, выливать и/или помещать на транспортер любым из указанных способов. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения материал доставляют к транспортеру, применяя заключенную в кожух систему распределения материала, что помогает поддержать атмосферу с низким содержанием кислорода и/или регулировать пыль и мелкие частицы. Взвешенные или суспендированные в воздухе мелкие частицы биомассы и пыли являются нежелательными, поскольку они могут создать опасность взрыва или повредить фольгу диафрагмы электронной пушки (при применении такого устройства для обработки материала).

Материал можно выровнять для формирования равномерной толщины, составляющей от примерно 0,0312 (примерно 0,7925 мм) до 5 дюймов (примерно 127 мм) (например, от примерно 0,0625 (примерно 1,5875 мм) до 2,000 дюймов (примерно 50,8 мм), от примерно 0,125 (примерно 3,175 мм) до 1 дюйма (примерно 25,4 мм), от примерно 0,125 (примерно 3,175 мм) до 0,5 дюйма (примерно 12,7 мм), от примерно 0,3 (примерно 7,62 мм) до 0,9 дюйма (примерно 22,86 мм), от примерно 0,2 (примерно 5,08 мм) до 0,5 дюйма (примерно 12,7 мм), от примерно 0,25 (примерно 6,35 мм) до 1 дюйма (примерно 25,4 мм), от примерно 0,25 (примерно 6,35 мм) до 0,5 дюйма (примерно 12,7 мм), 0,100 (примерно 2,54 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,150 (примерно 3,81 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,200 (примерно 5,08 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,250 (примерно 6,35 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,300 (примерно 7,62 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,350 (примерно 8,89 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,400 (примерно 10,16 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,450 (примерно 11,43 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,500 (примерно 12,7 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,550 (примерно 13,97 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,600 (примерно 15,24 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,700 (примерно 17,78 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,750 (примерно 19,05 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,800 (примерно 20,32 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,850 (примерно 21,59 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,900 (примерно 22,86 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм), 0,900 (примерно 22,86 мм) +/- 0,025 дюйма (примерно 0,635 мм).

В целом, предпочтительно транспортировать материал через пучок электронов как можно быстрее для максимизирования пропускной способности. Например, материал можно перемещать со скоростями, составляющими по меньшей мере 1 фут/мин (примерно 0,305 м/мин), например, по меньшей мере 2 фут/мин (примерно 0,610 м/мин), по меньшей мере 3 фут/мин (примерно 0,914 м/мин), по меньшей мере 4 фут/мин (примерно 1,219 м/мин), по меньшей мере 5 фут/мин (примерно 1,524 м/мин), по меньшей мере 10 фут/мин (примерно 3,048 м/мин), по меньшей мере 15 фут/мин (примерно 4,572 м/мин), 20 (примерно 6,093 м/мин), 25 (примерно 7,62 м/мин), 30 (примерно 9,144 м/мин), 35 (примерно 10,668 м/мин), 40 (примерно 12,192 м/мин), 45 (примерно 13,716 м/мин), 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин). Скорость транспортировки связана с током пучка, например, в случае биомассы толщиной $\frac{1}{4}$ дюйма (примерно 0,635 см) и 100 мА, для обеспечения достаточной дозы облучения транспортер может перемещаться со скоростью примерно 20 футов/мин (примерно 6,096 м/мин), при 50 мА транспортер может перемещаться со скоростью примерно 10 футов/мин (примерно 3,048 м/мин) для обеспечения приблизительно такой же дозы облучения.

После перемещения материала через зону облучения можно осуществить дополнительную предварительную обработку. Возможная дополнительная предварительная обработка может, например, представлять собой процесс, описанный применительно к обработке путем предварительного облучения. Например, биомассу можно обработать путем просеивания, нагревания, охлаждения и/или объединения с добавками. Исключительно при предварительном облучении может иметь место гашение радикалов, например, гашение радикалов путем добавления текучих сред или газов (например, кислорода, закиси азота, аммиака, жидкостей), при применении давления, теплоты и/или добавления акцепторов радикалов. Например, биомассу можно транспортировать из заключенного в кожух транспортера и подвергать воздействию газа (например, кислорода), при этом происходит гашение биомассы с образованием карбоксилированных групп. Согласно одному из вариантов реализации изобретения биомассу во время облучения подвергают воздействию химически активного газа или жидкости. Гашение биомассы, которая подвергалась облучению, описано в патенте США № 8083906, опубликованном 27 декабря 2011 г., полное описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки.

При необходимости, наряду с облучением можно использовать один или более способов механической обработки для дополнительного уменьшения сопротивляемости обработке углеводсодержащего

материала. Указанные способы можно применять перед облучением, во время и/или после него.

В некоторых случаях механическая обработка может включать начальную подготовку исходного сырья непосредственно после получения, например, уменьшение размеров материалов, например, путем измельчения, например, резки, дробления, приложения сдвиговых усилий, распыления или рубки. Например, в некоторых случаях, рыхлое исходное сырье (например, бумагу вторичной переработки, крахмальные материалы или просо прутьевидное) подготавливают путем приложения сдвиговых усилий или размельчения (shredding). Механическая обработка позволяет уменьшить объемную плотность углеводсодержащего материала, увеличить площадь поверхности углеводсодержащего материала и/или уменьшить один или более размеров углеводсодержащего материала.

В качестве альтернативы или в дополнение, исходный материал можно обработать посредством другого способа обработки, такого как, химические способы обработки, например, с помощью кислоты (HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4), основания (например, KOH и NaOH), химического окислителя (например, пероксидов, хлоратов, озона), облучения, парового взрыва, пиролиза, обработки ультразвуком, окисления, химической обработки. Указанные способы обработки можно реализовать в любом порядке и в любой последовательности и комбинациях. Например, исходный материал можно сначала обработать физически с применением одного или более способов обработки, например, путем химической обработки, в том числе и в комбинации с кислотным гидролизом (например, при применении HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4), облучением, обработкой ультразвуком, окислением, пиролизом или паровым взрывом, и затем подвергнуть механической обработке. Такая последовательность может быть предпочтительной, поскольку материалы, обработанные посредством одного или более других способов обработки, например, с помощью облучения или пиролиза, обычно являются более хрупкими и, следовательно, может быть легче осуществить дальнейшее изменение структуры материала при механической обработке. В качестве еще одного примера, исходный материал можно пропускать через ионизирующее облучение, используя транспортер, как описано в настоящей заявке, и затем подвергать механической обработке. Химическая обработка позволяет удалить некоторую часть или весь лигнин (например, при химической варке целлюлозы) и позволяет частично или полностью гидролизовать материал. Указанные способы также можно использовать с предварительно гидролизованным материалом. Кроме того, указанные способы можно использовать с материалом, который не был предварительно гидролизован. Перечисленные способы можно использовать со смесями гидролизованного и негидролизованного материалов, например со смесями, содержащими примерно 50% или более негидролизованного материала, примерно 60% или более негидролизованного материала, примерно 70% или более негидролизованного материала, примерно 80% или более негидролизованного материала или даже 90% или более негидролизованного материала.

Наряду с уменьшением размера, которое можно выполнить вначале и/или позднее при обработке, механическая обработка также может быть предпочтительной с точки зрения "раскрытия", "напряжения", разрушения или разрыхления углеводсодержащих материалов, получения целлюлозы из материалов более восприимчивых к расщеплению цепей и/или разрушению кристаллической структуры в ходе физической обработки.

Способы механической обработки углеводсодержащего материала включают, например, размол или дробление. Размол можно выполнить с применением, например, молотковой дробилки, шаровой мельницы, коллоидной мельницы, конической или конусной мельницы, дисковой мельницы, бегунковой мельницы, мельницы Уайли, зерновой мельницы или другой мельницы. Дробление можно осуществить с применением, например, резательной дробилки/дробилки ударного действия. Некоторые типичные дробилки включают жерновые дробилки, штифтовые дробилки, кофейные дробилки и гратосниматели. Дробление или размол можно обеспечить, например, с помощью возвратно-поступательного штифта или другого элемента, как это имеет место в штифтовой мельнице. Другие механические способы обработки включают механическую продольную резку или разрывание, другие способы, в которых волокна оказывают давление, и дробление путем истирания под действием воздуха. Подходящие способы механической обработки дополнительно включают любой другой способ, продолжающий разрушение внутренней структуры материала, которое было инициировано предыдущими стадиями обработки.

Системы механической подготовки сырья можно выполнить с возможностью получения потоков с конкретными характеристиками, такими как, например, конкретные максимальные размеры, конкретные соотношения длины к ширине или конкретные отношения площадей поверхности. Физическая подготовка позволяет увеличить скорость реакций, улучшить движение материала на транспортере, улучшить профиль облучения материала, улучшить однородность облучения материала или снизить требуемое время обработки путем раскрытия материалов и превращения их в более доступные материалы для процессов и/или реагентов, таких как реагенты в растворе.

Объемную плотность исходного сырья можно контролировать (например, увеличивать). В некоторых случаях может быть желательным получить материал с низкой объемной плотностью, например, путем уплотнения материала (например, уплотнение может сделать более легким и менее дорогостоящим транспортировку материала в другое место) и затем возвращения материала к состоянию с более низкой объемной плотностью (например, после транспортировки). Материал можно уплотнить, например, от менее примерно 0,2 до более примерно 0,9 г/см³ (например, менее примерно 0,3 до более пример-

но 0,5 г/см³, менее примерно 0,3 до более примерно 0,9 г/см³, менее примерно 0,5 до более примерно 0,9 г/см³, менее примерно 0,3 до более примерно 0,8 г/см³, менее примерно 0,2 до более примерно 0,5 г/см³). Например, материал можно уплотнить с помощью способов и оборудования, описанных Medoff в патенте США № 7932065 и международной публикации № WO 2008/073186 (которая была подана 26 октября 2007 г., опубликована на английском языке и предназначена для Соединенных Штатов), полные описания которых включены в настоящий документ посредством ссылки. Уплотненные материалы можно обработать любыми способами, описанными в настоящей заявке, или любой материал, обработанный с помощью любого из способов, описанных в настоящей заявке, можно впоследствии подвергнуть уплотнению.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения материал, подлежащий обработке, находится в форме волокнистого материала, содержащего волокна, полученные при приложения сдвиговых усилий к источнику волокон. Например, указанное приложение сдвиговых усилий можно выполнить с помощью ротационного ножевидного инструмента.

Например, к источнику волокон, например, который является трудно разлагаемым или который имел пониженные уровни сопротивляемости обработке, можно приложить сдвиговые усилия, например, в ротационном ножевидном инструменте, с получением первого волокнистого материала. Первый волокнистый материал пропускают через первое сито, например, со средним размером отверстий 1,59 мм или менее (1/16 дюйма, 0,0625 дюйма), и получают второй волокнистый материал. При необходимости, источник волокон можно разрезать перед приложением сдвиговых усилий, например, с помощью шредера. Например, при использовании бумаги в качестве источника волокон, бумагу можно сначала нарезать на полоски, которые, например, имеют ширину от 1/4 (примерно 0,635 см) до 1/2-дюйма (примерно 1,27 см), используя шредер, например, вращающийся в противоположных направлениях шнековый шредер, такой как шредеры, производимые компанией Munson (Ютика, Нью-Йорк). В качестве альтернативы размельчению (shredding), размер бумаги можно уменьшить путем резки до требуемого размера с помощью гильотинной резательной машины. Например, гильотинную резательную машину можно использовать для разрезания бумаги на листы, например, шириной 10 дюймов (примерно 25,4 см) и длиной 12 дюймов (примерно 30,5 см).

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения приложение сдвиговых усилий к источнику волокон и пропускание полученного первого волокнистого материала через первое сито выполняют одновременно. Приложение сдвиговых усилий и пропускание также можно осуществить в процессе с периодической загрузкой.

Например, ротационный ножевидный инструмент можно использовать для одновременного нарезания источника волокон и просеивания первого волокнистого материала. Ротационный ножевидный инструмент содержит бункер, который можно загрузить обрезками источника волокна, полученными при нарезании указанного источника.

Согласно другим вариантам реализации изобретения перед осахариванием и/или ферментацией исходное сырье обрабатывают физическим способом. Физические способы обработки могут включать один или более из любых способов, описанных в настоящей заявке, такие как механическая обработка, химическая обработка, облучение, обработка ультразвуком, окисление, пиролиз или паровой взрыв. Способы обработки можно использовать при комбинации двух, трех, четырех или даже всех из описанных технологий (в любом порядке). При применении более чем одного способа обработки указанные способы можно применять одновременно или в разное время. Кроме того, можно использовать другие способы, изменяющие молекулярную структуру исходного сырья на основе биомассы, по отдельности или в комбинации со способами, описанными в настоящей заявке.

Механические способы обработки, которые можно использовать, и характеристики механически обработанных углеводсодержащих материалов более подробно описаны в публикации заявки на патент США 2012/0100577 A1, поданной 18 октября 2011 г., полное описание которых тем самым включено в настоящий документ посредством ссылки.

Обработка ультразвуком, пиролиз, окисление, паровой взрыв

При необходимости, вместо облучения или наряду с ним можно использовать один или более способов, выбранных из обработки ультразвуком, пиролиза, окислительных способов или способов на основе парового взрыва, для уменьшения или дальнейшего уменьшения сопротивляемости углеводсодержащего материала обработке. Например, указанные способы можно применять перед облучением, во время и/или после него. Такие способы подробно описаны Medoff в патенте США № 7932065, полное описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки.

Промежуточные соединения и продукты

Применяя процессы, описанные в настоящей заявке, материал биомассы можно превратить в один или более продуктов, таких как энергия, топлива, продукты питания и материалы. Например, можно получить промежуточные соединения и продукты, такие как органические кислоты, соли органических кислот, ангидриды, эфиры органических кислот и топлива, например, топлива для двигателей внутреннего сгорания или сырьевые материалы для топливных элементов. В настоящей заявке описаны системы и процессы, в которых можно использовать в качестве исходного сырья целлюлозные и/или

лигноцеллюлозные материалы, которые являются легкодоступными, но часто трудно поддаются обработке, например, потоки бытовых отходов и потоки макулатуры, такие как потоки, содержащие газетную бумагу, крафт-бумагу, гофрированную бумагу или их смеси.

Специфические примеры продуктов включают, но не ограничиваются ими, водород, сахара (например, глюкозу, ксилозу, арабинозу, маннозу, галактозу, фруктозу, дисахариды, олигосахариды и полисахариды), спирты (например, одноатомные спирты или двухатомные спирты, так как этанол, н-пропанол, изобутанол, втор-бутанол, трет-бутанол или н-бутанол), гидратированные или содержащие воду спирты (например, содержащие больше 10, 20, 30 или даже больше 40% воды), биодизельное топливо, органические кислоты, углеводороды (например, метан, этан, пропан, изобутен, пентан, н-гексан, биодизельное топливо, биобензин и их смеси), попутные продукты (например, белки, такие как разлагающие клетчатку белки (ферменты) или одноклеточные белки) и смеси любых из указанных соединений в любой комбинации или относительной концентрации и, возможно, в комбинации с любыми добавками (например, топливными добавками). Другие примеры включают карбоновые кислоты, соли карбоновой кислоты, смесь карбоновых кислот и солей карбоновых кислот и сложные эфиры карбоновых кислот (например, метиловый, этиловый и н-пропиловые сложные эфиры), кетоны (например, ацетон), альдегиды (например, ацетальдегид), альфа- и бета-ненасыщенные кислоты (например, акриловую кислоту) и олефины (например, этилен). Другие спирты и производные спиртов включают пропанол, пропиленгликоль, 1,4-бутандиол, 1,3-пропандиол, сахарные спирты (например, эритритол, гликоль, глицерин, сорбит, треитол, арабитол, рибитол, маннитол, дульцит, фуситол, идитол, изомальт, мальтитол, лактитол, ксилит и другие полиолы) и метиловые или этиловые сложные эфиры любого из перечисленных спиртов. Другие продукты включают метилакрилат, метилметакрилат, D-молочную кислоту, L-молочную кислоту, пировиноградную кислоту, полимолочную кислоту, лимонную кислоту, муравьиную кислоту, уксусную кислоту, пропионовую кислоту, масляную кислоту, янтарную кислоту, валериановую кислоту, капроновую кислоту, 3-гидроксипропионовую кислоту, пальмитиновую кислоту, стеариновую кислоту, щавелевую кислоту, малоновую кислоту, глутаровую кислоту, олеиновую кислоту, линоленовую кислоту, гликолевую кислоту, гамма-гидроксимасляную кислоту и их смеси, соли любых из перечисленных кислот, смеси любых кислот и их соответствующие соли.

Любую комбинацию перечисленных выше продуктов друг с другом и/или перечисленных выше продуктов с другими продуктами, при этом другие продукты можно получить с применением способов, описанных в настоящей заявке или иным образом, можно упаковать вместе и продавать в виде продуктов. Продукты можно объединять, например, перемешивать, смешивать, или совместно растворять или можно просто упаковать или продавать вместе.

Любой из продуктов или комбинаций продуктов, описанных в настоящей заявке, можно дезинфицировать или стерилизовать перед продажей продуктов, например, после очистки или выделения или даже после упаковки, для нейтрализации одного или более потенциально нежелательных загрязняющих веществ, которые могут присутствовать в продукте (продуктах). Такую санацию можно осуществить путем бомбардировки электронами, например, с дозой меньше примерно 20 Мрад, например, от примерно 0,1 до 15 Мрад, от примерно 0,5 до 7 Мрад или от примерно 1 до 3 Мрад.

Процессы, описанные в настоящей заявке, позволяют получать потоки различных побочных продуктов, которые можно использовать для генерирования пара и электричества для применения в других частях предприятия (совместное производство тепловой и электрической энергии) или продавать на открытом рынке. Например, пар, образующийся при горении потоков побочных продуктов, можно использовать в процессе дистилляции. В качестве другого примера, электричество, генерируемое при горении потоков побочных продуктов, можно использовать в электронно-лучевых генераторах, применяемых при предварительной обработке.

Побочные продукты, используемые для генерирования пара и электричества, получают из нескольких источников на всем протяжении процесса. Например, анаэробное сбраживание сточных вод позволяет получить биогаз с высоким уровнем метана и маленьким количеством отработанной биомассы (шлама). В качестве другого примера, можно использовать твердые вещества, полученные после осахаривания и/или после дистилляции (например, непрореагировавший лигнин, целлюлозу и гемицеллюлозу, оставшуюся от предварительной обработки и первичных процессов), например сжигая их в качестве топлива.

Другие промежуточные соединения и продукты, в том числе продукты питания и фармацевтические продукты, описаны в публикации заявки на патент США 2010/0124583 A1, принадлежащей Medoff, опубликованной 20 мая 2010 г., полное описание которой тем самым включено в настоящий документ посредством ссылки.

Продукты, полученные из лигнина

Считается, что отработанная биомасса (например, отработанный лигноцеллюлозный материал), полученная в результате лигноцеллюлозной обработки описанными способами, имеет высокое содержание лигнина и помимо того, что ее можно использовать для получения энергии посредством сжигания в установке для совместного производства тепловой и электрической энергии, может применяться в качестве других ценных продуктов. Например, лигнин можно использовать как есть в качестве пластмассы или

его свойства можно улучшить синтетическими способами для получения другой пластмассы. В некоторых случаях, лигнин также можно превратить в лигносульфонаты, которые можно использовать в качестве связующих веществ, диспергаторов, эмульгаторов или в качестве комплексообразующих агентов.

При применении в качестве связующего вещества, лигнин или лигносульфонат можно, например, использовать в угольных брикетах, в керамических материалах, для связывания черного углерода, для связывания удобрений и гербицидов, в качестве пылеподавителя, при получении фанеры и прессованной древесины, для связывания кормов для животных, в качестве связующего вещества для стекловолокна, в качестве связующего вещества в мастике для приклеивания линолеума и в качестве стабилизатора грунтов.

При применении в качестве диспергатора лигнин или лигносульфонаты можно использовать, например, в бетонных смесях, глиняных и керамических материалах, красителях и пигментах, при дублировании кожи и в сухой штукатурке.

При применении в качестве эмульгатора лигнин или лигносульфонаты можно использовать, например, в асфальте, пигментах и красителях, пестицидах и парафиновых эмульсиях.

При применении в качестве комплексообразующего агента, лигнин или лигносульфонаты можно использовать, например, в системах питательных микроэлементов, чистящих составах и системах водоподготовки, например, для систем котлов и систем охлаждения.

В случае производства энергии лигнин в целом имеет более высокое энергосодержание, чем голоцеллюлоза (целлюлоза и гемицеллюлоза), поскольку он содержит больше углерода, чем голоцеллюлоза. Например, сухой лигнин может иметь энергосодержание от примерно 11000 (примерно 25586 кДж/кг) до 12500 БТЕ на фунт (примерно 29075 кДж/кг) по сравнению с диапазоном от 7000 (примерно 16282 кДж/кг) до 8000 БТЕ на фунт (примерно 18608 кДж/кг) голоцеллюлозы. По существу, лигнин можно уплотнить и превратить в брикеты и гранулы, применяемые для сжигания. Например, лигнин можно превратить в гранулы с помощью любого способа, описанного в настоящей заявке. Для получения более медленногорящей гранулы или брикета лигнин можно подвергнуть сшиванию, например, применяя дозу облучения от примерно 0,5 до 5 Мрад. Сшивание позволяет получить более медленногорящий форм-фактор. Форм-фактор, такой как гранула или брикет, можно превратить в "синтетический уголь" или древесный уголь посредством пиролиза в отсутствие воздуха, например, при температуре от 400 до 950°C. Перед пиролизом может быть желательным сшивание лигнина для поддержания конструктивной целостности.

Осахаривание

Как описано ранее, для превращения исходного сырья в форму, которую можно легко обработать, глюкан- или ксилансодержащую целлюлозу в исходном сырье можно подвергать гидролизу с получением низкомолекулярных углеводов, таких как сахара, с помощью осаживающего агента, например, фермента или кислоты, процесс, называемый осаживанием. Затем низкомолекулярные углеводы можно использовать, например, на существующем производственном предприятии, таком как предприятие по производству одноклеточного белка, предприятие по производству ферментов или предприятие по производству топлива, например, предприятие по производству этанола.

Как описано ранее, исходное сырье можно подвергать гидролизу путем использования фермента, например, путем объединения материалов и фермента в растворителе, например, в водном растворе.

Согласно альтернативному варианту реализации изобретения ферменты могут поступать за счет организмов, которые разлагают биомассу, такую как целлюлозные и/или лигниновые части биомассы, содержат или продуцируют различные разлагающие клетчатку ферменты (целлюлазы), лигниназы или различные разрушающие биомассу метаболиты с маленькими молекулами. Указанные ферменты могут представлять собой комплекс ферментов, которые действуют синергически и разлагают кристаллические целлюлозные или лигниновые части биомассы. Примеры разлагающих клетчатку ферментов включают: эндоглюканазы, целлобиогидролазы и целлобиазы (бета-глюкозидазы).

Во время осаживания целлюлозный субстрат можно сначала гидролизовать с помощью эндоглюканаза в случайных местах с получением олигомерных промежуточных соединений. Далее указанные промежуточные соединения становятся субстратами для экзотермического расщепления глюканаза, таких как целлобиогидролаза, с получением целлобиозы из концевых групп целлюлозного полимера. Целлобиоза представляет собой водорастворимый 1,4-связанный димер глюкозы. И наконец, целлобиоза расщепляет целлобиозу с получением глюкозы. Эффективность (например, время гидролиза и/или полнота гидролиза) такого процесса зависит от сопротивляемости обработке целлюлозного материала.

Соответственно, обработанные материалы биомассы можно осаживать путем объединения материала и фермента целлюлаза в жидкой среде, например, водном растворе. В некоторых случаях, перед осаживанием материал кипятят, замачивают или варят в горячей воде, как описано Medoff и Masterman в публикации заявки на патент США 2012/0100577 A1, опубликованной 26 апреля 2012 г., полное описание которой включено в настоящий документ.

Процесс осаживания можно частично или полностью осуществить в баке (например, в баке с объемом по меньшей мере 4000, 40000 или 500000 л), на производственном предприятии и/или его можно частично или полностью осуществить при транспортировке, например, в железнодорожной цистерне,

автоцистерне или в супертанкере или трюме судна. Время, необходимое для полного осахаривания, будет зависеть от условий обработки и применяемых углеводсодержащего материала и фермента. При проведении осахаривания на производственном предприятии в контролируемых условиях целлюлозу можно по существу полностью превратить в сахар, например, глюкозу, в течение от примерно 12 до 96 ч. Если осахаривание осуществляют частично или полностью при транспортировке, осахаривание может занять больше времени.

В целом, предпочтительно, чтобы содержимое бака в ходе осахаривания перемешивали, например, используя струйное перемешивание, как описано в международной заявке на патент № PCT/US2010/035331, поданной 18 мая 2010 г., которая была опубликована на английском языке как WO 2010/135380 и предназначена для Соединенных Штатов, полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Добавление поверхностно-активных веществ может увеличить скорость осахаривания. Примеры поверхностно-активных веществ включают неионные поверхностно-активные вещества, такие как полиэтиленгликолевые поверхностно-активные вещества Твин (Tween®) 20 или Твин (Tween®) 80, ионные поверхностно-активные вещества или амфотерные поверхностно-активные вещества.

В целом, предпочтительно, чтобы концентрация раствора сахара, полученного в результате осахаривания, была сравнительно высокой, например, больше 40% или больше 50, 60, 70, 80, 90 или даже больше 95 мас.%. Воду можно удалить, например, путем испарения, для увеличения концентрации раствора сахара. Это уменьшит объем, подвергаемый транспортировке, а также позволит подавить рост микробов в растворе.

Согласно альтернативному варианту реализации изобретения можно использовать растворы сахара с более низкими концентрациями, в этом случае может быть желательным добавление противомикробной добавки, например, антибиотика широкого спектра действия, при низкой концентрации, например, от 50 до 150 ppm. Другие подходящие антибиотики включают амфотерицин В, ампициллин, хлорамфеникол, ципрофлоксацин, гентамицин, гигромицин В, канамицин, неомицин, пенициллин, пурамицин, стрептомицин. Антибиотики будут подавлять рост микроорганизмов во время транспортировки и хранения и их можно использовать при подходящих концентрациях, например, от 15 до 1000 ppm по массе, например, от 25 до 500 ppm или от 50 до 150 ppm. При необходимости, можно добавить антибиотик, даже если концентрация сахара сравнительно высокая. Согласно альтернативному варианту реализации изобретения можно использовать другие добавки с противомикробными или консервирующими свойствами. Противомикробная добавка (добавки) предпочтительно представляют собой пищевые добавки.

Раствор со сравнительно высокой концентрацией можно получить за счет ограничения количества воды, добавляемой к углеводсодержащему материалу с ферментом. Концентрацию можно регулировать, например, контролируя степень осахаривания. Например, концентрацию можно увеличить путем добавления в раствор большего количества углеводсодержащего материала. Для поддержания уровня сахара, который образуется в растворе, можно добавить поверхностно-активное вещество, например, одно из веществ, описанных выше. Кроме того, можно увеличить растворимость путем увеличения температуры раствора. Например, раствор можно поддерживать при температуре от 40 до 50°C, от 60 до 80°C или даже при более высокой температуре.

Осахаривающие агенты

Подходящие разлагающие клетчатку ферменты включают целлюлазы, полученные из видов, относящихся к родам *Bacillus*, *Coprinus*, *Myceliophthora*, *Cephalosporium*, *Scytalidium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pseudomonas*, *Humicola*, *Fusarium*, *Thielavia*, *Acremonium*, *Chrysosporium* и *Trichoderma*, в частности целлюлазы, полученные с помощью штамма, выбранного из вида *Aspergillus* (см., например, публикацию Европейского патента № 0 458 162), *Humicola insolens* (переклассифицированного как *Scytalidium thermophilum*, см., например, патент США № 4435307), *Coprinus cinereus*, *Fusarium oxysporum*, *Myceliophthora thermophila*, *Meripilus giganteus*, *Thielavia terrestris*, *Acremonium* sp. (в том числе, но не ограничиваясь ими, *A. persicinum*, *A. acremonium*, *A. brachypenum*, *A. dichromosporum*, *A. obclavatum*, *A. pinkertoniae*, *A. roseogriseum*, *A. incoloratum* и *A. furatum*). Предпочтительные штаммы включают *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 brachypenum* 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 и *Acremonium furatum* CBS 299.70H. Разлагающие клетчатку ферменты также можно получить из *Chrysosporium*, предпочтительно, штамма *Chrysosporium lucknowense*. Дополнительные штаммы, которые можно использовать, включают, но не ограничиваются ими, *Trichoderma* (в частности, *T. viride*, *T. reesei* и *T. koningii*), алкалофильный *Bacillus* (см., например, патент США № 3844890 и публикацию Европейского патента № 0458162) и *Streptomyces* (см., например, публикацию Европейского патента № 0458162).

Наряду с ферментами или в комбинации с ними, для осахаривания лигноцеллюлозных и целлюлозных материалов можно использовать кислоты, основания и другие химические соединения (например,

окислители). Указанные материалы можно использовать в любой комбинации или последовательности (например, до, после и/или во время добавления фермента). Например, можно использовать сильные минеральные кислоты (например, HCl, H₂SO₄, H₃PO₄) и сильные основания (например, NaOH, KOH).

Сахара

В процессах, описанных в настоящей заявке, например, после осахаривания, можно выделить и/или очистить сахара (например, глюкозу и ксилозу). Например, сахара можно выделить и/или очистить с помощью осаждения, кристаллизации, хроматографии (например, хроматографии с псевдодвижущимся слоем, хроматографии высокого давления), электродиализа, центрифугирования, экстракции, любого другого способа выделения, известного в данной области техники, и их комбинаций.

Гидрирование и другие химические превращения

Процессы, описанные в настоящей заявке, могут включать гидрирование. Например, глюкозу и ксилозу можно гидрировать с получением сорбита и ксилита, соответственно. Гидрирование можно выполнить путем применения катализатора (например, Pt/гамма-Al₂O₃, Ru/C, никелевого катализатора Ренея или других катализаторов, известных в данной области техники) в комбинации с H₂ при высоком давлении (например, от 10 (примерно 69 кПа) до 12000 psi (примерно 82,7 МПа)). Можно использовать другие виды химического превращения продуктов в результате процессов, описанных в настоящей заявке, например, производство продуктов, полученных из органического сахара (например, фурфурола и продуктов, полученных из фурфурола). Химические превращения полученных из сахара продуктов описаны в патенте США № 13/934704, поданном 3 июля 2013 г., описание которого в полном объеме включено в настоящий документ посредством ссылки.

Ферментирование

Дрожжи и бактерии *Zytophas*, например, можно использовать для ферментации или превращения сахара (Сахаров) в спирт (спирты). Ниже описаны другие микроорганизмы. Оптимальное значение pH для ферментации составляет от примерно 4 до 7. Например, оптимальное значение pH для дрожжей составляет от примерно 4 до 5, тогда как оптимальное значение pH для *Zytophas* составляет от примерно 5 до 6. Типичное время ферментации составляет от примерно 24 до 168 ч (например, от 24 до 96 ч) при температуре в диапазоне от 20 до 40°C (например, от 26 до 40°C), однако термофильные микроорганизмы предпочитают более высокие температуры.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения, например, при применении анаэробных организмов, по меньшей мере часть ферментации проводят в отсутствие кислорода, например, в атмосфере инертного газа, такого как N₂, Ar, He, CO₂ или их смеси. Кроме того, смесь можно постоянно продувать инертным газом, проходящим через бак при протекании части или всего процесса ферментации. В некоторых случаях, анаэробные условия можно достичь или поддерживать за счет образования диоксида углерода в процессе ферментации, при этом дополнительный инертный газ не требуется.

Согласно некоторым вариантам реализации изобретения весь или часть процесса ферментации можно прервать перед полным превращением низкомолекулярного сахара в продукт (например, этанол). Промежуточные продукты ферментации включают сахар и углеводы с высокими концентрациями. Сахара и углеводы можно выделить с применением любых средств, известных в данной области техники. Указанные промежуточные продукты ферментации можно использовать при получении продукта питания для потребления человеком или животным. Дополнительно или в качестве альтернативы, промежуточные продукты ферментации можно измельчить до тонкодисперсных частиц в лабораторной мельнице из нержавеющей стали и получить мукообразное вещество. В процессе ферментации можно использовать струйное перемешивание, и в некоторых случаях осахаривание и ферментацию выполняют в одном и том же баке.

Питательные вещества для микроорганизмов можно добавить во время осахаривания и/или ферментации, например, пакеты с пищевыми питательными веществами, описанные в публикации заявки на патент США 2012/0052536, поданной 15 июля 2011 г., полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

"Ферментация" включает способы и продукты, описанные в заявках на патент №№ PCT/US2012/71093 опубликованной 27 июня 2013 г., PCT/US2012/71907 опубликованной 27 июня 2012 г. и PCT/US2012/71083 опубликованной 27 июня 2012 г., содержание которых в полном объеме включено в настоящий документ посредством ссылки.

Передвижные ферментеры можно использовать, как описано в международной заявке на патент № PCT/US2007/074028 (которая была подана 20 июля 2007 г., была опубликована на английском языке как WO 2008/011598 и предназначена для Соединенных Штатов) и в опубликованном патенте США № 8318453, содержание которых включено в настоящий документ в полном объеме. Подобным образом, оборудование для осахаривания может быть передвижным. Кроме того, осахаривание и/или ферментацию можно частично или полностью осуществить во время перевозки.

Ферментирующие агенты

Микроорганизм(ы), применяемые при ферментации, могут представлять собой природные микроорганизмы и/или сконструированные микроорганизмы. Например, микроорганизм может представлять собой бактерию (в том числе, но не ограничиваясь ими, например бактерию, разлагающую клетчатку),

гриб, (в том числе, но не ограничиваясь ими, например, дрожжи), растение, протист, например, простейшее или грибоподобный протист (в том числе, но не ограничиваясь ими, например, слизевик) или морские водоросли. При совместимости организмов можно использовать смеси организмов.

Подходящие ферментирующие микроорганизмы обладают способностью превращать углеводы, такие как глюкоза, фруктоза, ксилоза, арабиноза, манноза, галактоза, олигосахариды или полисахариды, в продукты ферментации. Ферментирующие микроорганизмы включают штаммы рода *Saccharomyces* spp. (в том числе, но не ограничиваясь ими, *S. cerevisiae* (пекарские дрожжи), *S. distaticus*, *S. uvarum*), рода *Kluyveromyces*, (в том числе, но не ограничиваясь ими, *K. marxianus*, *K. fragilis*), рода *Candida* (в том числе, но не ограничиваясь ими, *C. pseudotropicalis* и *C. brassicae*), *Pichia stipitis* (родственный *Candida shehatae*), рода *Clavispora* (в том числе, но не ограничиваясь ими, *C. lusitaniae* и *C. oruntiae*), рода *Pachysolen* (в том числе, но не ограничиваясь ими, *P. tannophilus*), рода *Bretanomyces* (в том числе, но не ограничиваясь ими, например, *B. Clausenii* (Philippidis, G. P., 1996, Cellulose bioconversion technology, в Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, Wyman, C.E., ed., Taylor & Francis, Washington, DC, 179-212)). Другие подходящие микроорганизмы включают, например, *Zymomonas mobilis*, *Clostridium* spp. (в том числе, но не ограничиваясь ими, *C. thermocellum* (Philippidis, 1996, supra), *C. saccharobutylicum*, *C. tyrobutyricum*, *C. saccharobutylicum*, *C. Puniceum*, *C. beijerinckii* и *C. acetobutylicum*), *Moniliella* spp. (в том числе, но не ограничиваясь ими, *M. pollinis*, *M. tomentosa*, *M. madida*, *M. nigrescens*, *M. oedocephali*, *M. megachiliensis*), *Yarrowia lipolytica*, *Aureobasidium* sp., *Trichosporonoides* sp., *Trigonopsis variabilis*, *Trichosporon* sp., *Moniliellaacetobutans* sp., *Typhula variabilis*, *Candida magnoliae*, *Ustilaginomycetes* sp., *Pseudozyma tsukubaensis*, дрожжевые виды родов *Zygosaccharomyces*, *Debaryomyces*, *Hansenula* и *Pichia* и грибы рода *dematioid Torula* (например, *T. corallina*).

Дополнительные микроорганизмы включают группу *Lactobacillus*. Примеры включают *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus coryniformis*, например, *Lactobacillus coryniformis* подвид *torquens*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus brevis*. Другие микроорганизмы включают *Pediococcus penosaceus*, *Rhizopus oryzae*.

Некоторые организмы, такие как бактерии, дрожжи и грибы, можно использовать для ферментации продуктов, полученных из биомассы, таких как сахара и спирты, с получением янтарной кислоты и подобных продуктов. Например, организмы можно выбрать из *Actinobacillus succinogenes*, *Anaerobiospirillum succiniciproducens*, *Mannheimia succiniciproducens*, *Ruminococcus flaverfaciens*, *Ruminococcus albus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides rumicola*, *Bacteroides amylophilus*, *Bacteroides succinogenes*, *Mannheimia succiniciproducens*, *Corynebacterium glutamicum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Byssoschlamys nivea*, *Lentinus degener*, *Paecilomyces varioti*, *Penicillium viniferum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecali*, *Prevotella ruminocolas*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida catenulata* VKM Y-5, *C. mycoderma* VKM Y-240, *C. rugosa* VKM Y-67, *C. paludigena* VKM Y-2443, *C. utilis* VKM Y-74, *C. utilis* 766, *C. zeylanoides* VKM Y-6, *C. zeylanoides* VKM Y-14, *C. zeylanoides* VKM Y-2324, *C. zeylanoides* VKM Y-1543, *C. zeylanoides* VKM Y-2595, *C. valida* VKM Y-934, *Kluyveromyces wickerhamii* VKM Y-589, *Pichia anomala* VKM Y-118, *P. besseyi* VKM Y-2084, *P. media* VKM Y-1381, *P. guilliermondii* H-P-4, *P. guilliermondii* 916, *P. inositolovora* VKM Y-2494, *Saccharomyces cerevisiae* VKM Y-381, *Torulopsis Candida* 127, *T. Candida* 420, *Yarrowia lipolytica* 12a, *Y. lipolytica* VKM Y-47, *Y. lipolytica* 69, *Y. lipolytica* VKM Y-57, *Y. lipolytica* 212, *Y. lipolytica* 374/4, *Y. lipolytica* 585, *Y. lipolytica* 695, *Y. lipolytica* 704 и смесей перечисленных организмов.

Многие такие микробные штаммы являются общедоступными, и их можно приобрести на рынке или через хранилища, такие как ATCC (Американская коллекция клеточных культур, Манассас, Вирджиния, США), NRRL (Коллекция клеточных культур Службы сельскохозяйственных исследований, Пеория, Иллинойс, США) или DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Браншвейг, Германия), в частности.

Коммерчески доступные дрожжи включают, например, Ред Стар (Red Star®)/Лесаффе Этанол Ред (Lesaffre Ethanol Red) (которые можно приобрести в компании Red Star/Lesaffre, США), ФАЛИ (FALI®) (которые можно приобрести в компании Fleischmann's Yeast, подразделение Burns Philip Food Inc., США), СУПЕРСТАРТ (SUPERSTART®) (которые можно приобрести в компании Alltech, в настоящее время Lalemand), ГЕРТ СТРАНД (GERT STRAND®) (которые можно приобрести в компании Gert Strand AB, Швеция) и ФЕРМОЛ (FERMOL®) (которые можно приобрести в компании DSM Specialties).

Дистилляция

Как описано ранее, после ферментации полученные жидкости можно подвергать дистилляции с применением, например, "бражной колонны", для отделения этанола и других спиртов от основного объема воды и остаточной твердой фазы. Пар, выходящий из бражной колонны, может представлять собой, например, 35 мас.% этанол и может быть загружен в ректификационную колонну. Смесь почти азеотропного (92,5%) этанола и воды из ректификационной колонны можно очистить с получением чистого (99,5%) этанола, используя паровые молекулярные сита. Кубовые остатки бражной колонны можно направить на первую ступень трехступенчатого испарителя. Обратный холодильник ректификационной колонны может обеспечить тепло для такой первой ступени испарителя. После первой ступени испари-

теля твердое вещество можно отделить с применением центрифуги и высушить в барабанной сушилке. Часть (25%) продукта из центрифуги можно повторно использовать для ферментации, а остаток направить на вторую и третью ступени испарителя. Большую часть конденсата из испарителя можно вернуть в процесс в виде довольно чистого конденсата, при этом небольшую часть отделяют и направляют на обработку сточных вод для предотвращения накопления низкокипящих соединений.

Углеводородсодержащие материалы

Согласно другим вариантам реализации изобретения с помощью способов и систем, описанных в настоящей заявке, можно обработать углеводородсодержащие материалы, например, смешанные с биомассой. Любой процесс, описанный в настоящей заявке, можно использовать для обработки любого углеводородсодержащего материала, описанного в настоящей заявке. Подразумевают, что "углеводородсодержащие материалы", применяемые в настоящей заявке, включают нефтеносные пески, нефтеносный сланец, битуминозные пески, угольную пыль, угольную суспензию, битум, различные типы угля и другие природные и синтетические материалы, содержащие как углеводородные компоненты, так и твердое вещество. Твердое вещество может включать горную породу, песок, глину, камень, ил, буровой шлам или другое твердое органическое и/или неорганическое вещество. Указанный термин также может включать отходы, такие как отходы и побочные продукты бурения, отходы и побочные продукты при переработке нефти или другие отходы, содержащие углеводородные компоненты, такие как асфальтовая кровельная плитка и покрытие, асфальтовое дорожное покрытие и т.д.

Системы транспортировки

Различные системы транспортировки можно использовать для перемещения материалов биомассы, например, как описано, в камеру и под пучок электронов в камере. Типичные транспортеры представляют собой ленточные транспортеры, пневматические транспортеры, винтовые транспортеры, тележки, поезда, поезда или тележки на рельсах, подъемники, фронтальные погрузчики, экскаваторы типа обратная лопата, краны, можно использовать различные скребки и лопаты, вагонетки и загрузочные устройства. Например, в различных процессах, описанных в настоящей заявке, можно использовать вибрационные транспортеры. Вибрационные транспортеры описаны в PCT/US2013/64289, поданной 10 октября 2013 г., полное описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Вибрационные транспортеры особенно полезны для распределения материала по поверхности и обеспечения равномерного слоя на поверхности желоба транспортера. Например, исходное сырье может образовывать груды материала, которая может иметь высоту, составляющую по меньшей мере четыре фута (примерно 122 см) (например, по меньшей мере примерно 3 фута (примерно 91 см), по меньшей мере примерно 2 фута (примерно 61 см), по меньшей мере примерно 1 фут (примерно 30,5 см), по меньшей мере примерно 6 дюймов (15,24 см), по меньшей мере примерно 5 дюймов (12,7 см), по меньшей мере примерно 4 дюйма (10,16 см), по меньшей мере примерно 3 дюйма (7,62 см), по меньшей мере примерно 2 дюйма (5,08 см), по меньшей мере примерно 1 дюйм (2,54 см), по меньшей мере примерно $\frac{1}{2}$ дюйма (1,27 см)), и ширину, меньшую, чем ширина транспортера (например, менее примерно 10%, менее примерно 20%, менее примерно 30%, менее примерно 40%, менее примерно 50%, менее примерно 60%, менее примерно 70%, менее примерно 80%, менее примерно 90%, менее примерно 95%, менее примерно 99%). Вибрационный транспортер позволяет распределять материал таким образом, чтобы охватить всю ширину желоба транспортера и обеспечить равномерную толщину, предпочтительно, как описано выше. В некоторых случаях, можно использовать дополнительный способ распределения. Например, распределитель, такой как разбрасыватель, гравитационный разбрасыватель (drop spreader) (например, CHRISTY SPREADER™) или их комбинации можно использовать для распределения (например, размещения, разливания, разбрасывания и/или разбрызгивания) сырьевого материала по большой площади. В некоторых случаях распределитель может доставлять биомассу на вибрационный транспортер в виде широкого ливня или завесы. Кроме того, с помощью второго транспортера, расположенного выше относительно первого транспортера (например, первый транспортер используют при облучении сырьевого материала), можно сбрасывать биомассу на первый транспортер, при этом второй транспортер может иметь ширину, которая в поперечном направлении относительно направления транспортировки меньше, чем ширина первого транспортера. В частности, если второй транспортер представляет собой вибрационный транспортер, сырьевой материал распределяется под действием второго и первого транспортера. Согласно некоторым возможным вариантам реализации изобретения, второй транспортер упирается в отвод с косым поперечным разрезом (например, с косым разрезом с соотношением 4:1), так что материал можно сбрасывать на первый транспортер в виде широкой завесы (например, более широкой, чем ширина второго транспортера). Начальная площадь биомассы, сбрасываемой посредством распределителя (например, разбрасывателя, гравитационного разбрасывателя, транспортера или вибрационного транспортера с поперечным разрезом) может включать всю ширину первого вибрационного транспортера или может включать часть такой ширины. После падения на транспортер материал под действием вибраций транспортера распределяется даже более равномерно, так что вся ширина транспортера предпочтительно покрывается равномерным слоем биомассы. Согласно некоторым вариантам реализации изобретения можно использовать комбинации распределителей. Некоторые способы распределения исходного сырья описаны в патенте США № 7153533, поданном 23 июля 2002 г. и опубликованном 26 декабря 2006 г., полное

описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки.

В целом, предпочтительно транспортировать материал через пучок электронов как можно быстрее для максимизирования пропускной способности. Например, материал можно перемещать со скоростями, составляющими по меньшей мере 1 фут/мин (примерно 0,31 м/мин), например, по меньшей мере 2 фут/мин (примерно 0,61 м/мин), по меньшей мере 3 фут/мин (примерно 0,91 м/мин), по меньшей мере 4 фут/мин (примерно 1,22 м/мин), по меньшей мере 5 фут/мин (примерно 1,52 м/мин), по меньшей мере 10 фут/мин (примерно 3,05 м/мин), по меньшей мере 15 фут/мин (примерно 4,57 м/мин), по меньшей мере 20 (примерно 6,09 м/мин), по меньшей мере 25 (примерно 7,62 м/мин), по меньшей мере 30 (примерно 9,14 м/мин), по меньшей мере 40 (примерно 12,19 м/мин), по меньшей мере 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), по меньшей мере 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), по меньшей мере 70 фут/мин (примерно 21,34 м/мин), по меньшей мере 80 фут/мин (примерно 24,38 м/мин), по меньшей мере 90 фут/мин (примерно 27,43 м/мин). Скорость транспортировки связана с током пучка и заданной дозой облучения, например, в случае биомассы толщиной $\frac{1}{4}$ дюйма (0,635 см), распределенной по транспортеру шириной 5,5 футов (примерно 1,68 см), и 100 мА, для обеспечения достаточной дозы облучения транспортер может перемещаться со скоростью примерно 20 футов/мин (примерно 6,096 м/мин), при 50 мА транспортер может перемещаться со скоростью примерно 10 футов/мин (примерно 3,048 м/мин) для обеспечения приблизительно такой же дозы облучения.

Скорость, с которой материал может перемещаться, зависит от формы и массы транспортируемого материала и требуемой обработки. Текучие материалы, например, зернистые материалы, особенно поддаются транспортировке с помощью вибрационных транспортеров. Скорости транспортировки могут, например, составлять по меньшей мере 100 фунт/ч (примерно 45 кг/ч) (например, по меньшей мере 500 фунт/ч (примерно 227 кг/ч), по меньшей мере 1000 фунт/ч (примерно 454 кг/ч), по меньшей мере 2000 фунт/ч (примерно 907 кг/ч), по меньшей мере 3000 фунт/ч (примерно 1361 кг/ч), по меньшей мере 4000 фунт/ч (примерно 1814 кг/ч), по меньшей мере 5000 фунт/ч (примерно 2268 кг/ч), по меньшей мере 10000 фунт/ч (примерно 4536 кг/ч), по меньшей мере 15000 фунт/ч (примерно 6804 кг/ч) или даже по меньшей мере 25000 фунт/ч (примерно 11340 кг/ч)). Некоторые типичные скорости транспортировки могут составлять от примерно 1000 (примерно 454 кг/ч) до 10000 фунт/ч (примерно 4536 кг/ч), (например, от примерно 1000 фунт/ч (примерно 454 кг/ч) до 8000 фунт/ч (примерно 3629 кг/ч), от примерно 2000 (примерно 907 кг/ч) до 7000 фунт/ч (примерно 3175 кг/ч), от примерно 2000 (примерно 907 кг/ч) до 6000 фунт/ч (примерно 2722 кг/ч), от примерно 2000 (примерно 907 кг/ч) до 5000 фунт/ч (примерно 2268 кг/ч), от примерно 2000 (примерно 907 кг/ч) до 4500 фунт/ч (примерно 2041 кг/ч), от примерно 1500 (примерно 680 кг/ч) до 5000 фунт/ч (примерно 2268 кг/ч), от примерно 3000 (примерно 1361 кг/ч) до 7000 фунт/ч (примерно 3175 кг/ч), от примерно 3000 (примерно 1361 кг/ч) до 6000 фунт/ч (примерно 2722 кг/ч), от примерно 4000 (примерно 1814 кг/ч) до 6000 фунт/ч (примерно 2722 кг/ч) и от примерно 4000 (примерно 1814 кг/ч) до 5000 фунт/ч (примерно 2268 кг/ч)). Типичные скорости транспортировки зависят от плотности материала. Например, для биомассы с плотностью примерно 35 фунт/фут³ (примерно 0,56 г/см³) и при скорости транспортировки примерно 5000 фунт/ч (примерно 2268 кг/ч), материал перемещается со скоростью примерно 143 фут³/ч (примерно 4 м³/ч), если толщина материала составляет $\frac{1}{4}$ " (0,635 см) и ширина желоба составляет 5,5 футов (примерно 168 см), материал транспортируют со скоростью примерно 1250 фут/ч (381 м/ч) (примерно 21 фут/мин (примерно 6,40 м/мин)). Поэтому скорости транспортировки материала могут сильно варьировать. Предпочтительно, например, слой биомассы толщиной $\frac{1}{4}$ " транспортируют со скоростями от примерно 5 (примерно 1,52 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин) (например, от примерно 5 (примерно 1,52 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 6 (примерно 1,82 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 7 (примерно 2,13 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 8 (примерно 2,44 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 9 (примерно 2,74 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 10 (примерно 3,05 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 11 (примерно 3,35 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 12 (примерно 3,66 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 13 (примерно 3,96 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 14 (примерно 4,27 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 15 (примерно 4,57 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 20 (примерно 6,10 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 30 (примерно 9,14 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 40 (примерно 12,19 м/мин) до 100 фут/мин (примерно 30,48 м/мин), от примерно 2 (примерно 0,61 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 3 (примерно 0,91 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 5 (примерно 1,52 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 6 (примерно 1,83 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 7 (примерно 2,13 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 8 (примерно 2,44 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 9 (примерно 2,74 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 10 (примерно 3,05 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 15 (примерно 4,57 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 20 (примерно 6,10 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 30 (примерно 9,14 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин), от примерно 40 (примерно 12,19 м/мин) до 60 фут/мин (примерно 18,29 м/мин),

от примерно 2 (примерно 0,61 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 3 (примерно 0,91 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 5 (примерно 1,52 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 6 (примерно 1,83 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 7 (примерно 2,13 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 8 (примерно 2,44 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 9 (примерно 2,74 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 10 (примерно 3,05 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 15 (примерно 4,57 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 20 (примерно 6,10 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 30 (примерно 9,14 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин), от примерно 40 (примерно 12,19 м/мин) до 50 фут/мин (примерно 15,24 м/мин)). Предпочтительно, что материал транспортируют при постоянной скорости, например, для поддержания постоянного облучения материала при его прохождении под пучком электронов (например, под ливнем, полем).

Описанные вибрационные транспортеры могут включать сита, применяемые для просеивания и сортировки материалов. Портовые отверстия на боку или на дне желобов можно использовать для сортировки, отбора или удаления специфических материалов, например, в зависимости от размера или формы. Некоторые транспортеры имеют противовесы для уменьшения динамических сил, действующих на опорную структуру. Некоторые вибрационные транспортеры выполнены в виде шнековых подъемников, спроектированы таким образом, что могут огибать поверхности и/или спроектированы с возможностью сбрасывания материал с одного транспортера на другой (например, на ступень, каскад или на ряд ступеней или лестницу). Наряду с перемещением материалов транспортеры можно использовать, сами по себе или в сочетании с другим оборудованием или системами, для просеивания, отбора, сортировки, классификации, распределения, сортировки по размеру, технического контроля, извлечения, удаления металлов, замораживания, перемешивания, смешивания, ориентирования, нагревания, тепловой обработки, сушки, обезвоживания, очистки, промывания, выщелачивания, гашения, нанесения покрытий, обеспыливания и/или подачи. Транспортеры также могут содержать покрытия (например, пыленепроницаемые покрытия), затворы с боковой выгрузкой, затворы с выгрузкой через дно, специальные прокладки (например, прокладки, предотвращающие слипание, прокладки из нержавеющей стали, резины, специализированной стали и/или рифленые прокладки), секционные желоба, ванны для гашения, сита, перфорированные плиты, детекторы (например, детекторы металла), высокотемпературные устройства, устройства для пищевых продуктов, нагреватели, сушилки и/или охладители. Кроме того, желоб может иметь различные формы, например, иметь плоское дно, V-образное дно, содержать в верхней части фланец, иметь изогнутое дно, иметь плоскую форму с выступами в любом направлении, иметь трубчатую форму, форму полутрубы, иметь покрытие или иметь любые комбинации из перечисленных выше форм. В частности, транспортеры могут быть связаны с системами и/или оборудованием для облучения.

Транспортеры (например, вибрационный транспортер) можно изготовить из коррозионностойких материалов. При изготовлении транспортеров можно использовать конструкционные материалы, которые включают нержавеющую сталь (например, нержавеющую сталь 304, 316, сплавы ХАСТЕЛЛОУ (HASTELLOY®) и сплавы ИНКОНЕЛЬ (INCONEL®)). Например, коррозионностойкие сплавы ХАСТЕЛЛОУ (HASTELLOY®) от компании Hynes (Кокомо, Индиана, США), такие как сплав HASTELLOY® B-3®, сплав HASTELLOY® HYBRID-BC1®, сплав HASTELLOY® C-4, сплав HASTELLOY® C-22®, сплав HASTELLOY® C-22HS®, сплав HASTELLOY® C-276, сплав HASTELLOY® C-2000®, сплав HASTELLOY® G-30®, сплав HASTELLOY® G-35®, сплав HASTELLOY® N и сплав HASTELLOY® ULTIMET®.

Вибрационные транспортеры могут иметь не прилипающие антиадгезионные покрытия, например, TUFFLON™ (DuPont, Делавэр, США). Вибрационные транспортеры также могут иметь антикоррозионные покрытия. Например, покрытия, которые может поставлять компания Metal Coatings Corp (Хьюстон, Техас, США), и другие покрытия, такие как фторполимерное покрытие, покрытие КСИЛАН (XYLAN®), покрытие из дисульфида молибдена, эпоксидно-фенольное покрытие, покрытие из фосфатов черных металлов, полиуретановое высокоглянцевое верхнее покрытие для эпоксидной смолы, покрытие из неорганического цинка, политетрафторэтилена, покрытие ППС/РИТОН (PPS/Ryton®), фторированное этиленпропиленовое покрытие, покрытие ПВДФ/ДИКОР (PVDF/DYKOR®), ЭСТФЕ/ХАЛАР (ECTFE/HALAR®) и керамическое эпоксидное покрытие. Указанные покрытия могут улучшать устойчивость к технологическим газам (например, озону), химической коррозии, точечной коррозии, истирающей коррозии и окислению.

В некоторых случаях наряду с системами транспортировки, описанными в настоящем документе, одну или более других систем транспортировки можно заключить в кожух. При применении кожуха, помещенный в кожух транспортер можно также продувать инертным газом для поддержания атмосферы с пониженным уровнем кислорода. Поддержание низких уровней кислорода позволяет избежать образования озона, который в некоторых случаях является нежелательным вследствие его реакционной способности и токсичной природы. Например, кислород может составлять менее примерно 20% (например, менее примерно 10%, менее примерно 1%, менее примерно 0,1%, менее примерно 0,01% или даже менее

примерно 0,001%). Продувку можно осуществить с помощью инертного газа, в том числе, но не ограничиваясь ими, с помощью азота, аргона, гелия или диоксида углерода. Указанные газы могут поступать, например, в результате испарения жидкого источника (например, жидкого азота или гелия), могут быть получены или выделены из воздуха *in situ* или могут поступать из цистерн. Инертный газ можно рециркулировать и любое количество остаточного кислорода можно удалить с помощью катализатора, такого как слой медного катализатора. Согласно альтернативному варианту реализации изобретения для поддержания низких уровней кислорода можно выполнять комбинации продувки, рециркулирования и удаления кислорода.

Заклученный в кожух транспортер также можно продувать с применением химически активного газа, который может взаимодействовать с биомассой. Такую продувку можно осуществить перед, во время или после процесса облучения. Химически активный газ может представлять собой, но не ограничиваясь ими, закись азота, аммиак, кислород, озон, углеводороды, ароматические соединения, амиды, пероксиды, азиды, галогениды, оксигалогениды, фосфиды, фосфины, арсины, сульфиды, тиолы, бораны и/или гидриды. Химически активный газ можно активировать в кожухе, например, путем облучения (например, с помощью пучка электронов, путем УФ-облучения, микроволнового облучения, нагревания, ИК-облучения) таким образом, чтобы он взаимодействовал с биомассой. Биомассу саму можно активировать, например, путем облучения. Биомассу предпочтительно активируют пучком электронов с получением радикалов, которые затем взаимодействуют с активированным или неактивированным химически активным газом, например, посредством радикального соединения или гашения.

Продувочные газы, подаваемые в заключенный в кожух транспортер, также можно охладить, например, ниже примерно 25°C, ниже примерно 0°C, ниже примерно -40°C, ниже примерно -80°C, ниже примерно -120°C. Например, указанный газ можно испарить из сжатого газа, такого как жидкий азот, или сублимировать из твердого диоксида углерода. В качестве альтернативного примера, газ можно охладить с помощью охладителя или можно охладить часть или весь транспортер.

Другие варианты реализации изобретения

Любой материал, способы или обработанные материалы, описанные в настоящей заявке, можно использовать для получения продуктов и/или промежуточных соединений, таких как композиционные материалы, наполнители, связующие вещества, полимерные добавки, адсорбенты и агенты контролируемого высвобождения. Указанные способы могут включать уплотнение, например, путем воздействия на материалы давлением и теплом. Например, композиционные материалы можно получить путем объединения волокнистых материалов со смолой или полимером. Например, смолу, которую можно сшить под действием облучения, например, термопластичную смолу, можно объединить с волокнистым материалом для получения комбинации волокнистый материал/сшиваемая смола. Такие материалы можно, например, использовать в качестве строительных материалов, защитных покрытий, контейнеров и других конструкционных материалов (например, формованных и/или экструдированных продуктов). Поглощающие материалы могут быть, например, в форме гранул, хлопьев, волокон и/или листов. Адсорбенты можно использовать, например, в качестве подстилки для домашних животных, упаковочного материала или в системах контроля загрязнения окружающей среды. Матрицы для контролируемого высвобождения также могут быть в форме, например, гранул, хлопьев, волокон и/или листов. Матрицы для контролируемого высвобождения можно, например, использовать для высвобождения лекарственных средств, биоцидов, душистых веществ. Например, композиционные материалы, поглощающие материалы и агенты для контролируемого высвобождения и их применение описаны в международной заявке на патент № PCT/US 2006/010648, поданной 23 марта 2006 г., и в патенте США № 8074910, поданном 22 ноября 2011 г., полное описание которых включено в настоящий документ посредством ссылки.

В некоторых случаях материал биомассы обрабатывают на первом уровне для уменьшения сопротивляемости обработке, например, с применением ускоряемых электронов, для селективного высвобождения одного или более Сахаров (например, ксилозы). Затем биомассу можно обработать до второго уровня для высвобождения одного или более других Сахаров (например, глюкозы). В некоторых случаях между обработками биомассу можно высушить. Способы обработки могут включать применение химических и биохимических способов обработки для высвобождения Сахаров. Например, материал биомассы можно обработать до уровня менее примерно 20 Мрад (например, менее примерно 15 Мрад, менее примерно 10 Мрад, менее примерно 5 Мрад, менее примерно 2 Мрад) и затем обработать раствором серной кислоты, содержащей менее 10% серной кислоты (например, менее примерно 9%, менее примерно 8%, менее примерно 7%, менее примерно 6%, менее примерно 5%, менее примерно 4%, менее примерно 3%, менее примерно 2%, менее примерно 1%, менее примерно 0,75%, менее примерно 0,50%, менее примерно 0,25%) для высвобождения ксилозы. Ксилозу, например, которая высвобождается в раствор, можно отделить от твердой фазы и, возможно, твердой фазы, промытой растворителем/раствором (например, водой и/или подкисленной водой). В некоторых случаях твердое вещество можно высушить, например, на воздухе и/или в вакууме, возможно, при нагревании (например, при температуре ниже примерно 150°C, ниже примерно 120°C) до обеспечения содержания воды ниже примерно 25 мас.%, (ниже примерно 20 мас.%, ниже примерно 15 мас.%, ниже примерно 10 мас.%, ниже примерно 5 мас.%). Затем твердое вещество можно обработать при уровне менее примерно 30 Мрад (например, менее примерно 25

Мрад, менее примерно 20 Мрад, менее примерно 15 Мрад, менее примерно 10 Мрад, менее примерно 5 Мрад, менее примерно 1 Мрад или даже совсем без обработки) и затем обработать ферментом (например, целлюлазой) для высвобождения глюкозы. Глюкозу (например, глюкозу в растворе) можно отделить от оставшейся твердой фазы. Затем твердое вещество можно дополнительно обработать, например, использовать для получения энергии/или других продуктов (например, продуктов, полученных из лигнина).

Дополнительный вариант реализации изобретения для фильтрования материалов, описанных в настоящем документе, включает применение вращающегося напорного фильтра и/или вакуумного ленточного фильтра. Осахаренный материал фильтруют с помощью такого оборудования, в котором продукт, представляющий собой сахара, обычно отделяют от твердой фракции. Указанное оборудование обеспечивает средство для вымывания оставшихся Сахаров из твердой фракции с фильтра. Фильтрационный осадок можно применять для выработки энергии, использовать для получения ценных компонентов, таких как полученные из лигнина продукты, или повторно использовать для дополнительной биообработки.

На фиг. 4А показано перспективное изображение в разобранном виде вращающегося напорного фильтра 400. Барабан фильтра 410 непрерывно вращается в герметизированном кожухе 420 с плавной регулируемой скоростью, например, в направлении, указанном изогнутыми пунктирными стрелками. Барабан покрыт фильтрующей тканью, например, как описано ранее в случае фильтровальной установки с вращающимся вакуумным барабаном. Сырьевой материал (например, осахаренная биомасса) поступает во внутреннюю часть барабана через отверстия (показанные на фиг. 4В-4Е), расположенные на нижней части кожуха барабана. Кольцевое пространство между барабаном и кожухом герметизировано по бокам с помощью сальников и разделено посредством разделительных элементов на герметичные сегментные камеры. Поверхность барабана состоит из фильтровальных патронов 430, соединенных по текучей среде со сливными трубами 440 через блок управления 450. Сырьевой материал проходит через фильтровальные патроны в сливные трубы и выходит в виде отфильтрованного жидкого продукта в отверстие 414, как указано стрелкой В (например, стрелка показывает поток отфильтрованного раствора сахара, полученного из осахаренного материала). Стрелки А указывают на сушильный газ (например, воздух, азот, пар, в том числе перегретый пар), который входит через отверстия 412, как указано стрелками А (например, стрелками, указывающими на поток газа, который высушивает твердую фракцию на поверхности барабана при одновременном продавливании жидкой фракции через фильтровальные патроны 430). Фильтрационный осадок удаляют с поверхности барабана, при этом указанный остаток выходит через разгрузочное устройство 416.

Подробности выполнения обработки с применением напорного фильтра более детально показаны с помощью парциального сечения в боковой проекции на фиг. 4В, 4С, 4Д и 4Е. На фиг. 4В показана стадия введения сырьевого материала и фильтрования с помощью фильтровального устройства. Сырьевой материал (например, осахаренный материал) непрерывно загружают через отверстие 510, как показано прямой стрелкой С. Материал подают в фильтр непрерывно и под давлением из-под барабана. В фильтровальных патронах фильтрационный осадок 520 образуется на фильтрующих элементах и перемещается в проточные сегментные камеры при вращении барабана (например, при направлении вращения, как указано изогнутой стрелкой). Фильтрат стекает с фильтровальных патронов через систему труб, включающую трубы 440, в блок управления. На фиг. 4С показана стадия промывки фильтрационного осадка. В некоторых случаях, например, в зависимости от применения, промывка, экстракция или пропаривание могут происходить в одну или более стадий. Так как каждая сегментная камера вращается, перемещаясь мимо отверстия 522, промывочная жидкость проталкивается через осадок и поступает в систему труб, как указано сплошной стрелкой D. Например, промывочная жидкость может представлять собой воду, в некоторых случаях с добавками, такими как антивспениватели, хелатные соединения, модификаторы вязкости, поверхностно-активные вещества и/или модификаторы pH (например, кислоты, основания, буферные растворы). В некоторых случаях промывочную жидкость можно нагреть или охладить, чтобы облегчить процесс экстракции, например, можно использовать пар. Промывочная жидкость вытекает через систему труб и поступает в блок управления. Хотя может быть желательным экстрагировать как можно больше растворимых компонентов (например, Сахаров), следует учитывать разбавление компонентов, например, чрезмерное разбавление компонентов может быть нецелесообразно. На фиг. 4Д показана стадия сушки фильтрационного осадка. Как было описано ранее, газ, такой как сжатый воздух, азот или пар, можно заставить протекать через отверстие 412 для высушивания фильтрационного осадка при одновременном продавливании жидкости в систему трубопроводов и в блок управления. На фиг. 4Е показана стадия выгрузки фильтрационного осадка с поверхности барабана. Выгрузка фильтрационного осадка происходит в зоне разгрузки, которая находится при нормальном давлении. При необходимости зона разгрузки может включать газонепроницаемый колпак. Фильтрационный осадок выгружают с помощью, например, обратной продувки и в некоторых случаях с применением передвижного скребка. Затем можно промыть фильтрующую ткань. Фильтрационный осадок 550 удаляют через отверстие 416. Можно также включить устройство для очистки фильтрационного осадка, либо постоянно, либо по требованию, например, для промывки промывочной жидкостью, состав которой был описан ранее.

Другой дополнительный вариант реализации для фильтрования материалов, описанный в настоящем документе, включает применение фильтра с лентой шагового конвейера (например, вакуумного ленточного фильтра). На фиг. 5А показано фронтальное схематическое изображение фильтра 600 с лентой шагового конвейера. Такая система фильтрации включает бесконечную фильтровальную ленту 602 (например, закольцованную посредством натянутых роликов). Фильтровальная лента содержит или представляет собой фильтрующую ткань (например, описанную ранее для фильтрования с помощью вращающегося вакуумного барабана). Сырьевой материал можно подавать на ленту непрерывно или прерывисто. Лента перемещается пошагово в направлении, указанном стрелками. Вакуумные поддоны 614 закрепляют в соответствующем месте на раме, которая обеспечивает поддержку компонентам установки (например, роликам, приводным двигателям, поддонам и фильтровальной ленте). Фильтровальная лента с сырьевым материалом перемещается пошагово над поддонами. Каждый раз, когда лента останавливается, фильтрат засасывает вниз. Далее вакуум выключают, отсоединяя фильтровальную ленту, которая может снова продолжать движение (например, прерывисто или пошагово). Фильтрационный осадок образуется на верхней части ленты и может подвергаться дальнейшей обработке путем промывания (прямоточного или противоточного), повторного суспендирования, пропаривания, экстракции, вакуумной сушки и прессования. Промывочные фильтраты (например, воду, содержащую сахар) можно извлечь по отдельности из каждого вакуумного поддона и дополнительно обработать. Как показано и частично описано, фильтрующая система может быть разделена на зоны или этапы, на которых происходят различные процессы. На этапе 610 сырьевой материал наносят на фильтровальную ленту, этап 640 включает промывку, этап 660 включает стадию сушки, и этап 680 представляет собой стадию выгрузки фильтрационного осадка. Подробности выполнения каждой стадии описаны со ссылкой на фиг. 5В, 5С, 5Д и 5Е.

Фильтровальные поддоны 614 прикреплены к раме и не перемещаются с лентой. Указанные поддоны устанавливают под фильтровальной лентой по всей длине от участка загрузки 610 до участка разгрузки 680 фильтрационного осадка. Указанные поддоны обеспечивают поддержку ленте, но позволяют проходить через них жидкой фракции. Например, поверхность, находящаяся в контакте с лентой, может содержать опорную сетку 619, через которую может проходить жидкая фракция. Под опорной сеткой расположены каналы 615 для сбора фильтрата.

На фиг. 5В показаны стадия и зона, в которой сырьевой материал 612 (например, осажаренную биомассу) помещают на поверхность ленточного фильтра 602. Фильтрация происходит под действием силы тяжести и возможно вакуума, применяемого под лентой, так как ее поддерживает каждый поддон. Жидкая фракция вытекает из поддонов через поверхность сетки 619, например, как показано полкой стрелкой, и может быть собрана. Фильтрационный осадок 617 образуется в виде слоя на фильтровальной ленте и после завершения начальной стадии откачивания постепенно продвигается в направлении, показанном закрашенными стрелками.

На фиг. 5С показана стадия или зона промывки. На этом этапе можно отмыть растворимые компоненты в фильтрационном осадке, которые остаются с твердым веществом. Например, сахара можно экстрагировать путем применения водного раствора. Раствор может представлять собой воду или воду с добавками. Например, с добавками, описанными ранее, такими как антивспениватели, хелатные соединения, модификаторы вязкости, поверхностно-активные вещества и/или модификаторы pH (например, кислоты, основания, буферные растворы). В некоторых случаях для облегчения процесса экстракции промывочную жидкость можно нагреть или охладить, например, можно использовать даже пар. Жидкостью можно поливать фильтрационный осадок, как показано 642, или ее можно распылять на указанный осадок (например, в виде капелек, тумана или даже пара), как показано 644. Хотя может быть желательным экстрагирование как можно больше растворимых компонентов (например, Сахаров), практические соображения могут не включать чрезмерное разбавление компонентов. Промывные воды могут проходить через поддоны под действием вакуума, как и на предыдущем этапе.

Промывные воды протекают в направлении, указанном полыми стрелками, и их собирают для дальнейшей обработки (например, объединяют с первой содержащей сахар водой, полученной на первом этапе, повторно используют и/или концентрируют). Согласно некоторым дополнительным вариантам реализации изобретения промывные воды, полученные на втором этапе, повторно используют для дополнительных промывок до тех пор, пока не достигнут требуемой удельной концентрации извлекаемых компонентов (например, в случае Сахаров по меньшей мере до 1, 2, 5, 10 мас. %).

На фиг. 5Д показана стадия и зона, на которой можно осуществить сушку путем применения вакуума на обратной стороне ленты, как описано ранее. В некоторых случаях можно использовать горячий воздух или колпаки 662 для пропаривания. Например, горячий пар можно нагнетать через аппликатор 664. В некоторых случаях можно применять механические средства сушки. Например, можно использовать прессующее устройство 666. В некоторых случаях прессующее устройство может представлять собой, например, термическое прессующее устройство, при этом поверхность указанного прессующего устройства, находящуюся в контакте с фильтрационным осадком, нагревают. Жидкую фракцию или текучие среды (например, газы, такие как пар) можно заставить протекать, как указано открытыми стрелками, и собрать для дополнительной обработки или повторного применения, как описано ранее.

На фиг. 5Е показаны устройство для разгрузки фильтрационного осадка и секция очистки ленты.

Фильтрационный осадок выгружают между роликами разгрузочного роликового конвейера 682 и 684. Около ролика 684 можно установить скребок 686, который соскабливает любой остаток фильтрационного осадка 688, все еще прилипший к ленте. Фильтрационный осадок 617 и остаток 688 можно собрать и подвергнуть дальнейшей обработке. Установка для промывки 690 позволяет промыть и/или привести в нужное состояние фильтровальную ленту перед ее возвращением в первую зону 610.

Вращающиеся напорные фильтры и фильтры с лентой шагового конвейера можно приобрести в компании BHS-Sonthofen Inc. (Шарлотт, Северная Каролина) и использовать как спроектированные или модифицированные фильтры. В описанных способах фильтрации можно использовать один или более из каждого типа указанных фильтров. Например, можно использовать фильтрующие вспомогательные средства. Например, один или более из каждого типа указанных фильтров можно использовать для замены любого из фильтрующих элементов, описанных на фиг. 3А, 3В или 3С. Например, RVDF 340, центрифугу 350, грохот 360 можно заменить на напорный вращающийся фильтр и/или фильтр с лентой шагового конвейера. В некоторых случаях или дополнительно наряду с рассматриваемыми фильтрующими элементами можно использовать один или более напорный вращающийся фильтр и/или один или более фильтров с лентой шагового конвейера. Например, фильтр с лентой шагового конвейера можно вставить между грохотом 360 и устройством для дистилляцией 330, показанными на фиг. 3С, или напорный вращающийся фильтр можно вставить после устройства для дистилляции 330 и перед RVDF 340, показанными на фиг. 3В.

Ароматизаторы, душистые вещества и красители

Любые из продуктов и/или промежуточных соединений, описанных в настоящей заявке, например, полученные с применением способов, систем и/или оборудования, описанного в настоящем документе, можно объединить с ароматизаторами, душистыми веществами, красителями и/или их смесями. Например, любое одно или более веществ (возможно вместе с ароматизаторами, душистыми веществами и/или красителями), выбранных из Сахаров, органических кислот, топлив, полиолов, таких как сахарные спирты, биомассы, волокон и композиционных материалов можно объединить (например, путем составления смесей, смешивания или химического взаимодействия) с другими продуктами или использовать для получения других продуктов. Например, один или более такой продукт можно использовать для изготовления мыла, детергентов, конфет, напитков (например, колы, вина, пива, настоек, таких как джин или водка, спортивных напитков, кофе, чая), сиропов, лекарственных средств, адгезивов, листов (например, тканых, нетканых, фильтров, тканей) и/или композиционных материалов (например, плит). Например, один или более такой продукт можно объединить с травами, цветами, лепестками, специями, витаминами, ароматическими смесями или свечами. Например, приготовленные, смешанные или прореагировавшие комбинации могут иметь вкусы/ароматы грейпфрута, апельсина, яблока, малины, банана, салата, сельдерея, шоколада, корицы, ванили, мяты перечной, мяты, лука, чеснока, перца, шафрана, имбиря, молока, вина, пива, чая, постной говядины, рыбы, моллюсков, оливкового масла, кокосового жира, свиного жира, молочного жира, говяжьего бульона, бобовых, картофеля, мармелада, ветчины, кофе и сыров.

Ароматизаторы, душистые вещества и красители можно добавлять в любом количестве, например, от примерно 0,001 до примерно 30 мас.%, например от примерно 0,01 до примерно 20, от примерно 0,05 до примерно 10 или от примерно 0,1 до примерно 5 мас.%. Их можно приготавливать, смешивать и/или подвергать реакциям (например, с любым одним или более продуктом или промежуточным соединением, описанным в настоящей заявке) посредством любых способов и в любом порядке или последовательности (например, перемешивать, смешивать, эмульгировать, загущать, диффундировать, нагревать, обрабатывать ультразвуком и/или суспендировать). Можно также использовать наполнители, связующие вещества, эмульгатор, антиокислители, например белковые гели, крахмалы и кремнезем.

Согласно одному из вариантов реализации изобретения ароматизаторы, душистые вещества и красители можно добавлять в биомассу непосредственно после облучения биомассы с тем, чтобы реакционноспособные центры, образовавшиеся при облучении, могли взаимодействовать с реакционноспособными совместимыми центрами ароматизаторов, душистых веществ и красителей.

Ароматизаторы, душистые вещества и красители могут представлять собой природные и/или синтетические материалы. Указанные материалы могут представлять собой одно или более соединения, композицию или их смеси (например, составленную или природную композицию из нескольких соединений). В некоторых случаях ароматизаторы, душистые вещества, антиокислители и красители можно получить биологическим способом, например, в результате процесса ферментации (например, ферментации осаждаемых материалов, как описано в настоящей заявке). В качестве альтернативы или дополнительно, указанные ароматизаторы, душистые вещества и красители можно взять из целого организма (например, растения, гриба, животного, бактерий или дрожжей) или из части организма. Организм можно собрать и/или экстрагировать с получением красителя, ароматизаторов, душистых веществ и/или антиокислителя с применением любых средств, включающих применение способов, систем и оборудования, описанных в настоящей заявке, экстракцию горячей водой, сверхкритическую флюидную экстракцию, химическую экстракцию (например, экстракцию растворителем или реакционную экстракцию, в том числе, с применением кислот и оснований), механическую экстракцию (например, прессование, измельчение, фильтрование), применение фермента, применение бактерий, например, для разложения ис-

ходного материала, и комбинации указанных способов. Указанные соединения можно получить посредством химической реакции, например, путем объединения сахара (например, полученного, как описано в настоящей заявке) с аминокислотой (реакция Майяра). Ароматизатор, душистое вещество, антиокислитель и/или краситель может представлять собой промежуточное соединение и/или продукт, полученный с помощью способов, оборудования или систем, описанных в настоящей заявке, например, и сложный эфир и продукт, полученный из лигнина.

Некоторые примеры ароматизатора, душистых веществ или красителей представляют собой полифенолы. Полифенолы представляют собой пигменты, ответственные за красный, пурпурный и голубой цвета многих фруктов, овощей, злакового зерна и цветов. Полифенолы также могут проявлять антиоксидантные свойства и часто имеют горький вкус. Антиоксидантные свойства делают их важными консервантами. Одним из классов полифенолов являются флавоноиды, так как антоцианидины, флаванолы, флаван-3-олы, флаваноны и флаванолы. Другие фенольные соединения, которые можно использовать, включают фенольные кислоты и их сложные эфиры, такие как хлорогеновая кислота и полимерные таннины.

Из числа красителей можно использовать неорганические соединения, минералы или органические соединения, например, диоксид титана, оксид цинка, оксид алюминия, кадмий желтый (например, CdS), кадмий оранжевый (например, CdS с некоторым добавлением Se), ализариновый красный (например, синтетическую или несинтетическую розовую марену), ультрамарин (например, синтетический ультрамарин, природный ультрамарин, синтетический ультрамарин фиолетовый), кобальт голубой, кобальт желтый, кобальт зеленый, виридиан (например, гидратированный оксид хрома (III)), халькофиллит, конихальцит, корнубит, корнваллит и лироконит. Можно использовать черные пигменты, такие как черный углерод и самодиспергированные черные красители. Некоторые ароматизаторы и душистые вещества, которые можно использовать, включают

АЦАЛЕА ТВНҚ, АЦЕТ С-6, АЛЛИЛ АМИЛ ГЛИКОЛАТ, АЛЬФА ТЕРПИНЕОЛ, АМБРЕТТОЛИД, АМБРИНОЛ 95, АНДРАН, АФЕРМАТ, ЭППЛАЙД, БАКДАНОЛ (BACDANOL®), БЕРГАМАЛЬ, БЕТА-ИОНОН ЭПОКСИД, БЕТА-НАФТИЛЗОБУТИЛОВЫЙ ЭФИР, БИЦИКЛОНОНАЛАКТОН, БОРНАФИКС (BORNAFIX®), КАНТОКСАЛ, КАШМЕРАН (CASHMERAN®), КАШМЕРАН БАРХАТ (CASHMERAN® VELVET), КАССИФИКС (CASSIFFIX®), ЦЕДРАФИКС, ЦЕДРАМБЕР (CEDRAMBER®), ЦЕДРИЛАЦЕТАТ, ЦЕЛЕСТОЛИД, ЦИННАМАЛЬВА, ЦИТРАЛЬ ДИМЕТИЛАЦЕТАТ, ЦИТРОЛАТ™, ЦИТРОНЕЛЛОЛ 700, ЦИТРОНЕЛЛОЛ 950, ЦИТРОНЕЛЛОЛ КЕР, ЦИТРОНЕЛЛИЛАЦЕТАТ, ЦИТРОНЕЛЛИЛАЦЕТАТ ЧИСТЫЙ, ЦИТРОНЕЛЛИЛФОРМИАТ, КЛАРИЦЕТ, КЛОНАЛ, КОНИФЕРАН, КОНИФЕРАН ЧИСТЫЙ, КОРТЕКС АЛЬДЕГИД 50% ПЕОМОЗА, ЦИКЛАБУТ, ЦИКЛАЦЕТ (CYCLACET®), ЦИКЛАПРОП (CYCLAPROP®), ЦИКЛЕМАКС™, ЦИКЛОГЕКСИЛЭТИЛАЦЕТАТ, ДАМАСКОЛ, ДЕЛЬТА ДАМАСКОН, ДИГИДРОЦИКЛАЦЕТ, ДИГИДРОМИРЦЕНОЛ, ДИГИДРОТЕРПИНЕОЛ, ДИГИДРОТЕРПИНИЛАЦЕТАТ, ДИМЕТИЛЦИКЛОМОН, ДИМЕТИЛОКТАНОЛ PQ, ДИМИРЦЕТОЛ, ДИОЛА, ДИПЕНТЕН, ДУЛЦИНИЛ (DULCINYL®) ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗОВАННЫЙ, ЭТИЛ-3-ФЕНИЛГЛИЦИДАТ, ФЛЕРАМОН, ФЛЕРАНИЛ, ФЛОРАЛ СУПЕР, ФЛОРАЛОЗОН, ФЛОРИФФОЛ, ФРАЙСТОН,

ФРУКТОН, ГАЛАКСОЛИД (GALAXOLIDE®) 50, ГАЛАКСОЛИД (GALAXOLIDE®) 50 ВВ, ГАЛАКСОЛИД (GALAXOLIDE®) 50 IPM, ГАЛАКСОЛИД (GALAXOLIDE®) НЕРАЗБАВЛЕННЫЙ, ГАЛЬБАСКОН, ГЕРАЛЬДЕГИД, ГЕРАНИОЛ 5020, ГЕРАНИОЛ 600 ТИПА, ГЕРАНИОЛ 950, ГЕРАНИОЛ 980 (ЧИСТЫЙ), ГЕРАНИОЛ CFT КЕР, ГЕРАНИОЛ КЕР, ГЕРАНИЛАЦЕТАТ КЕР, ГЕРАНИЛАЦЕТАТ, ЧИСТЫЙ, ГЕРАНИЛФОРМИАТ, ГРИЗАЛЬВА, ГУАИЛ АЦЕТАТ, ГЕЛИОНАЛ™, ХЕРБАК, ГЕРБАЛАЙМ™, ГЕКСАДЕКАНОЛИД, ГЕКСАЛОН, ГЕКСЕНИЛ САЛИЦИЛАТ ЦИС 3-, ГИАЦИНТ БОДИ, ГИАЦИНТ БОДИ № 3, ГИДРАТРОПОВЫЙ АЛЬДЕГИД ДМА, ГИДРОКСИОЛ, ИНДОЛАРОМ, ИНТРЕЛЕВЕН АЛЬДЕГИД, ИНТРЕЛЕВЕН АЛЬДЕГИД СПЕЦИАЛЬНЫЙ, ИОНОН АЛЬФА-, ИОНОН БЕТА, ИЗОЦИКЛОЦИТРАЛЬ, ИЗОЦИКЛОГЕРАНИОЛ, АМБРАЛЮКС (ISO E SUPER®), ИЗОБУТИЛ ХИНОЛИН, ЖАСМАЛЬ, ЖЕССЕМАЛЬ (JESSEMAL®), КАРИЗМАЛ (KHARISMAL®), КАРИЗМАЛ (KHARISMAL®) СУПЕР, КУСНИЛ, КОАВОН (KOAVONE®), КОХИНУЛ (KOHINOOL®), ЛИФФАРОМ™, ЛИМОКСАЛЬ, ЛИНДЕНОЛ™, ЛИРАЛЬ (LYRAL®), ЛИРАМ СУПЕР, МАНДАРИН АЛЬД 10% TRI ETH, ЦИТР, МАРИТИМА, МСК ЧИНЕЗЕ, МЕЙИФФ™, МЕЛАФЛЕР, МЕЛЮЗОН, МЕТИЛАНТРАНИЛАТ, МЕТИЛ ИОНОН АЛЬФА ЭКСТРА, МЕТИЛ ИОНОН ГАММА А, МЕТИЛ ИОНОН ГАММА КЕР, МЕТИЛ ИОНОН ГАММА ЧИСТЫЙ, МЕТИЛ ЛАВАНДА КЕТОН, МОНТАВЕРДИ (MONTAVERDI®), МУГУЭСИЯ, ЦИТРОНЕЛЛИЛ ОКСИАЦЕТАЛЬДЕГИД 50, МАСК Z4, МИРАК АЛЬДЕГИД, МИРЦЕНИЛ АЦЕТАТ, НЕКТАРАТ™, NEROL 900, НЕРИЛ АЦЕТАТ, ОЦИМЕН, ОКСАЦЕТАЛЬ, АПЕЛЬСИНОВЫХ ЦВЕТОВ ЭФИР, ОРИВОН, ОРРИНИФФ 25%, ОКСАСПИРАН, ОЗОФЛЕР, ПАМПЛЕФЛЕУР (PAMPLEFLEUR®), ПЕОМОЗА, ФЕНОКСАНОЛ (PHENOCHANOL®), ПИКОНИЯ, ПРЕЦИКЛЕМОН Б, ПРЕНИЛАЦЕТАТ, ПРИЗМАНТОЛ, РЕЗЕДА БОДИ, РОЗАЛЬВА, РОЗАМАСК, САНДЖИНОЛ, САНТАЛИФФ™, СИВЕРТАЛЬ, ТЕРПИНЕОЛ, ТЕРПИНОЛЕН 20, ТЕРПИНОЛЕН 90 PQ, ТЕРПИНОЛЕН РЕКТИФИЦИР., ТЕРПИНИЛАЦЕТАТ, ТЕРПИНИЛАЦЕТАТ JAH, ТЕТРАГИДРО, МУГУОЛ (MUGUOL®), ТЕТРАГИДРО МИРЦЕНОЛ, ТЕТРАМЕРАН, ТИМБЕРСИЛК™, ТОБАКАРОЛ, ТРИМОФИКС (TRIMOFIX®) О ТТ, ТРИПЛАЛЬ (TRIPLAL®), ТРИСАМБЕР (TRISAMBER®), ВАНОРИС, ВЕРДОКС™, ВЕРДОКС™ НС, ВЕРТЕНЕКС (VERTENEX®), ВЕРТЕНЕКС (VERTENEX®) НС, ВЕРТОФИКС (VERTOFIX®) КЕР, ВЕРТОЛИФФ, ВЕРТОЛИФФ ИЗО, ВИОЛИФФ, ВИВАЛЬДИ, ЗЕНОЛИД, АБСОЛЮ ИНДИЯ 75 РСТ МИГЛИОЛ, АБСОЛЮ МОРОККО 50 РСТ DRG, АБСОЛЮ МОРОККО 50 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ ФРАНЦУЗКИЙ, АБСОЛЮ ИНДИЯ, АБСОЛЮ MD 50 РСТ ВВ, АБСОЛЮ МОРОККО, КОНЦЕНТРАТ PG, НАСТОЙКА 20 РСТ, АМБЕРГРИС, АБСОЛЮ АМБРЕТТА,

АМБРЕТОВОЕ МАСЛО, МАСЛО ПОЛЫНИ 70 РСТ ТУЙОН, АБСОЛЮ БАЗИЛИКА ГРАНД ВЕРТ, БАЗИЛИК ГРАНД ВЕРТ АБСОЛЮ MD, БАЗИЛИКОВОЕ МАСЛО ГРАНД ВЕРТ, БАЗИЛИКОВОЕ МАСЛО ВЕРВЕЙНА, БАЗИЛИКОВОЕ МАСЛО ВЬЕТНАМ, ЛАВРОВОЕ МАСЛО БЕСТЕРПЕНОВОЕ, АБСОЛЮ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА N G, АБСОЛЮ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА, БЕНЗОЙНЫЙ РЕЗИНОИД СИАМ, БЕНЗОЙНЫЙ РЕЗИНОИД СИАМ 50 РСТ DRG, БЕНЗОЙНЫЙ РЕЗИНОИД СИАМ 50 РСТ PG, БЕНЗОЙНЫЙ РЕЗИНОИД СИАМ 70,5 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ ПОЧЕК ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ 65 РСТ PG, АБСОЛЮ ПОЧЕК ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ MD 37 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ ПОЧЕК ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ МИГЛИОЛ, АБСОЛЮ ПОЧЕК ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ БУРГУНДСКОЕ, МАСЛО БУА-ДЕ-РОЗ, АБСОЛЮ ОТРУБЕЙ, РЕЗИНОИД ОТРУБЕЙ, АБСОЛЮ-ДРОКА ИТАЛИЯ, КАРДАМОН ГВАТЕМАЛА СО2 ЭКСТРАКТ, КАРДАМОННОЕ МАСЛО ГВАТЕМАЛА, КАРДАМОННОЕ МАСЛО ИНДИЯ, СРЕДИННАЯ НОТА МОРКОВИ, АБСОЛЮ МАСЛА КАССИИ ЕГИПЕТ, АБСОЛЮ МАСЛА КАССИИ MD 50 РСТ IPM, АБСОЛЮ КАСТОРЕУМА 90 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ КАСТОРЕУМА С 50 РСТ МИГЛИОЛ, АБСОЛЮ КАСТОРЕУМА, РЕЗИНОИД КАСТОРЕУМА, РЕЗИНОИД КАСТОРЕУМА 50 РСТ DRG, ЦЕДРОЛ ЦЕДРЕН, МАСЛО ЦЕДРУС АТЛАНТИКА РЕДИСТ, МАСЛО РИМСКОЙ РОМАШКИ, МАСЛО ДИКОЙ РОМАШКИ, МАСЛО ДИКОЙ РОМАШКИ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛИМОНЕНА, МАСЛО ИЗ КОРЫ КОРИЧНОГО ДЕРЕВА ЦЕЙЛАН, АБСОЛЮ ЦИСТА, АБСОЛЮ ЦИСТА БЕСЦВЕТНЫЙ, ЦИТРОНЕЛЛОВЕЕ МАСЛО АЗИЯ, НЕ СОДЕРЖАЩЕЕ ЖЕЛЕЗО, АБСОЛЮ ЦИБЕТА 75 РСТ PG, АБСОЛЮ ЦИБЕТА, НАСТОЙКА ЦИБЕТА 10 РСТ, АБСОЛЮ ФРАНЦУЗКОГО ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО ОБЕСЦВЕЧ., АБСОЛЮ ФРАНЦУЗКОГО ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО, ШАЛФЕЙ МУСКАТЫЙ C'LESS 50 РСТ PG, МАСЛО ФРАНЦУЗКОГО ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО, КОПАЙСКИЙ БАЛЬЗАМ, МАСЛО КОПАЙСКОГО БАЛЬЗАМА, МАСЛО ИЗ СЕМЯН КОРИАНДРА, КИПАРИСОВОЕ МАСЛО, КИПАРИСОВОЕ МАСЛО ОРГАНИЧЕСКОЕ, МАСЛО ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ, ГАЛЬБАНОЛ, АБСОЛЮ ГАЛЬБАНУМА БЕСЦВЕТНЫЙ, МАСЛО ГАЛЬБАНУМА, РЕЗИНОИД ГАЛЬБАНУМА, РЕЗИНОИД ГАЛЬБАНУМА 50 РСТ DRG, РЕЗИНОИД ГАЛЬБАНУМА ГЕРКОЛУН ВНТ, РЕЗИНОИД ГАЛЬБАНУМА ТЕС ВНТ, АБСОЛЮ GENTIANE MD 20 РСТ ВВ, КОНКРЕТ GENTIANE, АБСОЛЮ ГЕРАНИ ЕГИПЕТ MD, АБСОЛЮ ГЕРАНИ ЕГИПЕТ, ГЕРАНИЕВОЕ МАСЛО КИТАЙ, ГЕРАНИЕВОЕ МАСЛО ЕГИПЕТ, ИМБИРНОЕ МАСЛО 624, ИМБИРНОЕ МАСЛО РЕКТИФИЦИРОВАННОЕ РАСТВОРИМОЕ, СРЕДИННАЯ НОТА ГВАЯКОВОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮ СЕНА MD 50 РСТ ВВ, АБСОЛЮ СЕНА, АБСОЛЮ СЕНА MD 50 РСТ ТЕС, HEALINGWOOD, ИССОПОВОЕ МАСЛО ОРГАНИЧЕСКОЕ, АБСОЛЮ

БЕССМЕРТНИКА ЮГОСЛАВИЯ MD 50 PCT ТЕС, АБСОЛЮ БЕССМЕРТНИКА ИСПАНИЯ, АБСОЛЮ БЕССМЕРТНИКА ЮГОСЛАВИЯ, АБСОЛЮ ЖАСМИНА ИНДИЯ MD, АБСОЛЮ ЖАСМИНА ЕГИПЕТ, АБСОЛЮ ЖАСМИНА ИНДИЯ, АБСОЛЮ ЖАСМИНА МОРОККО, АБСОЛЮ АРАБСКОГО ЖАСМИНА, АБСОЛЮ ЖОНКИЛИИ MD 20 PCT ВВ, АБСОЛЮ ЖОНКИЛИИ ФРАНЦИЯ, МОЖЖЕВЕЛОВОЕ МАСЛО FLG, МОЖЖЕВЕЛОВОЕ МАСЛО РЕКТИФИЦИРОВАННОЕ РАСТВОРИМОЕ, РЕЗИНОИД ЛАБДАНУМА 50 PCT ТЕС, РЕЗИНОИД ЛАБДАНУМА ВВ, РЕЗИНОИД ЛАБДАНУМА MD, РЕЗИНОИД ЛАБДАНУМА MD 50 PCT ВВ, АБСОЛЮ ЛАВАНДИНА Н, АБСОЛЮ ЛАВАНДИНА MD, ЛАВАНДИНОВОЕ МАСЛО АБРИАЛЬ ОРГАНИЧЕСКОЕ, ЛАВАНДИНОВОЕ МАСЛО ГРОССО ОРГАНИЧЕСКОЕ, ЛАВАНДИНОВОЕ МАСЛО СУПЕР, АБСОЛЮ ЛАВАНДЫ Н, АБСОЛЮ ЛАВАНДЫ MD, ЛАВАНДОВОЕ МАСЛО БЕЗ КУМАРИНА, ЛАВАНДОВОЕ МАСЛО БЕЗ КУМАРИНА ОРГАНИЧЕСКОЕ, ЛАВАНДОВОЕ МАСЛО MAILLETTE ОРГАНИЧЕСКОЕ, ЛАВАНДОВОЕ МАСЛО МТ, АБСОЛЮ МАЦИСА ВВ, МАСЛО ИЗ ЦВЕТКОВ МАГНОЛИИ НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ЭВГЕНОЛА, МАСЛО ИЗ ЦВЕТКОВ МАГНОЛИИ, МАСЛО ИЗ ЦВЕТКОВ МАГНОЛИИ MD, МАСЛО ИЗ ЛИСТЬЕВ МАГНОЛИИ, МАНДАРИНОВОЕ МАСЛО MD, МАНДАРИНОВОЕ МАСЛО MD ВНТ, АБСОЛЮ МАТЕ ВВ, АБСОЛЮ ДРЕВЕСНОГО МХА MD TEX IFRA 43, АБСОЛЮ ДУБОВОГО МХА MD ТЕС IFRA 43, АБСОЛЮ ДУБОВОГО МХА IFRA 43, АБСОЛЮ ДРЕВЕСНОГО МХА MD IPM IFRA 43, РЕЗИНОИД МИРРЫ ВВ, РЕЗИНОИД МИРРЫ MD, РЕЗИНОИД МИРРЫ ТЕС, МИРТОВОЕ МАСЛО, НЕ СОДЕРЖАЩЕЕ ЖЕЛЕЗО, МИРТОВОЕ МАСЛО ТУНИС РЕКТИФИЦИРОВАННОЕ, АБСОЛЮ НАРЦИССА MD 20 PCT ВВ, АБСОЛЮ НАРЦИССА ФРАНЦУЗКОГО, НЕРОЛИЕВОЕ МАСЛО ТУНИС, МАСЛО МУСКАТНОГО ОРЕХА БЕСТЕРПЕНОВОЕ, АБСОЛЮ ОЕИЛЕТ, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА ВВ, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА DRG, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА ЭКСТРА 50 PCT DRG, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА MD, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА MD 50 PCT DRG, РЕЗИНОИД ОЛИБАНУМА ТЕС, РЕЗИНОИД ОПОПОНАКСА ТЕС, ОРАНЖЕВОЕ ПОМЕРАНЦЕВОЕ МАСЛО MD ВНТ, ОРАНЖЕВОЕ ПОМЕРАНЦЕВОЕ МАСЛО MD SCFC, АБСОЛЮ ЦВЕТКА АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНИС, ВОДНОЕ АБСОЛЮ ЦВЕТКА АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНИС, АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА, ВОДНОЕ АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНИС, АБСОЛЮ ФИАЛКОВОГО КОРНЯ ИТАЛИЯ, КОНКРЕТ ФИАЛКОВОГО КОРНЯ 15 PCT ИРОН, КОНКРЕТ ФИАЛКОВОГО КОРНЯ 8 PCT ИРОН, ФИАЛКОВЫЙ КОРЕНЬ ПРИРОДНЫЙ 15 PCT ИРОН 4095C, ФИАЛКОВЫЙ КОРЕНЬ

ПРИРОДНЫЙ 8 РСТ ИРОН 2942С, РЕЗИНОИД ФИАЛКОВОГО КОРНЯ, АБСОЛЮ ОСМАНТУСА, АБСОЛЮ ОСМАНТУСА MD 50 РСТ ВВ, СРЕДИННАЯ НОТА ПАЧУЛИ №3, ПАЧУЛЕВОЕ МАСЛО ИНДОНЕЗИЯ, ПАЧУЛЕВОЕ МАСЛО ИНДОНЕЗИЯ, НЕ СОДЕРЖАЩЕЕ ЖЕЛЕЗО, ПАЧУЛЕВОЕ МАСЛО ИНДОНЕЗИЯ MD, ПАЧУЛЕВОЕ МАСЛО БИДИСТИЛЛИРОВАННОЕ, СРЕДИННАЯ НОТА МЯТЫ БОЛОТНОЙ, АБСОЛЮ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ MD, ПЕТИГРЕНЕВОЕ ПОМЕРАНЦЕВОЕ МАСЛО ТУНИС, ПЕТИГРЕНЕВОЕ ЛИМОННОЕ МАСЛО, ПЕТИГРЕНЕВОЕ МАСЛО ПАРАГВАЙ БЕСТЕРПЕНОВОЕ, ПЕТИГРЕНЕВОЕ МАСЛО БЕСТЕРПЕНОВОЕ СТАВ, МАСЛО ИЗ ЯГОД ДУШИСТОГО ПЕРЦА, МАСЛО ИЗ ЛИСТЬЕВ ДУШИСТОГО ПЕРЦА, РОДИНОЛ ЭКСТРАКТ ИЗ ГЕРАНИ КИТАЙ, АБСОЛЮ БОЛГАРСКОЙ РОЗЫ НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ЭВГЕНОЛА, АБСОЛЮ РОЗЫ МОРОККО НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ЭВГЕНОЛА, АБСОЛЮ ТУРЕЦКОЙ РОЗЫ НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ЭВГЕНОЛА, АБСОЛЮ РОЗЫ, АБСОЛЮ БОЛГАРСКОЙ РОЗЫ, АБСОЛЮ ДАМАССКОЙ РОЗЫ, АБСОЛЮ РОЗЫ MD, АБСОЛЮ РОЗЫ МОРОККО, АБСОЛЮ ТУРЕЦКОЙ РОЗЫ, РОЗОВОЕ МАСЛО БОЛГАРСКОЕ, РОЗОВОЕ МАСЛО ДАМАССКОЕ НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ЭВГЕНОЛА, РОЗОВОЕ МАСЛО ТУРЕЦКОЕ, РОЗМАРИНОВОЕ МАСЛО КАМФОРА ОРГАНИЧЕСКОЕ, РОЗМАРИНОВОЕ МАСЛО ТУНИС, САНДАЛОВОЕ МАСЛО ИНДИЯ, САНДАЛОВОЕ МАСЛО ИНДИЯ РЕКТИФИЦИРОВАННОЕ, САНТАЛОЛ, МАСЛО SCHINUS MOLLE, НАСТОЙКА РОЖКОВОГО ДЕРЕВА 10 РСТ, РЕЗИНОИД СТИРАКСА, РЕЗИНОИД СТИРАКСА, МАСЛО БАРХАТЦЕВ, СРЕДИННАЯ НОТА ЧАЙНОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮ ДИПТЕРИКСА 50 РСТ РАСТВОРИТЕЛИ, АБСОЛЮ ДИПТЕРИКСА, АБСОЛЮ ТУБЕРОЗЫ ИНДИЯ, СРЕДИННАЯ НОТА ВЕТИВЕРА ЭКСТРА, ВЕТИВЕРОВОЕ МАСЛО ГАИТИ, ВЕТИВЕРОВОЕ МАСЛО ГАИТИ MD, ВЕТИВЕРОВОЕ МАСЛО ЯВА, ВЕТИВЕРОВОЕ МАСЛО ЯВА MD, АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ ФИАЛКИ ЕГИПЕТ, АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ ФИАЛКИ ЕГИПЕТ ОБЕСЦВЕЧ., АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ ФРАНЦУЗКОЙ ФИАЛКИ, АБСОЛЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ ФИАЛКИ MD 50 РСТ ВВ, МАСЛО ПОЛЬНИ БЕСТЕРПЕНОВОЕ, ЭКСТРА МАСЛО ИЛАНГА, МАСЛО ИЛАНГА III и

комбинации указанных соединений.

Красящие вещества можно обнаружить среди веществ, перечисленных в списке международных цветовых индексов, разработанном Обществом красильщиков и колористов. Красящие вещества включают красители и пигменты, а также те вещества, которые обычно применяют для окрашивания текстильных изделий, красок, чернил и красок для струйных принтеров. Некоторые красящие вещества, которые можно использовать, включают каротиноиды, арилиды желтые, диарилиды желтые, В-нафтолы, нафтолы, бензимидазолы, конденсационные дисазопигменты, пиразолы, никель азо-желтый, фталоцианины, хинакридоны, перилены и периноны, изоиндолинон и изоиндолиновые пигменты, триарилкарбониевые пигменты, дикетопирроло-пирролевые пигменты, тиюиндигоидные пигменты. Картеноиды включают, например, альфа-каротен, бета-каротен, гамма-каротен, ликопин, лютеин и экстракт астаксантин аннатто, дегидратированную свеклу (свекольный порошок), кантаксантин, карамель, β-апо-8'-каротенал, экстракт кошенили, кармин, натрий медный хлорофиллин, темную частично обезжиренную варенную хлопковую муку, глюконат железа, молочнокислое железо, экстракт красящих веществ из винограда, экстракт кожицы винограда (eposianina), масло из моркови, паприку, паприку олеосмола, перламутровые пигменты на основе слюды, рибофлавин, шафран, диоксид титана, экстракт ликопина из томатов; концентрат ликопина из томатов, куркуму, куркуму олеосмола, FD&C Голубой № 1, FD&C Голубой № 2, FD&C Зеленый № 3, Оранжевый В, Красный Цитрусовый № 2, FD&C Красный № 3, FD&C Красный № 40, FD&C Желтый № 5, FD&C Желтый № 6, Глинозем (сухой гидроксид алюминия), карбонат кальция, калий натрий медный хлорофиллин (комплекс хлорофиллин-медь), дигидроксиацетон, оксихлорид висмут, железо-аммонийный ферроцианид, ферроцианид двухвалентного железа, гидроксид хрома зеленый, оксиды хрома зеленые, гуанин, пирофиллит, тальк, алюминиевую пудру, бронзовую пудру, медную пудру, оксид цинка, D&C Голубой № 4, D&C Зеленый № 5, D&C Зеленый № 6, D&C Зеленый № 8, D&C Оранжевый № 4, D&C Оранжевый № 5, D&C Оранжевый № 10, D&C Оранжевый № 11, FD&C Красный № 4, D&C Красный № 6, D&C Красный № 7, D&C Красный № 17, D&C Красный № 21, D&C Красный № 22, D&C Красный № 27, D&C Красный № 28, D&C Красный № 30, D&C Красный № 31, D&C Красный № 33, D&C Красный № 34, D&C Красный № 36, D&C Красный № 39, D&C Фиолетовый № 2, D&C Желтый № 7, экстракт D&C Желтый № 7, D&C Желтый № 8, D&C Желтый № 10, D&C Желтый № 11, D&C Черный № 2, D&C Черный № 3 (3), D&C Коричневый № 1, экстракт D&C, хром-кобальт-алюминий оксид, железо-аммонийный цитрат, пирогаллол, кампешевый экстракт, сополимеры 1,4-бис[(2-гидрокси-этил)амино]-9,10-антрацендион-бис(2-пропенового) сложного эфира, сополимеры

1,4-бис[(2-метилфенил)амино]-9,10-антрацендиона, сополимеры 1,4-бис[4-(2-метакрилоксиэтил)фенил-амино]антрахинона, карбазол фиолетовый, комплекс хлорофиллин-медь, хром-кобальт-алюминий оксид, С.І. Vat Оранжевый 1,2-[[2,5-диэтокси-4-[(4-метилфенил)тиол]фенил]азо]-1,3,5-бензолтриол, 16,23-дигидродинафто[2,3-а:2',3'-і]нафт[2',3':6,7]индоло[2,3-с]карбазол-5,10,15,17,22,24-гексон, N,N'-(9,10-дигидро-9,10-диоксо-1,5-антрацендил)бис-бензамид, 7,16-дихлор-6,15-дигидро-5,9,14,18-антразинететрон, 16,17-диметоксидинафто(1,2,3-сd:3',2',1'-lm)перилеи-5,10-дион, сополимеры (3) поли(гидроксизтил метакрилатого) красителя, Активный Черный 5, Активный Голубой 21, Активный Оранжевый 78, Активный Желтый 15, Активный Голубой № 19, Активный Голубой № 4, С.І. Активный Красный 11, С.І. Активный Желтый 86, С.І. Активный Голубой 163, С.І. Активный Красный 180, 4-[(2,4-диметилфенил)азо]-2,4-дигидро-5-метил-2-фенил-3Н-пиразол-3-он (растворитель Желтый 18), 6-этокси-2-(6-этокси-3-оксобензо[б]тиен-2(3Н)-илиден) бензо[б]тиофен-3(2Н)-он, Фталоцианин зеленый, красящие продукты реакции виниловый спирт/метилметакрилат, С.І. Активный Красный 180, С.І. Активный Черный 5, С.І. Активный Оранжевый 78, С.І. Активный Желтый 15, С.І. Активный Голубой 21, диатрия 1-амино-4-[[4-(2-бром-1-оксоаллил)амино]-2-сульфонатофенил]амино]-9,10-дигидро-9,10-диоксоантрацен-2-сульфонат (Активный Голубой 69), D&C Голубой № 9, [фталоцианинато(2-)] медь и их смеси.

Примеры

Осахаривание

Партии осахаренных материалов были получены, как описано в настоящей заявке, и использованы в следующих примерах 1 и 2.

При осахаривании применяли цилиндрический бак диаметром 32 дюйма (примерно 81 см), высотой 64 дюйма (примерно 163 см), оборудованный выпуклыми днищами (верхним и нижним) согласно ASME (Американскому обществу инженеров-механиков). Бак также был оборудован гидродинамическим смесительным ножом шириной 16 дюймов (примерно 40 см). Нагревание обеспечивали за счет протекания горячей воды через рубашку в виде полутрубы, окружающую бак.

Бак загружали 200 кг воды, 80 кг биомассы и 18 кг фермента целлюлаза DUET™. Биомасса представляла собой стержень кукурузного початка, который был измельчен в молотковой мельнице и просеян до размера от 40 до 10 меш. Биомассу облучали с помощью электронного пучка с получением суммарной дозы 35 Мрад. рН смеси устанавливали и поддерживали автоматически на протяжении всего процесса осахаривания равным 4,8, применяя Са(ОН)₂. Указанную комбинацию нагревали до 53°C, перемешивали со скоростью 180 об/мин (1,8 ампер при напряжении 460 В) в течение примерно 24 ч, после чего осахаривание считали завершенным.

Пример 1. Центрифугирование с последующей фильтрацией с применением вращающегося вакуумного барабана

Твердую фракцию отделяли от партий осахаренного материала, используя шнековую декантирующую центрифугу непрерывного действия с барабаном длиной 12 футов (примерно 3,7 м). Центрифугирование выполняли сразу же после завершения осахаривания при температуре менее 60°C. Скорости центрифугирования составляли 30 галлонов (примерно 114 л) в минуту при содержании твердой фракции 15 мас.%. Твердая фракция не содержала стоячей жидкости и была исследована при содержании (воды) при сушке 50 мас.%, или менее. Жидкую фракцию применяли для ферментации с помощью дрожжей и получали этанол. Дистилляцию применяли для отделения этанола от других продуктов. Жидкая фракция, направляемая на ферментацию, содержала примерно 5 мас.%, твердых компонентов.

Для фильтрования твердых остатков после дистилляции использовали вращающийся вакуумный барабанный фильтр (RVDF). Барабан шириной 2 фута (примерно 0,61 м) на диаметр 2 фута (примерно 0,61 м) (с приблизительно 6 квадратными футами (примерно 0,56 см²) фильтрующей ткани) предварительно покрывали вспомогательным фильтрующим материалом толщиной 2 дюйма (5,08 см). Сырьевой поток дистиллятных остатков составлял 600 л (содержание твердой фракции 5 мас.%) за 2 ч, при этом использовали менее 1/10 части вспомогательного фильтрующего материала от предварительного покрытия. Соответственно, средняя скорость движения ножа составляла менее 0,1 дюйма/ч (0,254 см/ч). Фильтрат содержал менее 0,1 мас.%, твердой фракции (общее содержание твердых взвешенных веществ, TSS). Частицы с размером примерно до 0,5 мкм (средний размер частиц) были удалены. Мутность также была очень низкой, по оценкам ниже примерно 5 NTU (нефелометрических единиц мутности).

Пример 2. Вибрирующий грохот с последующим вращающимся вакуумным барабаном

Для удаления твердой фракции из осахаренного материала применяли вибрирующий грохот с ситами с размером ячеек 60 меш. При применении такого способа в потоке остается небольшое количество мелких частиц. После этой стадии твердая фракция составляла примерно 5 мас.%. Просеянный материал подвергали ферментации и затем дистилляции. Дистиллятные остатки отфильтровывали посредством RVDF при тех же рабочих условиях, что указаны выше, получая отфильтрованный продукт с похожим содержанием твердой фракции и мутностью, что и продукты, приведенные выше.

Отличные от тех, что приведены в примерах в настоящей заявке, или если явно не указано специально, все численные диапазоны, количества, величины и проценты, такие как те, которые выражают количества материалов, элементарные составы, время и температуры реакции, соотношения количеств и другие параметры, в следующей части описания изобретения и прилагаемой формуле изобретения сле-

дует понимать, как если бы им предшествовало слово "примерно", даже если термин "примерно" может в явной форме не стоять рядом с указанной величиной, количеством или диапазоном. Соответственно, если не указано иное, численные параметры, приведенные в следующем описании изобретения и прилагаемой формуле изобретения, являются приближенными значениями, которые могут меняться в зависимости от требуемых искомым свойств, которые предполагают обеспечить с помощью настоящего изобретения. По меньшей мере и не в качестве попытки ограничить применение доктрины эквивалентов объемом формулы изобретения, каждый численный параметр должен по меньшей мере рассматриваться в свете количества приведенных значащих цифр и с применением обычных методов округления.

Несмотря на то, что численные диапазоны и параметры, определяющие широкий объем изобретения, являются приближениями величинами, численные значения, приведенные в конкретных примерах, указаны как можно точнее. Однако любое численное значение по природе содержит ошибку, обязательно возникающую в результате стандартного отклонения, обнаруживаемого в лежащих в ее основе соответствующих экспериментальных измерениях. Кроме того, когда в настоящей заявке приводят численные диапазоны, указанные диапазоны включают конечные точки приведенных диапазонов (например, конечные точки можно использовать). При применении в настоящей заявке процентного содержания по массе, численные величины приведены относительно суммарной массы.

Кроме того, следует понимать, что любой численный диапазон, приведенный в настоящем документе, предполагает включение всех входящих в него поддиапазонов. Например, подразумевают, что диапазон "от 1 до 10" включает все поддиапазоны между (и в том числе) приведенным минимальным значением 1 и приведенным максимальным значением 10, то есть, включает минимальное значение, равное 1 или больше 1, и максимальное значение, равное 10 или меньше 10. Подразумевают, что термин "один" и существительные в единственном числе, применяемые в настоящей заявке, включают "по меньшей мере один" или "один или более", если не указано иное.

Любой патент, публикация или другой описанный материал, в целом или частично, который, как указано, включен в настоящую заявку посредством ссылки, включен в настоящий документ только в той степени, в какой включенный материал не противоречит существующим определениям, утверждениям или другому раскрывающему сущность изобретения материалу, описанному в настоящей заявке. По существу и в необходимой степени, описание, ясно изложенное в настоящей заявке, заменяет любой противоречащий материал, включенный в настоящий документ посредством ссылки. Любой материал или его часть, который, как указано, включен в настоящий документ посредством ссылки, но который противоречит существующим определениям, утверждениям или другому раскрывающему сущность изобретения материалу, описанному в настоящем документе, будет включен только в той степени, которая не вызывает противоречия между указанным включенным материалом и существующим материалом, раскрывающим сущность изобретения.

Хотя настоящее изобретение было подробно показано и описано со ссылками на предпочтительные варианты его реализации, специалистам в данной области техники будет понятно, что в нем могут быть сделаны различные изменения в форме и деталях без отступления от сущности и объема настоящего изобретения, определяемого прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ отделения твердой фракции биомассы от жидкой фракции в суспензии, включающий обработку биомассы ионизирующим облучением для уменьшения ее сопротивляемости; осахаривание обработанной биомассы с образованием осахаренной биомассы, содержащей глюкозу и ксилоту; селективную ферментацию глюкозы с получением ферментированной сахарной композиции, включающей ферментный материал и, по существу, не содержащей глюкозу; нанесение ферментированной сахарной композиции на поверхность тканевого фильтровального устройства, имеющего пористость, величина которой варьируется от примерно 1 до 100 фут³/мин/фут² (от примерно 18,3 до 1830 м³/(м²×ч)), при этом фильтровальное устройство представляет собой вакуумный ленточный фильтр.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что осахаренная биомасса содержит водный растворитель и/или включает клетки, выбранные из группы, состоящей из клеток дрожжей, бактериальных клеток, клеток грибов и их смесей.
3. Способ по любому из приведенных выше пунктов, отличающийся тем, что осахаренная биомасса включает белковый материал, предпочтительно, по существу, денатурированный белковый материал.
4. Способ по любому из приведенных выше пунктов, отличающийся тем, что ферментный материал включает спирт, предпочтительно этанол или бутанол.
5. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что осахаренная биомасса включает органическую кислоту, предпочтительно масляную кислоту.
6. Способ по любому из приведенных выше пунктов, отличающийся тем, что биомассу подвергают осахариванию с помощью одного или более осахаривающих агентов, предпочтительно выбранных из

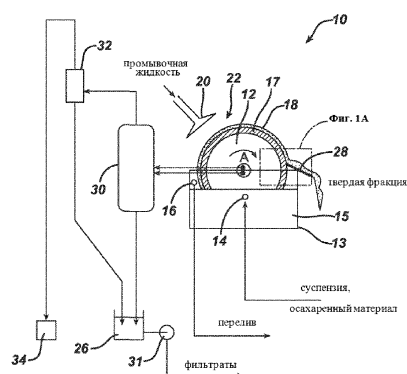
группы, состоящей из ферментов, кислот, оснований, окислителей и их смесей, или включающих серную кислоту и фермент, или представляющих собой разлагающий клетчатку фермент.

7. Способ по любому из приведенных выше пунктов, отличающийся тем, что сопротивляемость обработке уменьшают путем воздействия на биомассу пучком электронов.

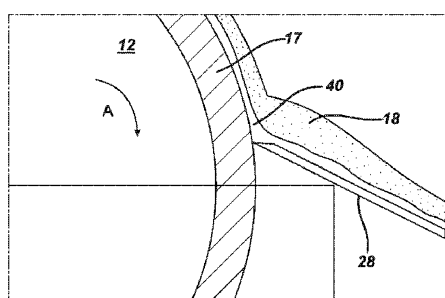
8. Способ по п.1, отличающийся тем, что фильтрующая поверхность содержит вспомогательный фильтрующий материал, выступающий над указанной поверхностью, предпочтительно вспомогательный фильтрующий материал покрывает, по существу, всю фильтрующую поверхность, где вспомогательный фильтрующий материал выбран из группы, состоящей из диатомовой земли, целита, кремнезема, пемзы, перлита, глинозема, цеолитов, песка, целлюлозного материала, лигноцеллюлозного материала и их смесей, причем вспомогательный фильтрующий материал выступает на расстояние от 0,5 до 250 мм, от 1 до 100 мм, от 1 до 50 мм или от 2 до 25 мм от фильтрующей поверхности.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что фильтр включает фильтрующую ткань, предпочтительно представляющую собой текстильную ткань, причем предпочтительно ткань имеет переплетение нитей, выбранное из группы, состоящей из саржевого переплетения, миткалевого переплетения, атласного переплетения, узелкового переплетения, переплетения типа "рогожка", переплетения типа "Оксфорд" и их комбинаций.

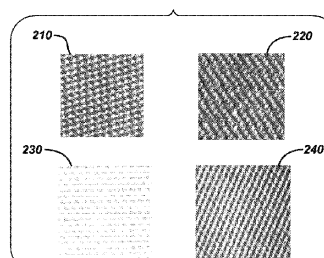
10. Способ по любому из приведенных выше пунктов, дополнительно включающий применение вибрирующего грохота для удаления твердой фракции из ферментированной сахарной композиции до и/или после нанесения ферментированной сахарной композиции на поверхность фильтровального устройства.



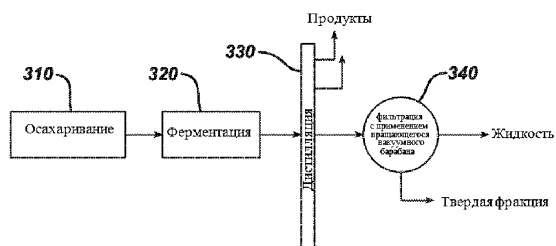
Фиг. 1



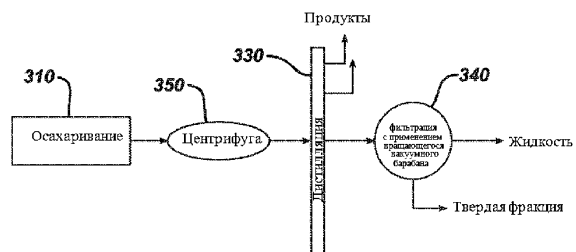
Фиг. 1А



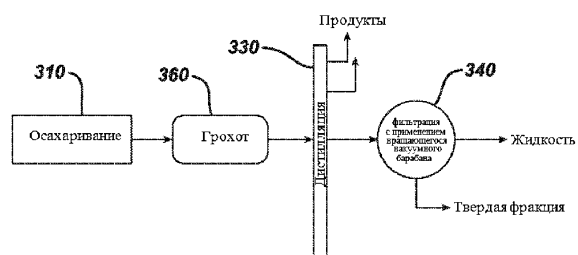
Фиг. 2



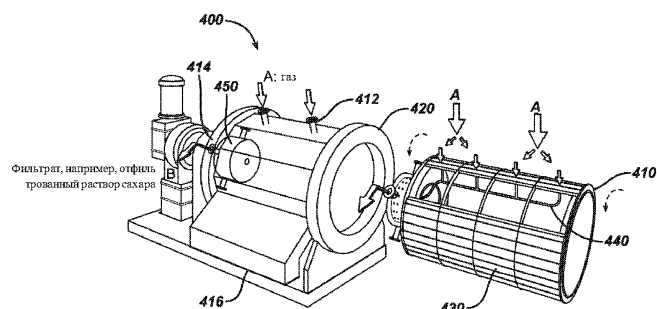
Фиг. 3А



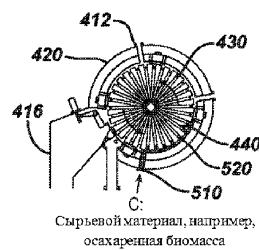
Фиг. 3В



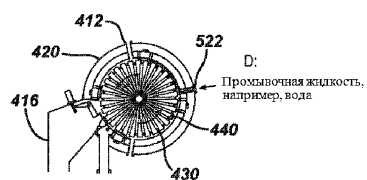
Фиг. 3С



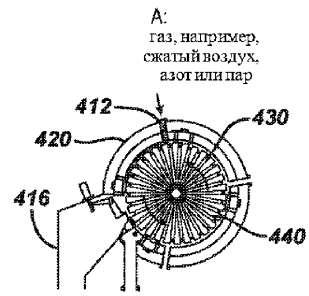
Фиг. 4А



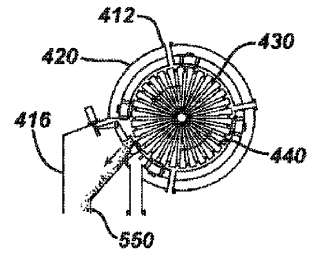
Фиг. 4В



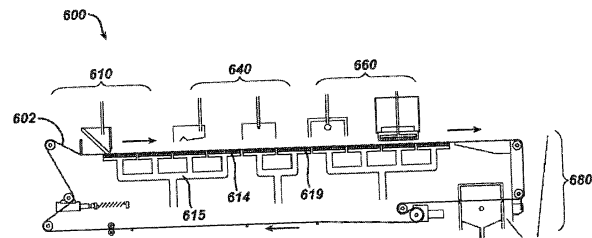
Фиг. 4С



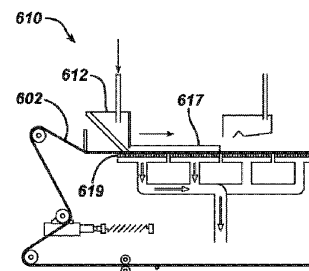
Фиг. 4D



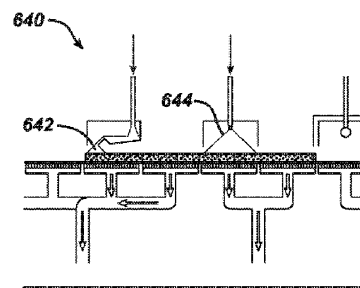
Фиг. 4E



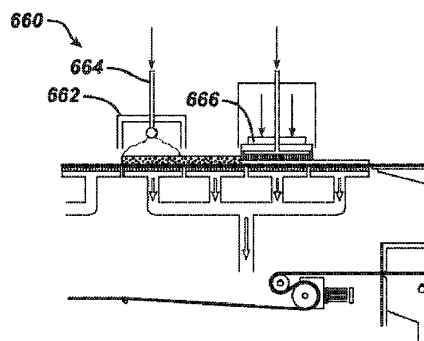
Фиг. 5A



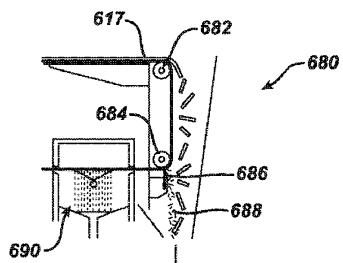
Фиг. 5B



Фиг. 5C



Фиг. 5D



Сбор и/или дальнейшая обработка,
например, для комбинированного
производства электроэнергии и тепла

Фиг. 5E



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2