

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **047942**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- (45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.09.30**
- (21) Номер заявки  
**202391659**
- (22) Дата подачи заявки  
**2021.12.03**
- (51) Int. Cl. **D01B 1/22** (2006.01)  
**D01B 1/30** (2006.01)  
**D01B 1/32** (2006.01)  
**D01B 1/38** (2006.01)  
**D01D 11/00** (2006.01)  
**B09B 3/80** (2022.01)

---

(54) **ДЕКОРТИКАТОР И СПОСОБ ДЕКОРТИКАЦИИ**

---

- (31) **2020904477; 2021221469**
- (32) **2020.12.03; 2021.08.24**
- (33) **AU**
- (43) **2023.10.03**
- (86) **PCT/IB2021/061272**
- (87) **WO 2022/118265 2022.06.09**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ДЕФЬЮГО ТЕКНОЛОДЖИЗ ПТЕ  
ЛТД (SG)**
- (72) Изобретатель:  
**Коулман Дэвид (AU)**
- (74) Представитель:  
**Хмара М.В. (RU)**
- (56) **US-A-553034**  
**US-A-2706312**  
**WO-A1-2019071361**  
**WO-A1-2000020667**  
**EP-B1-2212467**  
**US-A1-20110313141**  
**WO-A2-2009064207**  
**KR-B1-101950790**  
**WO-A1-2004088006**

- 
- (57) Обеспечены устройство, способ и система для декортикации биомассы, содержащей костру, кору и луб, такой как длинностебельная биомасса. Как правило, одно или более из коры, костры или луба, полученных в процессе декортикации или в декортикаторном устройстве, подаются в последующий процесс или последующее устройство, такое как противоточный экстрактор. Жидкие или волокнистые продукты из декортикатора или из декортикатора в сочетании с противоточным экстрактором могут быть дополнительно переработаны в их компоненты.

**B1**

**047942**

**047942**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к области декорткации.

В одном виде изобретение относится к декорткаторному устройству.

В другом виде изобретение относится к способу декорткации растений с длинными стеблями.

В одном конкретном аспекте настоящее изобретение пригодно для декорткации растений с длинными стеблями, таких как конопля, лен, тростник, кукуруза и бамбук.

В другом аспекте настоящее изобретение пригодно для получения продуктов декорткации в качестве сырья для последующих процессов, таких как противоточная экстракция.

Для удобства далее изобретение раскрывается в отношении конопли, однако следует понимать, что настоящее изобретение не ограничивается только этим применением и может применяться к широкому спектру растений с длинными стеблями. Например, изобретение может быть использовано для одревесневших стеблей других травянистых растений, таких как сладкое сорго, или кенаф, лен, сахарный тростник, кукуруза и бамбук.

### **Предшествующий уровень техники**

Следует понимать, что любое обсуждение документов, устройств, действий или знаний включено в настоящее описание для пояснения контекста настоящего изобретения. Кроме того, во всем настоящем описании обсуждение происходит в связи с реализацией изобретателя и/или идентификацией изобретателем определенных соответствующих проблем в уровне техники. Кроме того, любое обсуждение материалов, таких как документы, устройства, действия или знания, включено в настоящее описание для пояснения контекста изобретения с точки зрения знаний и опыта изобретателя, и, соответственно, любое такое обсуждение не следует воспринимать как признание того, что какой-либо из материалов является частью базы уровня техники или общих знаний в соответствующей области техники в Австралии или где-либо еще, на дату приоритета раскрытия изобретения и формулы изобретения, изложенных в настоящем документе, или до нее.

Декорткатор - это машина для снятия кожицы, коры или кожуры с растений, обычно - с содержащих волокно растений, таких как орехи, древесина, стебли растений, злаки. Материалы, снятые с растений, могут быть использованы для дальнейшей переработки.

Возможно, самое раннее известное декорткаторное устройство было изготовлено в Италии в 1861 году, оно было известно как "коноплемялка" (итал. "scavezzatrice"). Оно использовалось для декорткации конопли, имеющей жесткие, одревесневшие трудноломаемые стебли.

В общем, современные высокоскоростные декорткаторы для конопли снимают жесткую одревесневшую внутреннюю часть (костру) с более мягкой, волокнистой наружной части стебля. Декорткацией также получают луб, содержащий целлюлозные волокна из флоэмы стебля. Большинство декорткаторов основаны на механическом приложении силы и используемых механизмах, таких как валковые дробилки (трепалки, англ. "scutchers") и молотковые мельницы, которые повреждают волокно, чтобы высвободить костру и кору.

Костру, кору и луб можно использовать в различных целях. Конопляное волокно (пенька) на протяжении веков было известно как пригодное для изготовления товарных и промышленных продуктов, включая веревки, парусину, текстиль, одежду, обувь, продукты питания, бумагу, биопластик, изоляцию и биотопливо. Однако, несмотря на то что декорткация стеблей конопли для производства конопляного волокна была известна в малых и средних масштабах по меньшей мере с середины 19-го века, механическая декорткация в крупных промышленных масштабах была труднодостижима. Это ограничило использование конопли и подобных одревесневших травянистых растений в наше время. Они были заменены другим растительным материалом, таким как хлопок, который легче перерабатывать в промышленных масштабах.

Кроме того, недавний рост конопляной промышленности был обусловлен в первую очередь экстракцией ценного конопляного масла из листьев и почек. После удаления листьев и почек для извлечения ценного масла, оставшаяся биомасса, включая волокно, считается отходами. С экономической точки зрения волокно не заслуживает дальнейшей переработки, поскольку существующие процессы декорткации имеют малую пропускную способность, и ее трудно повысить.

В последнее время, в связи с ростом возобновляемых источников энергии, альтернативных растительных материалов и углеродно-нейтральных цепочек поставок, возобновился интерес к конопле и другим одревесневшим травянистым растениям как к источнику многих потенциально полезных "зеленых" продуктов, приносящих экономическую выгоду.

### **Сущность изобретения**

Целью настоящего изобретения является обеспечение усовершенствованного декорткатора и процесса декорткации, который максимизирует долю исходного сырья, преобразованного в полезные продукты, и сводит к минимуму отходы или, предпочтительно, исключает отходы.

Еще одна цель настоящего изобретения состоит в обеспечении усовершенствованного способа декорткации, который может обеспечить переработанное сырье для последующих процессов.

Другой целью настоящего изобретения является обеспечение декорткатора, способного перерабатывать исходное сырье в больших промышленных масштабах.

Цель вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, состоит в том, чтобы преодолеть или смягчить по меньшей мере один из вышеупомянутых недостатков систем из соответствующей области техники или по меньшей мере обеспечить полезную альтернативу системам из соответствующей области техники.

В своем самом широком виде настоящее изобретение обеспечивает способ получения полезных продуктов из сырья из длинностебельной биомассы, причем способ включает в себя следующее: калибруют стебли, разрезают стебли в продольном направлении, удаляют по меньшей мере часть костры и по меньшей мере часть коры, оставляя волокнистый (лубяной) продукт. В своем самом широком виде настоящее изобретение также обеспечивает устройство для реализации способа, включающее в себя датчики, обеспечивающие данные для управления процессом.

В первом аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, обеспечен способ получения полезных продуктов из биомассы, содержащей костру, кору и луб, данный способ включает в себя следующие этапы:

- (i) калибруют длинные стебли биомассы,
- (ii) разрезают стебли биомассы в продольном направлении,
- (iii) получают из биомассы первый продукт, содержащий костру, с помощью вращающегося режущего элемента,
- (iv) получают из биомассы второй продукт, содержащий кору, с помощью вращающегося режущего элемента;
- (v) получают третий продукт, содержащий луб.

Как правило, перед подачей в вышеуказанную систему исходное сырье очищают от мусора, при этом мусор в виде листьев и другого растительного детрита можно подвергнуть дальнейшей переработке.

Во втором аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем описании, обеспечено декортикаторное устройство для получения полезных продуктов из длинностебельной биомассы, содержащей костру, кору и луб, при этом указанное устройство включает в себя

пару вращающихся калибровочных элементов, выполненных с возможностью калибровки стеблей при прохождении между ними,

режущую головку для разрезания стеблей биомассы в продольном направлении,

первый вращающийся режущий элемент для извлечения из биомассы первого продукта, содержащего костру, с помощью вращающегося режущего элемента,

второй вращающийся режущий элемент для извлечения из биомассы второго продукта, содержащего кору, при этом оставшийся луб представляет собой третий продукт, и

отдельные выходы для каждого из первого продукта, второго продукта и третьего продукта.

В третьем аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, предложена система для получения полезных продуктов из длинностебельной биомассы, содержащей костру, кору и луб, данная система включает в себя способ согласно настоящему изобретению при использовании в декортикаторном устройстве согласно настоящему изобретению.

Как правило, вращающиеся режущие элементы представляют собой колеса или ролики, содержащие режущие поверхности. Это существенно отличается от способов из уровня техники, в которых для разделения компонентов длинностебельной биомассы используется сила, такая как молотковое дробление и измельчение с последующим просеиванием по размеру.

Одно или более из коры, костры или луба, получаемых в процессе декортикации или декортикаторном устройстве, можно подавать в последующее устройство или процесс. Последующая переработка может превратить продукты декортикации в компоненты. Компоненты включают в себя широкий спектр субкомпонентов, таких как, например, продукты питания с высоким содержанием питательных веществ, товары для здоровья, соки, вода, энергия, топливо, строительные материалы, липиды, фармацевтические препараты, нутрицевтики и биологически активные соединения. Годные к употреблению компоненты могут подвергаться дальнейшей переработке для получения полезных лекарственных форм, таких как таблетки, пищевые жидкости и порошки. Не годные к употреблению компоненты могут подвергаться дальнейшей переработке для получения ценных продуктов, таких как синтетическое топливо.

Последующий процесс может, например, содержать устройство для противоточной экстракции (CCE, counter current extraction), например, противоточной диффузионной экстракции (dCCE, counter current diffusion extraction). Одно или более из коры, костры или луба можно направить в устройство CCE и подвергнуть противоточной экстракции или противоточной диффузионной экстракции для получения жидких или волокнистых продуктов.

В четвертом аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, обеспечена система для переработки исходного сырья, содержащая декортикатор и противоточный экстрактор, в которой

(i) исходное сырье пропускают через декортикатор и разделяют на луб, костру и кору;

(ii) по меньшей мере одно из луба, костры и коры является сырьем для противоточного экстрактора.

Предпочтительнее CCE представляет собой противоточный диффузионный экстрактор.

Продукты из устройства CCE могут подаваться во множество дополнительных устройств, таких как, например, пресс или сушилка. Например, костру или кору, выходящую из декортикатора или уст-

ройства ССЕ, можно прессовать, сушить, а затем подвергать этапу пиролиза с получением одного или более из дегтя, древесного уксуса (пиролиновой кислоты), биодизеля, этанола, водорода и биоугля/графена. Прессованный сушеный луб наиболее часто отправляют на хранение.

Предпочтительно устройство, используемое для ССЕ, содержит

удлиненный корпус со входом на первом конце, и выходом на втором конце, причем продольная ось корпуса наклонена вверх от первого конца ко второму концу;

вращаемый шнековый конвейер, имеющий по меньшей мере один, по существу, спиральный виток, расположенный внутри корпуса и вращаемый вокруг своей продольной оси для перемещения исходного сырья, подвергаемого экстрагированию между входом и выходом;

входную камеру, расположенную рядом с входом так, чтобы обеспечивать возможность подачи исходного сырья, подлежащего экстрагированию, через вход на вращаемый шнековый конвейер;

средство для введения экстрагирующей жидкости в корпус с обеспечением протекания экстрагирующей жидкости по корпусу и в противотоке с экстрагируемым исходным сырьем;

средство для отбора жидкости, экстрагированной из исходного сырья, и для возвращения жидкости в корпус так, чтобы возвращаемая жидкость контактировала с экстрагируемым исходным сырьем.

Датчики.

Декортикатор и любое последующее устройство, такое как устройство ССЕ, могут включать в себя датчики. При использовании в настоящем документе термин "датчик" предназначен для обозначения устройства, которое обнаруживает или измеряет физическое свойство и указывает, регистрирует, передает или реагирует иным образом. Датчики могут быть имеющимися в продаже и/или разработанными специально для предусмотренного назначения.

В предпочтительном варианте осуществления датчики на основе "Интернета вещей" (IoT, Internet of Things) отслеживают процесс прохождения сырья и продуктов через декортикаторное устройство. IoT, как правило, представляет собой систему взаимосвязанных вычислительных устройств, механических и цифровых машин, снабженных уникальными идентификаторами и возможностью передачи данных по сети без вмешательства человека.

Собранная информация может ретранслироваться на сервер базы данных в пределах или за пределами соответствующего перерабатывающего комплекса. Опционально, собранная информация может быть использована в качестве опорных данных во время "оптимизации процесса в режиме реального времени".

В частности, датчики могут отслеживать диапазон технологических параметров, включая объемы исходного сырья и продукта, а также скорости потока в различных местах в декортикаторе и/или любом последующем устройстве. Датчики передают полученную информацию в базу данных на сервере, предварительно загруженном программой управления процессом. Таким образом, сервер может оптимизировать машиночитаемую программу управления процессом в режиме реального времени, чтобы обеспечить максимальную производительность и минимум отходов.

В частности, информацию от датчиков декортикаторного устройства или последующего устройства можно передавать через защищенную сеть в проприетарную систему информирования в режиме реального времени (RIMS, Real-Time Information System), как показано на фиг. 6. RIMS состоит из сервера, базы данных и пользовательского интерфейса (UI, user interface), где обрабатывается информация, полученная от декортикаторного устройства и ССЕ, а проприетарный цифровой алгоритм эффективности (Efficiency Digital Algorithm) вычисляет оптимальные корректировки набора инструкций предварительно заданных настроек программы процесса, которые были отправлены в центральный процессор (ЦП).

В предпочтительном варианте осуществления системы согласно настоящему изобретению, датчики передают обнаруженную информацию о сырье и информацию о декортикаторе через защищенную частную беспроводную сеть в базу данных мониторинга сети датчиков (SNMD, Sensor Network Monitoring Database). Эта база данных находится в электронном хранилище данных, содержащем как систему управления реляционными базами данных (RDBMS, Relational Database Management System), так и базы данных NoSQL. Хранилище данных и вспомогательные программы прикладных алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) составляют систему управления информацией в режиме реального времени (RIMS) согласно настоящему изобретению.

Данные, обнаруженные сетью датчиков, передаются в SNMD с целью обновления соответствующего программного обеспечения в режиме реального времени и/или генерирования отклика, который оптимизирует предварительно загруженные программы обработки для конкретных партий сырья, перемещающихся согласно способу настоящего изобретения.

RIMS содержит гибридное хранилище данных реляционных баз данных, которые обычно извлекают и сохраняют данные в структурированном формате с использованием строк и столбцов. Также могут иметься базы данных NoSQL ("не-SQL" или "нереляционные"), которые не являются табличными и хранят данные иначе, чем реляционные таблицы, например, путем хранения структурированных, полуструктурированных и неструктурированных данных. Базы данных NoSQL предпочтительны при работе с приложениями ИИ и огромными объемами данных. Гибкость хранилища данных позволяет отклику системы RIMS быть чрезвычайно эффективным и действенным для хранения различных наборов данных,

которые вносят свой вклад в RIMS.

RIMS может также включать в себя стек приложений ИИ, состоящий из программ, запущенных на нескольких серверах. Стек приложений - это комплект или набор прикладных программ, которые помогают выполнять определенные задачи. Эти приложения тесно связаны друг с другом, и данные могут экспортироваться или импортироваться между ними с минимальными этапами. Для оптимизации способа согласно настоящему изобретения различные языки программирования могут использоваться путем встраивания искусственного интеллекта в стек IoT, когда это возможно. Программы включают в себя, но не ограничиваются этим, моделирование настройки параметров сети датчиков, установку допуска данных и моделирование соединения данных, моделирование оптимизированных рецептов и результаты моделирования данных и алгоритмов мониторинга.

Каждый цифровой алгоритм эффективности (EDA, Efficiency Digital Algorithm) сам по себе является компьютерной процедурой, отражающей этапы способа согласно программе декорткации. Алгоритм начинается с входных данных, собранных датчиками. Другие входные данные для этих алгоритмов включают в себя множество баз данных в хранилище данных и выходные данные программ в стеке приложений ИИ. EDA генерирует набор выходных данных, которые, по сути, представляют собой оптимальные корректировки набора инструкций в режиме реального времени для предварительно заданных настроек предварительно загруженной программы декорткации. Генерируемые выходные данные отправляются в центральный процессор (ЦП), связанный с декорткационным устройством.

RIMS обычно включает в себя надежную систему управления принятием решений, включая, но не ограничиваясь этим, систему управления сетью датчиков, пользовательский интерфейс RIMS, систему главного цифрового реле ЦП противоточного экстрактора и удаленную систему управления RIMS. Сгенерированный алгоритм EDA обеспечивает оптимизацию в режиме реального времени посредством передачи главного реле ЦП на бортовой ЦП декорткационного устройства.

В частности, используя данные, собранные датчиками, программа управления процессом может управлять физическими параметрами, такими как скорость вращения вращающихся режущих устройств и высота режущей головки. Это обеспечивает управление скоростью потока материала через декорткационное устройство и выдачу продукта, нарезанного точно по требуемому размеру.

Программа управления процессом может обеспечивать оптимизацию объема и расхода продукта для прямой подачи в любой последующий процесс.

В пятом аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, обеспечена система для получения продуктов из исходного сырья из длинностебельной биомассы, содержащая

декорткатор, выполненный с возможностью осуществлять ряд этапов декорткации сырья в соответствии с программой,

устройство, имеющее связь с декорткатором и выполненное с возможностью управления процессом с этапами переработки исходного сырья,

множество датчиков, связанных с декорткатором и выполненных с возможностью передачи информации о декорткаторе и информации об исходном сырье в устройство, содержащее

блок памяти для хранения программы декорткации исходного сырья, которая содержит список машиночитаемых инструкций программы декорткации исходного сырья для управления процессом с этапами декорткации исходного сырья, причем список машиночитаемых инструкций программы декорткации сырья содержит командные инструкции, каждая из которых выделяет соответствующий этап декорткации исходного сырья для заданной команды управления из набора предварительно заданных команд управления;

электронное хранилище, содержащее базы данных для хранения профиля исходного сырья и информации об исходном сырье,

процессор для выполнения в режиме реального времени корректировки машиночитаемых инструкций программы декорткации сырья в ответ на информацию о декорткаторе и информацию об исходном сырье из баз данных,

причем информация о декорткаторе и информация об исходном сырье являются вводимыми в цифровой алгоритм эффективности для расчета корректировок машиночитаемых инструкций по декорткации сырья и оптимизации команды управления процессом перед последовательным выполнением машиночитаемых инструкций программы декорткации исходного сырья из списка инструкций.

Режущая головка.

Длинные стебли обычно режут в продольном направлении с помощью вращающегося режущего инструмента. Режущая головка, как правило, относится к типу, используемому для фрезерования, и имеет круглый корпус с множеством квадратных зубьев. Режущая головка вращается с высокой скоростью, режущее действие в основном происходит у концевых углов квадратных зубьев.

Как правило, режущая головка прикреплена к шпинделю, приводящему во вращение режущую головку. Альтернативно, режущая головка приводится во вращение смежным транспортирующим колесом, которое вращается одновременно и толкает биомассу через режущую головку.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления шпиндель содержит вал с быстросъемным механизмом на наружной стороне вала, который удерживает режущую головку (или транспортирующее

колесо) на месте и обеспечивает возможность их вращения, переключения или замены.

Быстросъемным механизмом может быть, например, пружинный фиксатор. Предпочтительно, пружинный фиксатор поднят, чтобы аккуратно прилегать к режущей головке (или транспортирующему колесу) и удерживать ее (его) на месте. В другом предпочтительном варианте осуществления быстросъемный механизм содержит стопорную гайку, которая находится на резьбе, направленной против направления движения режущей головки (или транспортирующего колеса). Затем стопорную гайку снимают и переустанавливают с помощью гайковерта.

Размер режущей головки определяется объемом перерабатываемой биомассы. Таким образом, размер или угол режущей головки может быть отрегулирован так, чтобы обеспечить прохождение большего или меньшего количества стеблей биомассы бок о бок над режущей головкой. Соответствующие корректировки выполняются для размера и положения смежного транспортирующего колеса.

Последующая переработка.

Продукты от устройства и способа по настоящему изобретению могут сохраняться для последующего использования или немедленно подаваться в последующий процесс. Например, лубяной продукт может подаваться в процесс для крупного, промышленного производства текстиля. Опилки, полученные из костры, могут подаваться в процесс экстракции Сахаров, целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, протеинов, масел и других ценных продуктов. Опилки, полученные из коры, могут подаваться в процесс экстракции целлюлозы, гемицеллюлозы, полифенолов и лигнина. В свою очередь, продукты экстракции могут быть переработаны в биотопливо, другие возобновляемые источники энергии и биоудобрения, такие как биоуголь.

В особенно предпочтительном варианте осуществления продукты настоящего изобретения подаются в последующий процесс, такой как процесс ССЕ. Противоточные диффузионные экстракторы известны в пищевой перерабатывающей промышленности как устройства непрерывного и бесступенчатого контакта, в которых твердая и жидкая фазы движутся в противотоке и, таким образом, разделяются. Исходное сырье обычно разрезают или измельчают на кусочки требуемого размера перед введением в устройство ССЕ. Альтернативно или дополнительно, исходное сырье подвергают декорткации и вводят в устройство ССЕ одно или более из полученных коры, костры и луба.

Отделение жидкости/твердой массы.

Сочетание декортикатора по настоящему изобретению и устройства ССЕ облегчает отделение жидкости/твердой массы от коры, костры или луба.

Отделение твердой массы/волокна.

Сочетание декортикатора по настоящему изобретению и устройства ССЕ также эффективно для отделения твердых частиц или волокна. На фиг. 9 показана блок-схема, иллюстрирующая использование ССЕ в процессе отделения жидкости от волокна с последующей рекомбинацией для получения целевых продуктов. Исходное сырье подвергают декорткации, и один или более продуктов декорткации (кора, костра или луб) могут подаваться в устройство ССЕ.

Следующим этапом является обезвоживание с помощью ленточного пресса (также известного как ленточный пресс-фильтр). В предпочтительном варианте осуществления кусочки исходного сырья, содержащие волокно, перемещают из dССЕ в накопительный бак. Кусочки исходного сырья из накопительного бака управляемым образом подают между двумя движущимися лентами фильтровальной ткани. Жидкость извлекается сначала за счет силы тяжести, а затем за счет сжатия, когда фильтровальная ткань проходит вокруг роликов. Жидкость выходит через порт и возвращается в dССЕ. Волокно соскребают с фильтровальной ткани, а затем перемещают в смесительный бак, где оно либо смешивается с требуемым объемом жидкости для манипуляций по Бриксу, либо остается с нулевым содержанием сахара (по Бриксу).

Возможность манипулировать содержанием сахара в компоненте до требуемого целевого результата является ключевым отличием способа согласно настоящему изобретению, поскольку способами, известными из уровня техники, обычно производят волокно с приблизительно 5°Брикс. Затем влажное волокно можно пастеризовать перед асептической бестарной упаковкой. Альтернативно, волокно можно переместить в сушилку, а сухое волокно либо упаковать бестарным образом, либо измельчить. Сухое волокно является ценным продуктом, используемым в качестве диетической добавки или пищевых добавок, в частности - для обогащения пищевых продуктов.

В частном предпочтительном варианте осуществления декортикаторное устройство и способ по настоящему изобретению обеспечивают продукты, пригодные для последующего использования в качестве исходного сырья для ССЕ и соответствующего способа, раскрытого в Международной патентной заявке, соответствующей Австралийской предварительной патентной заявке № 2020904315 заявителя Defugo Group Australia Pty Ltd, содержания которых включены в настоящий документ посредством ссылки.

Оптимально, информация, собранная датчиками, связанными с декортикаторным устройством, может быть использована для оптимизации процесса в режиме "реального времени", чтобы обеспечивать подачу в ССЕ продукта оптимального размера с оптимальной скоростью. Это способствует максимальному повышению производительности и минимизации отходов.

Информация от датчиков декортикаторного устройства может передаваться через защищенную сеть в проприетарную систему информирования в режиме реального времени (RIMS), которая также исполь-

зается для управления процессом ССЕ. RIMS состоит из сервера, базы данных и пользовательского интерфейса (UI), в котором обрабатывается информация, полученная от декортикаторного устройства и ССЕ, а проприетарный цифровой алгоритм эффективности вычисляет оптимальные корректировки набора инструкций предварительно заданных настроек программы процесса, которые были отправлены в центральный процессор (ЦП).

Далее, в шестом аспекте вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, обеспечена вышеупомянутая система получения продуктов из исходного сырья длинностебельной биомассы,

причем система дополнительно включает в себя ССЕ, принимающее один или более продуктов из декортикатора в качестве сырья ССЕ для переработки ССЕ, ССЕ имеет множество датчиков, выполненных с возможностью передачи информации о ССЕ и информации о сырье ССЕ, и

причем происходит передача информации о декортикаторе и информации о ССЕ в качестве входных данных в цифровой алгоритм эффективности для расчета корректировок машиночитаемых инструкций по декортикации сырья и переработке ССЕ и оптимизации команды управления процессом перед последовательным выполнением машиночитаемых инструкций программы декортикации сырья и инструкций переработки ССЕ из списка инструкций.

Другие аспекты и предпочтительные виды раскрыты в описании и/или определены в прилагаемой формуле изобретения, составляющей часть раскрытия изобретения.

По существу, варианты осуществления настоящего изобретения вытекают из осознания того, что прецизионная резка с использованием оборудования промышленного масштаба может быть более эффективно использована для обработки длинностебельной биомассы по сравнению со способами, известными из уровня техники, использующими силовое разделение, такими как молотковая дробилка. Кроме того, используя информацию от датчиков, программа управления процессом может регулировать и оптимизировать производительность процесса и характеристики продуктов.

Преимущества, обеспечиваемые настоящим изобретением, заключаются в следующем:

декортикатор прост в конструкции и эксплуатации, очень надежен и прост в обслуживании;

декортикатор может принимать исходное сырье из длинностебельной биомассы от любого типа сбора длинностебельной биомассы (ручного или автоматизированного),

устройство и способ могут быть масштабированы для промышленной переработки больших количеств длинностебельной биомассы,

устройство и способ обеспечивают значительные выходные объемы нескольких дорогостоящих продуктов с минимальными или, предпочтительно, ничтожно малыми отходами,

полученные данным способом продукты можно использовать в качестве сырья для последующей переработки,

устройство можно использовать для широкого спектра длинностебельных растений,

улучшение экономии за счет масштабов.

Дополнительный объем применимости вариантов осуществления настоящего изобретения станет очевидным из подробного описания, приведенного ниже. Однако следует понимать, что подробное описание и конкретные примеры, показывающие предпочтительные варианты осуществления изобретения, приведены только в качестве иллюстрации, поскольку различные изменения и модификации в рамках сущности и объема изобретения в настоящем документе станут очевидными для специалистов в данной области техники из этого подробного описания.

### Перечень фигур

Дальнейшее раскрытие, цели, преимущества и аспекты предпочтительных и других вариантов осуществления настоящей заявки могут быть лучше поняты специалистом в соответствующей области техники при рассмотрении нижеследующего описания вариантов осуществления, взятых в сочетании с прилагаемыми чертежами, которые приведены только в качестве иллюстрации и, следовательно, не ограничивают изобретение, раскрытое в настоящем документе, при этом:

на фиг. 1 представлена схема, иллюстрирующая один вариант осуществления декортикатора согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2 показано расположение датчиков в декортикаторе по фиг. 1;

на фиг. 3 показан один вариант осуществления режущего колеса и смежного с ним транспортирующего колеса, пригодных для использования в декортикаторе по фиг. 1;

на фиг. 4 показано режущее колесо по фиг. 3 в аксонометрии;

на фиг. 5 показано транспортирующее колесо по фиг. 3 в аксонометрии;

на фиг. 6 показана архитектура системы согласно настоящему изобретению, изображающая основные компоненты и подсистемы, работающие вместе для реализации общей системы переработки, включая сеть датчиков и центральный процессор dССЕ;

на фиг. 7 показано одношнековое dССЕ, оснащенное шлюзовой камерой и пригодное для использования в настоящем изобретении;

на фиг. 8 представлена блок-схема, иллюстрирующая применение волокна, полученного любым из способов, раскрытых в настоящем документе, в качестве исходного сырья для производства энергии и синтетического топлива;

на фиг. 9 представлена блок-схема, иллюстрирующая дополнительный вариант осуществления способа по настоящему изобретению для переработки исходного сырья для разделения или экстрагирования продуктов.

Список деталей (фиг. 1).

1	Воронкообразный желоб	2	Калибровочные колеса
3	Зона захвата	4	Резак
		6	Первое направляющее колесо
7	Внутренний проход	8	Второе направляющее колесо
		10	Первое режущее колесо
11	Первое транспортирующее колесо	12	Второе режущее колесо
13	Второе транспортирующее колесо		
15	Корпус	16	Ось поворота
17	Рама		
21	Первый датчик	22	Второй датчик
23	Третий датчик	24	Четвертый датчик
25	Пятый датчик	26	Шестой датчик
27	Седьмой датчик	28	Восьмой датчик
29	Девятый датчик	30	Десятый датчик
31	Одиннадцатый датчик	32	Двенадцатый датчик
33	Тринадцатый датчик	34	Четырнадцатый датчик
35	Пятнадцатый датчик	36	Шестнадцатый датчик
37	Семнадцатый датчик		

Список деталей (фиг. 7).

41	Шлюзовая камера	42	Герметичные откидные крышки
43	Двигатели и инструменты	44	Опора сита (внутренняя), прикрепленная к валу ССЕ
45	Шаровые клапаны от коллекторной трубы до рубашки	46	Подъемный зацеп для кранов
47	Выпускное отверстие перед внутренним ситом	48	Вход теплообменника рециркулирующего сока
49	Рубашка горячей воды на корпусе желоба	50	Съемная и регулируемая режущая головка ССЕ для одношнекового лезвия
51	Пространственно регулируемая диффузионная точка входа	52	Рельсы для перемещения резака на место
53	Пространственно регулируемая диффузионная точка входа	54	Труба горячего водоснабжения или парового коллектора для панелей рубашки
55	Вакуумная система ССЕ для получения терпенов	56	Точка выгрузки крупных твердых частиц
57	Двойной толкатель для открытия ССЕ	58	Блок управления перемешиванием гидравлического подъемника
59	Наружный подшипник	60	Гидравлический пневматический выпускной клапан с двойной задвижкой
61	Трикламп для температурного зонда для измерения температуры растворителя	62	Блок резки волокна (для подготовки волокна к последующей стадии переработки)

#### Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

В целях описания в настоящем документе термины "верхний", "нижний", "правый", "левый", "задний", "передний", "вертикальный", "горизонтальный", "внутренний", "наружный" и их производные следует применять к изобретению, ориентированному согласно фиг. 1. Однако следует понимать, что изо-



бретение может иметь различные альтернативные ориентации, если прямо не указано иное. Также следует понимать, что конкретные устройства и способы, проиллюстрированные на прилагаемом чертеже и раскрытые в нижеследующем описании, являются просто примерными вариантами осуществления изобретательских концепций, определенных в прилагаемой формуле изобретения. Таким образом, конкретные размеры и другие физические характеристики, относящиеся к вариантам осуществления, раскрытым в настоящем документе, не следует рассматривать как ограничивающие, если только в формуле изобретения прямо не указано иное. Кроме того, если не указано иное, следует понимать, что обсуждение конкретного признака компонента, проходящего в заданном направлении или вдоль него и т.п., не означает, что признак или компонент следует по прямой линии или оси в этом направлении, или что он проходит только в этом направлении или в этой плоскости без других составляющих направления или отклонений, если не указано иное.

Способ и устройство декорткации согласно настоящему изобретению можно легко сконфигурировать для получения продуктов, находящихся в виде, подходящем для конкретных применений. Например, длинностебельную биомассу такую как конопля, можно переработать с помощью декорткаторного устройства для получения продукта, который, в одной крайности, имеет консистенцию мелких опилок, а в другой крайности, состоит из длинных нитей волокна требуемой длины.

#### Предварительная стадия

На начальной стадии сырье из длинностебельной биомассы разрезают до требуемой длины лубяного волокна (стебля). Разрезанные стебли можно рассортировать таким образом, чтобы стебли аналогичного диаметра подавались в декорткаторное устройство для обеспечения оптимальной точности резки и выхода продукта. Предпочтительно, используют множество декорткаторных машин, каждая из которых обрабатывает стебли заданной длины и диаметра.

На фиг. 1 представлена схема, иллюстрирующая один из вариантов осуществления декорткатора согласно настоящему изобретению.

Длинностебельная биомасса под действием силы тяжести подается в декорткатор через воронкообразный желоб (1), который выравнивает стебли сырьевой биомассы так, чтобы стебли падали "втыкаясь".

Длинные стебли биомассы падают в зону захвата (3) между парой калибровочных колес (2), которые захватывают и сжимают стебли сырьевой биомассы до соответствующего заданного диаметра. Направление вращения калибровочных колес (2) обозначено изогнутыми стрелками. Вращение калибровочных колес (2) толкает сырье из откалиброванной биомассы на скорости по режущей головке (4), прикрепленной к внутренней раме (17) декорткатора.

Режущая головка (4) режет стебли сырьевой биомассы, обычно - на два полустебля. Две половинки каждого стебля перемещаются по обеим сторонам режущей головки (4), направляясь внутренним проходом (7) и первым направляющим колесом (6). Направление вращения первых направляющих колес (6) указано изогнутыми стрелками. Таким образом, сырье из биомассы направляется на первую стадию декорткации. Подача биомассы продолжается по каждой стороне декорткатора в "зеркальном" виде.

#### 1-я стадия декорткации

На первой стадии декорткации извлекается костра, или одревесневшая внутренняя часть стеблей. Затем сырье из биомассы проходит в зазор между транспортирующим колесом (11) и смежным режущим колесом (10). На фиг. 3 изображены транспортирующее колесо (11) и смежное режущее колесо (10) на виде сверху, показывающем сырье из биомассы, проходящее через зазор. Аксонометрические виды режущего колеса (10) и транспортирующего колеса (11) показаны на фиг. 4 и фиг. 5 соответственно.

Направление вращения режущих колес (10) и транспортирующего колеса (11) указано изогнутыми стрелками. Транспортирующее колесо (11) вращается медленнее, чем режущее колесо (10), и, таким образом, захватывает внешний слой коры стеблей сырьевой биомассы. Режущее колесо (10) удаляет костру на нижней стороне стеблей сырьевой биомассы. Размер зазора между транспортирующим колесом (11) и режущим колесом (10) задает долю костры, которая удаляется или остается на внешнем слое коры стеблей сырьевой биомассы.

Извлекаемая костра представляет собой материал из мелких твердых частиц, которые похожи на опилки и падают по выпускной трубе на конвейерную ленту (не показано). Костру можно отправлять на хранение или подавать прямо в последующий процесс (рассматривается ниже).

#### 2-я стадия декорткации

Сырьевая биомасса (кроме по меньшей мере части костры) после 1-й стадии декорткации напоминает длинные полоски и направляется на 2-ю стадию декорткации. Целью второй стадии является последующее снятие внешней эпидермальной коры.

Сырьевая биомасса проходит в зазор между вторым транспортирующим колесом (13) и смежным вторым режущим колесом (12). Направление вращения транспортирующего колеса (13) и второго режущего колеса (12) указано изогнутыми стрелками. Второе режущее колесо (12) вращается в направлении, противоположном первому режущему колесу (10). Аналогично, второе транспортирующее колесо (13) вращается в направлении, противоположном первому транспортирующему колесу (11). Удаляемая кора выглядит как опилки и извлекается из вращающегося второго режущего колеса (12) струей воды или воздуха под давлением. Кора падает по выпускной трубе на конвейерную ленту (не показано). Кору

можно отправлять на хранение или подавать прямо в последующий процесс (как рассматривается ниже).

Из такой переработки выходит луб, который выглядит как длинные волокнистые полосы. Лубяной продукт выталкивается по выпускной трубе.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления внешний корпус (15) декортикатора, выполненный в конфигурации "крыло чайки", одет поверх транспортирующих колес и режущих колес с центральной осью (16) поворота в верхней части. Корпус (15) может поворачиваться или вращаться вокруг оси (16) поворота для обеспечения доступа к внутренней области декортикатора для технического обслуживания, проверки безопасности и изменения конфигурации для новой переработки биомассы, такой как замена режущей головки (4). Режущая головка (4), режущие колеса (10, 12) и транспортирующие колеса (11, 13) прикреплены к внутренней раме (17) декортикатора, которая вмещает двигатели для вращения колес и придает устойчивость агрегату. Все движущиеся части, такие как резак (4) и транспортирующие колеса (11, 13), съемно прикреплены к этой раме. В предпочтительном варианте осуществления резак (4) и транспортирующие колеса (11, 1, 3) "насажены" на внутреннюю раму (17) для легкого снятия для обслуживания и изменения конфигурации.

#### Датчики

На фиг. 2 показано положение различных датчиков IoT, расположенных в декортикаторном устройстве по настоящему изобретению для отслеживания переработки исходного сырья и продуктов.

Датчики, показанные на фиг. 2, и параметры, которые они обычно измеряют, перечисляются следующим образом.

Первые датчики (21a, 21b) - эти датчики измеряют расход и размеры биомассы, например, диаметр стеблей биомассы, когда они входят в желоб (1) устройства.

Вторые датчики (22a, 22b) - эти датчики измеряют расход стеблей биомассы и ширину зазора между калибровочными колесами (2a, 2b) в зоне (3) захвата. На основании измерений датчиками (21a, 21b) ширина зазора автоматически регулируется в зависимости от размеров биомассы.

Третьи датчики (23a, 23b, 23c) - эти датчики измеряют высоту и положение кончика режущей головки (4) относительно центральной точки двух смежных калибровочных колес (2a, 2b). Это обеспечивает ровное попадание стеблей биомассы на режущую головку и их разделение на две половинки, которые, по существу, симметричны.

Четвертые датчики (24a, 24b) - эти датчики измеряют скорость вращения калибровочных колес (2a, 2b). Скорость подачи стеблей биомассы корректируется на основании измерений от этих датчиков.

Пятые датчики (25a, 25b) - эти датчики измеряют скорость вращения первых направляющих колес (6a, 6b), перемещающих биомассу к режущим колесам (10a, 10b).

Шестые датчики (26a, 26b) - эти датчики измеряют скорость вращения транспортирующих колес (11a, 11b), чтобы обеспечить удерживание биомассы возле первых режущих колес (10a, 10b) в течение достаточного количества времени для получения первого продукта, при обеспечении продолжения движения биомассы через машину.

Седьмые датчики (27a, 27b) - эти датчики измеряют скорость вращения первых режущих колес (10a, 10b) и степень сопротивления, чтобы определить, было ли удалено требуемое количество коры. Транспортирующие колеса (11a, 11b) вращаются медленнее, чем их соответствующие первые режущие колеса (10a, 10b) и, таким образом, захватывают внешний слой коры стеблей сырьевой биомассы, поэтому данные от этих датчиков используют для регулировки относительных скоростей. Эти измерения также обеспечивают данные, указывающие, когда необходимо заменить первые режущие колеса (10a, 10b).

Восьмые датчики (28a, 28b) - эти датчики измеряют расход первого продукта, содержащего костру, который получают от режущих колес (10a, 10b).

Датчики (28a, 28b) могут также измерять давление или объем воды или воздуха, подаваемых для продвижения продукта биомассы через машину.

Девятые датчики (29a, 29b) - эти датчики измеряют скорость вращения вторых транспортирующих колес (13a, 13b) для обеспечения удерживания биомассы в течение достаточного количества времени возле второго режущего колеса (12a, 12b) для получения второго продукта, содержащего кору.

Десятые датчики (30a, 30b) - эти датчики измеряют скорость вращения вторых режущих колес (12a, 12b) и степень сопротивления, чтобы определить, было ли удалено требуемое количество коры. Эти измерения также обеспечивают данные, указывающие, когда необходимо заменить режущие колеса (12a, 12b).

Одиннадцатые датчики (31a, 31b) - эти датчики измеряют скорость потока биомассы от первых режущих колес (10a, 10b) ко вторым режущим колесам (12a, 12b). На основании данных, измеренных этими датчиками, регулируют зазор между вторыми режущими колесами (12a, 12b) и вторыми транспортирующими колесами (13a, 13b) для достижения требуемого выхода биомассы в качестве второго продукта. Данные о расходе, измеренные датчиками, также указывают на любые случаи застревания биомассы в трубопроводе.

Двенадцатые датчики (32a, 32b) - эти датчики измеряют скорость вращения вторых направляющих колес (8a, 8b), перемещающих биомассу ко вторым режущим колесам (12, 12b).

Тринадцатые датчики (33a, 33b) - эти датчики измеряют расход первого продукта, когда он выходит из первых режущих колес (10a, 10b) и падает по выпускной трубе на конвейерную ленту.

Четырнадцатый датчик (34) - этот датчик измеряет скорость конвейера (или любого другого устройства, используемого для извлечения первого продукта из машины). Датчик также измеряет вес первого продукта, поступающего на конвейер. Эти данные используются для управления скоростью переработки и ее оптимизации на второй стадии.

Пятнадцатый датчик (35a, 35b) - эти датчики измеряют расход биомассы на второй стадии. Данные от этих датчиков используют для регулировки зазора между вторыми режущими колесами (12a, 12b) и вторыми транспортирующими колесами (13a, 13b) для обеспечения требуемой скорости извлечения второго продукта. Данные о расходе, измеренные этими датчиками, также указывают на любые случаи заторов биомассы.

Шестнадцатый датчик (36a, 36b) - эти датчики измеряют расход и вес второго продукта. Датчики также измеряют объем и давление воздуха или воды, которые подаются, чтобы содействовать продвижению второго продукта по трубопроводам.

Семнадцатый датчик (37a, 37b) - эти датчики измеряют расход и вес третьего продукта. Датчики также измеряют объем и давление воздуха или воды, которые подаются, чтобы содействовать продвижению второго продукта по трубопроводам.

Датчики передают собранную информацию в базу данных на сервере, предварительно загруженном программой управления процессом. Опционально, собранная информация может быть использована в качестве референсных данных при оптимизации процесса в режиме "реального времени" с помощью указанной программы. Таким образом, сервер может оптимизировать машиночитаемую программу управления процессом в режиме реального времени, чтобы обеспечить максимальную производительность и минимальные отходы.

Информация от датчиков может передаваться через защищенную сеть в проприетарную систему информирования в режиме реального времени (RIMS, Real-Time Information System). RIMS состоит из сервера, базы данных и пользовательского интерфейса, где обрабатывается собранная информация, а проприетарный цифровой алгоритм эффективности (Efficiency Digital Algorithm) вычисляет оптимальные корректировки набора инструкций предварительно заданных настроек программы процесса, которая была отправлена в центральный процессор (ЦП).

В частности, программа управления процессом может управлять скоростью вращения колес, показанных на фиг. 1, и высотой режущей головки (4). Например, чтобы максимизировать поток сырьевой биомассы, можно регулировать скорость вращения калибровочных колес (2) и первых направляющих колес (6). Это обеспечивает управление расходом материала через декортикатор и подачу продукта требуемой нарезки и размера.

Программа управления процессом может обеспечить оптимизацию объема и скорости потока продукта для прямой подачи в какой-либо последующий процесс.

#### Режущая головка

Режущая головка (4) прикреплена к внутренней раме (17) декортикатора с помощью быстросъемного механизма, который позволяет быстро заменять режущую головку без излишней задержки в работе декортикаторного устройства. Режущая головка (4) закреплена на вершине пирамидального участка рамы.

Как правило, режущая головка прикреплена к шпинделю, который приводит режущую головку во вращение. Альтернативно, вращение режущей головки вызвано смежным транспортирующим колесом, которое одновременно вращается, проталкивая биомассу по режущей головке.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления шпиндель содержит вал с быстросъемным механизмом на внешней стороне вала, так что режущая головка может быстро вращаться, переключаться или заменяться. Быстросъемный механизм может представлять, например, пружинную защелку или стопорную гайку, установленную на резьбе, противоположной направлению движения режущей головки.

Размер режущей головки определяется объемом перерабатываемой биомассы. Таким образом, размер или угол режущей головки можно настроить таким образом, чтобы позволить большему или меньшему количеству стеблей биомассы проходить бок о бок поверх режущей головки. Соответствующие корректировки вносятся в размер и положение смежного транспортирующего колеса.

#### Последующая переработка

Продукты костры, коры и волокна (луба) из длинностебельной биомассы можно отправлять на хранение для последующего использования или сразу же подавать в последующий процесс для получения других продуктов.

Как правило, луб можно использовать для переработки в текстиль в любых удобных масштабах.

Такие опилки, как костра, могут быть сырьем для последующего процесса экстрагирования таких продуктов, как сахара, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, белки, масла и другие ценные продукты.

Такие опилки, как кора, могут быть сырьем для процесса экстрагирования таких продуктов, как целлюлоза, гемицеллюлоза, полифенолы и лигнин. Эти продукты можно дополнительно переработать для производства биотоплива, биодизеля, авиационного биотоплива, этанола и других возобновляемых источников энергии, фармацевтических/нутрицевтических препаратов и биоудобрений, таких как биоуголь.

Другие полезные продукты включают в себя корм для крупного рогатого скота, строительные мате-

риалы, такие как костробетон, графен и наноцеллюлоза.

В одном из особенно предпочтительных вариантов осуществления продукты по настоящему изобретению подаются в последующий процесс, такой как ССЕ, например, с использованием устройства ССЕ. Противоточный диффузионный экстрактор согласно настоящему изобретению изображен на фиг. 7. Устройства ССЕ широко известны в промышленности как непрерывно работающие и бесступенчатые контактные устройства, в которых твердая и жидкая фазы движутся противотоком и, таким образом, разделяются. Исходное сырье перед введением в устройство ССЕ обычно разрезают или измельчают на кусочки требуемого размера. Жидкость, выделяющаяся из исходного сырья, повторно вводится в устройство для обеспечения противотока жидкости.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления продукт из костры или коры в способе согласно настоящему изобретению при подготовке к ССЕ добавляют в ферментные/балансные резервуары.

Продукт из костры или коры может перерабатываться "мокрым", то есть можно распылять на материал воду и предварительно смешанную с ферментами воду, чтобы помочь с транспортировкой в устройство ССЕ.

В одном из особенно предпочтительных вариантов осуществления декортикаторное устройство и способ согласно настоящему изобретению обеспечивают продукты, пригодные для последующего использования в качестве исходного сырья для устройства ССЕ и соответствующего способа, раскрытых в международной патентной заявке, соответствующей австралийской предварительной патентной заявке № 2020904315 заявителя Defugo Group Australia Pty Ltd, содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Оптимально, информация, собранная датчиками, связанными с декортикаторным устройством, может быть использована для оптимизации процесса в режиме "реального времени", как раскрыто выше, чтобы обеспечить подачу в устройство ССЕ продукта оптимального размера с оптимальной скоростью. Это способствует максимальному повышению производительности и минимизации отходов.

Как также раскрыто выше, информацию от датчиков декортикаторного устройства можно передавать через защищенную сеть в проприетарную RIMS, которая также используется для ССЕ. На фиг. 6 показана высокоуровневая архитектура подходящей системы. RIMS состоит из сервера, базы данных и пользовательского интерфейса, где обрабатывается информация, полученная от декортикаторного устройства и ССЕ, а проприетарный цифровой алгоритм эффективности вычисляет оптимальные корректировки набора программных инструкций предварительно заданных настроек процесса, которые были отправлены в центральный процессор.

Декортикаторное устройство и способ по настоящему изобретению могут обеспечить значительные объемы выхода нескольких дорогостоящих продуктов с минимальными или, предпочтительно, ничтожно малыми отходами. Это значительно увеличивает доходы с тонны конопли. Что еще более важно, это позволяет перерабатывать большие количества биомассы, переводя производство пеньки и другие подобные отрасли в прямую конкуренцию с другими текстильными материалами, такими как хлопок.

Это важно в общем, а более конкретно - это важно для многих стран, в которых вода является серьезной проблемой. Переработка хлопка потребляет огромное количество воды с сопутствующим ущербом для окружающей среды.

Многие культуры с длинностебельной биомассой, такие как конопля, являются быстро растущими травянистыми растениями, которые могут быть легко включены в существующее сельское хозяйство. В частности, они могут заменить или обеспечить варианты севооборота наряду с медленнее растущими культурами, такими как сахарный тростник.

Декортикаторное устройство и способ по настоящему изобретению создают значительную экономическую возможность, обеспечивая несколько источников доходов от одной культуры.

Настоящее изобретение будет дополнительно раскрыто с рассмотрением нижеследующих неограничивающих примеров:

Пример 1. Переработка исходного сырья из сахарного тростника.

В настоящем примере исходное сырье содержит сахарный тростник. Этот пример иллюстрирует разделение биомассы сахарного тростника на ценные компоненты, такие как (i) сахара и (ii) биоэнергия в виде биотоплива.

Начальная обработка.

Сахарный тростник доставляют на перерабатывающую установку. При необходимости, перед транспортировкой в приемные бункеры, заготовки пропускают через удалитель мусора для удаления листвы и рыхлой органики, которые могут быть подвергнуты дальнейшей переработке.

При необходимости тростник транспортируют из удалителя мусора на моечную станцию, где грязь и другие нежелательные вещества смывают с внешней стороны тростника. Это поддерживает качество обрабатываемого материала.

Если длинностебельная биомасса в виде стеблей тростника (заготовок) не была обрезана до требуемой длины на тростниковом поле, ее обрезают до требуемой длины на перерабатывающей установке.

Декортикация тростника.

Типичным следующей стадией переработки является декортикация, которая разделяет заготовки на

три компонента, а именно на

кору (2 мас.%), которую можно использовать в качестве сырья для экстракции трицина, а также экстракции других биологически активных веществ и восков,

костру (80 мас.%), которую можно использовать в качестве сырья для получения сахара и компонентов пищевых волокон,

луб (18 мас.%), который можно использовать в качестве сырья для получения целлюлозы и лигнина для последующего производства энергии.

На фиг. 1 показан один из вариантов осуществления декортикатора, пригодного для применения в соответствии с настоящим изобретением. Хотя применение декортикатора раскрыто в отношении заготовок из сахарного тростника, следует понимать, что декортикатор подходит для более широкого применения с большим диапазоном растительной биомассы, как правило, в виде длинностебельных растений.

Длинностебельная биомасса под действием силы тяжести подается в декортикатор через воронкообразный желоб (1) так, чтобы стебли "втыкались" в зону (3) захвата между парой калибровочных колес (2). Вращение калибровочных колес (2) проталкивает откалиброванную сырьевую биомассу на скорости по режущей головке (4), которая разрезает стебли сырьевой биомассы в продольном направлении. Две половинки перемещаются по обеим сторонам режущей головки (4), направляясь внутренним проходом (7) и первым направляющим колесом (6).

1-я стадия декортикации.

На первой стадии декортикации извлекают костру, или одревесневшую внутреннюю часть стеблей. Затем сырьевую биомассу пропускают в зазор между транспортирующим колесом (11) и смежным режущим колесом (10), при этом режущее колесо (10) снимает костру с нижней стороны стеблей сырьевой биомассы.

Извлеченная костра представляет собой материал из мелких частиц, которые похожи на опилки и падают по выпускной трубе на конвейерную ленту (не показано). Костру можно отправлять на хранение или подавать прямо в последующий процесс (рассматривается ниже).

2-я стадия декортикации.

Сырьевая биомасса (кроме по меньшей мере части костры) проходит в зазор между вторым транспортирующим колесом (13) и смежным вторым режущим колесом (12). Удаляемая кора выглядит как опилки и извлекается из вращающегося второго режущего колеса (12) струей воды или воздуха под давлением. Кора падает по выпускной трубе на конвейерную ленту (не показано). Кору можно отправлять на хранение или подавать прямо в последующий процесс (как рассматривается ниже).

Из такой переработки выходит луб, который проталкивается по выпускной трубе.

Экстракция сахара из костры.

Костра, полученная в результате декортикации, может подаваться в устройство ССЕ, такое как показано на фиг. 7, где сахар экстрагируется с помощью горячей воды в качестве диффузионной жидкости. Экстрагированный сахарный сироп имеет значение Брикса, составляющее 10-11, и затем пропускается через вибросито с ячейкой 0,5 мм для фильтрации более крупных твердых частиц.

Микрофильтрация.

Микрофильтрация с помощью фильтра 0,1 мм удаляет более мелкие твердые частицы и бактерии из экстракта. Экстрагированный сахарный сироп может быть отправлен на переработку с помощью известного из уровня техники сахарного испарителя и кристаллизован для получения превосходного плантационного (нерафинированного) сахара. Преимущество этого простого процесса заключается в том, что, в отличие от традиционных процессов, в нем не используются никакие химикаты или других агентов для очистки или отбеливания кристаллизованного сахара.

Если требуется дальнейшее экстрагирование полифенолов и минералов из раствора сахара, то можно применять следующие стадии.

Ультрафильтрация.

Ультрафильтрация может применяться для извлечения полифенольных соединений и большей части экстрагированных минеральных солей из раствора ретентата от микрофильтрации. Это обеспечивает концентрат полифенолов и минералов, которые могут быть дополнительно очищены для получения других продуктов. Отфильтрованный экстракт от этой стадии можно либо сконцентрировать путем выпаривания и оставить в виде сахарного сиропа, либо использовать для получения кристаллов сахара.

Ионный обмен.

Опционально, для дополнительного уменьшения какого-либо цвета в растворе сахара, можно использовать процесс ионного обмена. Ионообменное оборудование, такое как ионообменные колонны, хорошо известно в данной области техники и может быть легко включено в перерабатывающую установку в соответствии с настоящим изобретением. Полифенольные соединения темного цвета могут быть селективно удалены путем связывания с полимерной ионообменной смолой для получения более светлого продукта с превосходным внешним видом.

Испаритель - это еще одно устройство, которое хорошо известно в данной области техники и может быть легко включено в перерабатывающую установку. Испаритель создает условия, в которых сахарный сироп может кристаллизоваться путем испарения воды из сиропа, как правило, до уровня, превышающе-

го 70 брикс. Вода, полученная в процессе испарения, может быть извлечена и использована в качестве напитка, смесителя для напитков или возвращена в ССЕ для дальнейшей экстракции сахара.

Волокно из костры.

Извлеченное волокно выходит из верхней части ССЕ и попадает в режущую головку, такую как режущая головка марки Comitrol®. Калибровка на этой режущей головке может быть установлена, как требуется, например - по требуемой длине волокна.

Собранное экстрагированное волокно, содержащее приблизительно 85% влаги, можно перекачать в балансный резервуар, а затем на ленточный пресс, где его сжимают для снижения уровня влажности приблизительно до 70-75 мас.%. Извлеченная вода может быть возвращена в устройство ССЕ.

Прессованное волокно можно подавать во вращающуюся сушилку для дальнейшей сушки. После сушки до уровня влажности менее 8% волокно можно измельчать и расфасовывать. Воду, удаленную во время сушки, можно сконденсировать и вернуть на ССЕ, использовать в установке для очистки, или действовать для других целей, таких как сельское хозяйство или дальнейшая переработка, после чего ее можно использовать для потребления человеком или животными.

Переработка коры.

Переработка коры обычно используется только в целях получения определенных продуктов из кожуры растения. Если требуется только получение сахара, или сахара и когенерируемой энергии, то не нужно снимать кору с луба. Переработка коры является дорогим процессом и экономически выгодна только для получения ценных продуктов, некоторые из которых описаны в следующих параграфах.

Экстракция растворителем с использованием этанола в ССЕ.

Кора может экстрагироваться в блоке ССЕ, который выполнен искробезопасным и защищенным от воспламенения. Это необходимо, потому что экстракционная диффузионная жидкость содержит этанол, разбавленный до 18% в воде, чтобы извлекать из кожуры биологически активные вещества, которые не растворяются в воде. К ним относятся трицин, полифенолы и липиды в коре, которые имеют значительную коммерческую ценность. Экстракт пропускают через сито с ячейкой 1 мм для удаления более крупных твердых частиц.

Испаритель используется для удаления этанола и воды для концентрации биологически активных соединений в экстракте. Воду и этанол, удаленные испарением, можно сконденсировать и использовать для других целей.

И костра, и кора пригодны для переработки в энергию после экстракции сахара из костры и полифенолов из коры. Например, биомасса костры и коры может быть переработана в гранулы, а затем высушена до требуемого содержания влаги. Как показано на этапах способа, представленных на фиг. 8, полученное волокно можно переработать в гранулы, высушить и затем использовать для получения газа для генерирования электроэнергии. При высокотемпературном пиролизе высушенных гранул образуется синтез-газ, богатый водородом и монооксидом углерода, который затем фильтруется. Биоуголь и графен производятся путем пиролиза биомассы, извлекаются и могут использоваться для таких целей, как улучшение почвы.

Переработка луба и коры для получения энергии.

Раскрытый выше способ также можно применять для луба и коры или только для луба. Луб, как правило, нарезается до требуемой длины и перерабатывается в высушенные гранулы для превращения на этапах способа, представленных на фиг. 8. Если требуется дополнительная сушка биомассы, ее можно поместить на длительное хранение перед переработкой.

Удалять кору предпочтительно, чтобы избежать выделения восков, которые могут служить причиной нежелательных побочных продуктов в процессе. Хотя воски имеют коммерческую ценность, их считают отходами, если требуется их удаление.

Биомассу перемещают в балансные резервуары, где добавляется фермент для дальнейшего "высвобождения" целевых продуктов из волокна. Жидкими целевыми продуктами являются лигнин и целлюлоза для получения биоэтанола, волокна для пиролиза для получения биодизеля, древесного уксуса, биоугля и тепловой энергии. Балансные резервуары регулируют скорость подачи биомассы в устройство ССЕ, где волокна отделяются от лигнина и целлюлозы.

Жидкости.

Поток жидкости представляет собой смесь целлюлозы, лигнина и воды. Жидкость проходит через фильтр грубой очистки для удаления каких-либо задержавшихся ферментов, прежде чем вода отделится от лигнина и целлюлозы с помощью любых удобных средств, таких как центрифугирование или мембранная фильтрация. В зависимости от того, требуется ли получение этанола, в процесс может быть направлен смешанный поток, или жидкость разделяют на поток лигнина и целлюлозы для дальнейшей переработки в этанол/биоэнергию.

Пример 2. Переработка конопли/кенафа.

В настоящем примере исходное сырье содержит продукт с высоким содержанием волокна, такой как конопля или кенаф. Этот пример иллюстрирует разделение биомассы конопли или кенафа на ценные компоненты, такие как (i) энергия в виде биоплива, (ii) альтернативы хлопку и (iii) растительные белки для потребления человеком или животными.

Начальная обработка.

Стебли конопли доставляют на перерабатывающую установку. Если стебли не были обрезаны до требуемой длины на тростниковом поле, их обрезают до требуемой длины на перерабатывающей установке.

При необходимости перед транспортировкой в приемные бункеры стебли пропускают через удалитель мусора для удаления листвы и рыхлой органики, которые передают в отдельный процесс для повторного использования на второй стадии в кормах для животных.

При необходимости стебли транспортируют из удалителя мусора на моечную станцию, где грязь и другие нежелательные вещества смывают с внешней стороны стеблей. Это поддерживает качество обрабатываемого материала.

Декортикация стеблей.

Стебли на скорости проходят через декортикатор, при этом стебель разделяется на 3 разные части, а именно

2 мас.% коры, (которую снимают с луба, если луб должен быть высокой чистоты) и используют для производства энергии или для экстракции высококачественных биологически активных веществ,

60-70 мас.% костры, которая содержит короткое волокно, в основном - лигнин и малую часть целлюлозы, которое используется для связывания в костробетоне, а также для производства энергии, и

30-40 мас.% луба, который имеет большую часть длинных нитей волокна с высоким содержанием целлюлозы, низким содержанием лигнина, и используется в основном для текстиля и производства энергии.

Обработка костры.

Если на выходе требуется только получение энергии из костры, то полученный материал перемещают в блок гранулирования, а затем в сушильный блок, где влажность снижается до 14%. Затем гранулы можно использовать для производства энергии, как показано на фиг. 11.

Альтернативно, если костру нужно подвергнуть экстракции, ее отправляют по конвейерным лентам в устройство ССЕ и экстрагируют с использованием горячей или холодной воды в качестве диффузионной жидкости. Экстрагированная жидкость может содержать целлюлозу, лигнин, крахмал, белки и сахара.

Вторичная переработка этих экстрактов может быть основана на требуемом экономическом результате, таком как жидкие крахмалы, белки, сахара и преобразования энергии для целлюлозы и лигнина.

Переработка волокна.

Экстрагированное волокно, раскрытое выше, может выходить из верхней части ССЕ и подаваться в ленточный пресс для удаления влаги. Экстрагированное волокно имеет влажность приблизительно 85% и может прессоваться для снижения содержания влаги приблизительно до 70-75%. Удаляемая вода может быть возвращена в ССЕ.

Прессованное волокно можно гранулировать и отправлять на дальнейшую сушку. После сушки до влажности 14% волокно можно отправлять на хранение для последующего преобразования энергии. Вода, удаляемая при сушке, может конденсироваться и повторно использоваться в ССЕ, использоваться в перерабатывающей установке для очистки или использоваться для других целей, включая сельское хозяйство.

Переработка коры.

Переработка коры нужна только тогда, когда требуются специальные ценные полифенольные продукты из кожуры растения или для очистки луба для превращения в текстиль. Если получение энергии является единственной целью, то кору с луба удалять не требуется. Это дорогостоящий процесс, который целесообразен только для получения ценных продуктов.

Экстракция растворителем с использованием этанола в ССЕ.

Слой коры подвергают экстракции в устройстве ССЕ, которое выполнено искробезопасным и защищенным от воспламенения из-за использования легковоспламеняющейся экстракционной диффузионной жидкости, такой как 18% водный раствор этанола. Этанол используется для экстрагирования биологически активных веществ из коры, которые не растворяются в воде, таких как трицины и другие липиды, которые имеют значительную коммерческую ценность. Экстракт проходит через сито с ячейкой 1 мм перед концентрацией в испарителе.

Испаритель используется для удаления растворителя и для концентрации биологически активных соединений в экстракте. Растворитель может быть извлечен и использован повторно. Затем концентрат направляют на дальнейшую экстракцию соответствующих биологически активных веществ.

Оставшееся волокно прессуют, гранулируют и сушат до влажности 14% для хранения. Оно может использоваться, например, в процессе преобразования энергии, представленном на фиг. 8.

Переработка луба для текстиля.

Независимо от того, снимается ли кора декортикатором, переработка луба является такой же, как раскрыто выше. Луб нарезают до длины, подходящей для устройства ССЕ, в котором его нужно перерабатывать, и для достижения требуемой длины переработанных волокон. Затем нарезанный луб перемещают в балластный резервуар, содержащую фермент, помогающий разрыхлить волокна и дегуммировать луб. Тип фермента будет определяться требуемым объемом экстракции и оптимальным количеством расщепления волоконных нитей. При прохождении через ССЕ, нити волокна разрыхляются и высвобождают поток жидкости, содержащий целлюлозу, лигнин, сахара и крахмалы. Эти экстракты могут быть

направлены во вторичные процессы разделения и процессы преобразования в энергию.

Жидкости.

Поток жидкости представляет собой смесь целлюлозы, лигнина, крахмала и воды. Жидкость пропускают через фильтр грубой очистки для удаления каких-либо задержавшихся ферментов, прежде чем вода отделится от лигнина и целлюлозы с помощью любых удобных средств, таких как центрифугирование или мембранная фильтрация. В зависимости от того, требуется ли получение этанола, можно перерабатывать либо смешанный поток, либо жидкость можно разделить на поток лигнина и целлюлозы для дальнейшей переработки в этанол/биоэнергию.

После извлечения с конца ССЕ волокна готовы к сушке и переработке в альтернативный хлопок, бумагу, картон или любое количество материалов на текстильной основе.

Переработка луба для получения энергии.

Независимо от того, снята ли костра с луба декортикатором, переработка луба такая же, как раскрыто выше. Луб нарезают до нужной длины и сушат до влажности 14% для хранения и преобразования в энергию.

Гранулированная биомасса для преобразования энергии.

Гранулированную биомассу оптимально подавать в систему, подобную системе, изображенной на фиг. 8. Биомасса может быть преобразована, например, в возобновляемые виды топлива, такие как дизельное топливо, авиационное топливо, этанол и водород биоуголь/графен пиролиновую кислоту воду.

В общем, гранулированная биомасса может быть использована в большинстве типов пиролизных процессов из уровня техники с различной степенью выхода и качества продукта.

Преобразование жидкости в энергию.

До превращения биомассы в энергию из нее можно экстрагировать (например, с помощью ССЕ) или отделить (например, с помощью декортикации) различные другие ценные продукты. Одним из преимуществ способа по настоящему изобретению является то, что он обеспечивает преобразование биомассы в энергию без необходимости удаления нежелательных побочных продуктов или примесей для улучшения конверсии биомассы. Это верно для широкого спектра сырьевой биомассы, включая сахарный тростник, и масел, полученных из сырья, такого как пальмы.

Обсуждение примеров.

Примеры иллюстрируют один из вариантов осуществления изобретения, в котором для выделения продуктов из исходного сырья могут использоваться декортикатор и/или противоточное экстракционное устройство.

С конкретным рассмотрением примера 1 и примера 2, настоящее изобретение обеспечивает систему для переработки исходного сырья, содержащей этапы:

(i) пропускание исходного сырья через декортикатор для разделения исходного сырья на луб, костру и кору;

(ii) дальнейшая индивидуальная переработка по меньшей мере одного из луба, костры и коры в противоточном экстракторе,

причем луб прессуют, сушат и отправляют на хранение,

и/или

причем костру и/или кору прессуют, сушат и подвергают пиролизу с получением одного или более из дегтя, древесного уксуса (пиролиновой кислоты), водорода и биоугля.

Эта система более подробно описана на фиг. 9, включая промежуточные этапы для противоточной экстракции и декортикации.

Несмотря на то, что данное изобретение было раскрыто применительно к конкретным вариантам осуществления, следует понимать, что возможны его дальнейшие модификации. Настоящая заявка предназначена для охвата любых вариаций, применений или адаптации изобретения, в целом следующих принципам изобретения, и включает в себя такие отклонения от настоящего раскрытия, которые входят в известную или общепринятую практику в области техники, к которой относится изобретение, и которые могут быть применены к существенным признакам, изложенным выше в настоящем документе.

Поскольку настоящее изобретение можно реализовать в нескольких формах, не отступая от сущности существенных признаков изобретения, следует понимать, что раскрытые выше варианты осуществления не ограничивают настоящее изобретение, если не указано иное, а должны толковаться в широком смысле в рамках сущности и объема изобретения, как определено в прилагаемой формуле изобретения. Раскрытые варианты осуществления во всех отношениях следует рассматривать только как иллюстративные, а не ограничительные.

Подразумевается, что в сущность и объем изобретения и прилагаемой формулы изобретения входят различные модификации и эквивалентные конфигурации. Таким образом, конкретные варианты осуществления следует понимать как иллюстрирующие множество способов, которыми принципы настоящего изобретения могут быть реализованы на практике. В приведенной ниже формуле изобретения формулировка "средства плюс функция" подразумевают охват структур, выполняющих определенную функцию, и не только структурных эквивалентов, но и эквивалентных структур. Например, хотя гвоздь и шуруп не могут быть структурными эквивалентами в том смысле, что гвоздь для скрепления деревянных частей



использует цилиндрическую поверхность, тогда как винт для скрепления деревянных частей использует спиральную поверхность, в области крепления деревянных деталей гвоздь и винт являются эквивалентными структурами.

Следует отметить, что в тех случаях, когда в настоящем документе используются термины "сервер", "защищенный сервер" или подобные термины, описывается устройство связи, которое можно использовать в системе связи, если контекст не требует иного, и не должно толковаться как ограничивающее изобретение каким-либо конкретным типом устройства связи. Таким образом, устройство связи может включать в себя, не ограничиваясь этим, сетевой мост, маршрутизатор, мост-маршрутизатор (роутер), коммутатор, узел или другое устройство связи, которое может быть защищенным или незащищенным.

Также следует отметить, что в тех случаях, когда в настоящем документе используется блок-схема для демонстрации различных аспектов изобретения, она не должна толковаться как ограничивающая настоящее изобретение каким-либо конкретным логическим потоком или логической реализацией. Описанная логика может быть разделена на различные логические блоки (например, программы, модули, функции или подпрограммы) без изменения общих результатов или иного отклонения от истинного объема изобретения. Часто логические элементы могут быть добавлены, изменены, опущены, выполнены в различном порядке или реализованы с использованием различных логических структур (например, логических элементов, циклических примитивов, условной логики и других логических структур) без изменения общих результатов или иного отклонения от истинного объема изобретения.

Различные элементы изобретения могут быть реализованы во многих различных формах, включая компьютерную программную логику для использования с процессором (например, микропроцессором, микроконтроллером, цифровым сигнальным процессором или компьютером общего назначения, и если на то пошло, любой коммерческий процессор может быть использован для реализации вариантов осуществления изобретения либо в качестве одного процессора, либо в качестве одного процессора, последовательного или параллельного набора процессоров в системе, при этом примеры коммерческих процессоров включают в себя, но не ограничиваются этим, Merced™, Pentium™, Pentium II™, Xeon™, Celeron™, Pentium Pro™, Efficeon™, Athlon™, AMD™ и т.п.), программируемую логику для использования с программируемым логическим устройством (например, программируемой вентиляционной матрицей (FPGA, Field Programmable Gate Array) или другим PLD), дискретные компоненты, интегральные схемы (например, специализированная интегральная схема (ASIC, Application Specific Integrated Circuit)) или любые другие средства, включая любую их комбинацию. В иллюстративном варианте осуществления настоящего изобретения преимущественно вся связь между пользователями и сервером реализована в виде набора компьютерных программных инструкций, которые преобразуются в машиноисполняемую форму, хранящихся, как таковые, на машиночитаемом носителе и выполняемую микропроцессором под управлением операционной системы.

Компьютерная программная логика, реализующая все функциональные возможности или их часть, там где она упоминается в настоящем документе, может быть реализована в различных видах, включая вид исходного кода, машиноисполняемый вид и различные промежуточные виды (например, формы, генерируемые ассемблером, компилятором, компоновщиком или локатором). Исходный код может включать в себя серию компьютерных программных инструкций, реализованных на любом из различных языков программирования (например, объектный код, язык ассемблера или язык высокого уровня, такой как Fortran, C, C++, Java или HTML). Кроме того, существуют сотни доступных компьютерных языков, которые могут быть использованы для реализации вариантов осуществления изобретения, наиболее распространенными из которых являются Ada; Algol; APL; AWK; Basic; C; C++; Conol; Delphi; Eiffel; Euphoria; Forth; Fortran; HTML; Icon; Java; Javascript; Lisp; Logo; Mathematica; MatLab; Miranda; Modula-2; Oberon; Pascal; Perl; PL/I; Prolog; Python; Rexx; SAS; Scheme; sed; Simula; Smalltalk; Snobol; SQL; Visual Basic; Visual C++; Linux и XML, для использования с различными операционными системами или операционными средами. Исходный код может определять и использовать различные структуры данных и коммуникационные сообщения. Исходный код может быть в машиноисполняемом виде (например, с помощью интерпретатора), или исходный код может быть преобразован (например, с помощью транслятора, ассемблера или компилятора) в машиноисполняемый вид.

Компьютерная программа может быть зафиксирована в любом виде (например, в виде исходного кода, машиноисполняемом виде или в промежуточном виде) либо постоянно, либо временно на материальном носителе информации, таком как полупроводниковое запоминающее устройство (например, RAM, ROM, PROM, EEPROM или флеш-программируемая RAM), магнитное запоминающее устройство (например, дискета или жесткий диск), оптическое запоминающее устройство (например, CD-ROM или DVD-ROM), PC-карта (например, PCMCIA-карта) или другое запоминающее устройство. Компьютерная программа может быть зафиксирована в любом виде в сигнале, который передается на компьютер с использованием любой из различных коммуникационных технологий, включая, но не ограничиваясь этим, аналоговые технологии, цифровые технологии, оптические технологии, беспроводные технологии (например, Bluetooth), сетевые технологии и межсетевые технологии. Компьютерная программа может распространяться в любом виде, например, в виде съемного носителя информации с сопроводительной пе-

чатной или электронной документацией (например, архивированное программное обеспечение), предварительно загруженной в компьютерную систему (например, на системном ROM или на жестком диске) или передаваться с сервера или электронной доски объявлений через систему связи (например, Интернет или Всемирную паутину).

Аппаратная логика (включая программируемую логику для использования с программируемым логическим устройством), реализующая всю или часть функциональных возможностей, раскрытых в настоящем документе, может быть разработана с использованием традиционных ручных способов или может быть разработана, получена, смоделирована или задокументирована в электронном виде с использованием различных инструментов, таких как система автоматизированного проектирования (CAD, Computer Aided Design), язык описания аппаратных средств (например, VHDL или AHDL), или язык программирования PLD (например, PALASM, ABEL или CUPL). Аппаратная логика также может быть встроена в отображающие экраны для реализации вариантов осуществления изобретения, которые могут представлять собой сегментированные отображающие экраны, аналоговые отображающие экраны, цифровые отображающие экраны, электронно-лучевые трубки, светодиодные экраны, плазменные экраны, жидкокристаллический диодный экран и т.п.

Программируемая логика может быть зафиксирована либо постоянно, либо временно на материальном носителе информации, таком как полупроводниковое запоминающее устройство (например, RAM, ROM, PROM, EEPROM или флеш-программируемая RAM), магнитное запоминающее устройство (например, дискета или жесткий диск), оптическое запоминающее устройство (например, CD-ROM или DVD-ROM) или другое запоминающее устройство. Программируемая логика может быть зафиксирована в сигнале, который может быть передан на компьютер с использованием любой из различных коммуникационных технологий, включая, но не ограничиваясь этим, аналоговые технологии, цифровые технологии, оптические технологии, беспроводные технологии (например, Bluetooth), сетевые технологии и технологии межсетевое взаимодействия. Программная логика может распространяться в виде съемного носителя информации с сопроводительной печатной или электронной документацией (например, архивированное программное обеспечение), предварительно загруженной в компьютерную систему (например, на системном ROM или на жестком диске) или передаваться с сервера или электронной доски объявлений через систему связи (например, Интернет или Всемирную паутину).

Термины "содержит/содержащий" и "включает в себя/включающий в себя" при использовании в данном описании используются для указания наличия заявленных признаков, целых чисел, этапов или компонентов, но не исключают наличия или добавления одного или более других признаков, целых чисел, этапов, компонентов или их групп. Таким образом, если контекст явно не требует иного, во всем описании и формуле изобретения слова "содержит", "содержащий", "включает в себя", "включающий в себя" и т.п. должны толковаться в инклюзивном смысле, а не в исключительном или исчерпывающем смысле, то есть в смысле "включающий в себя, не ограничиваясь этим".

Когда группа Маркуша или другая группировка используется в настоящем документе, все отдельные члены группы и все комбинации и подкомбинации, возможные для членов группы, предназначены для индивидуального включения в изобретение. Каждая комбинация компонентов, описанная или проиллюстрированная в настоящем документе, может быть использована для реализации изобретения на практике, если не указано иное.

Всякий раз, когда в описании приведен диапазон, например, температурный диапазон, временной диапазон или диапазон композиций или концентраций, подразумевается, что в изобретение включены все промежуточные диапазоны и поддиапазоны, а также все отдельные значения, входящие в приведенные диапазоны. Следует понимать, что любые поддиапазоны или отдельные значения в диапазоне или поддиапазоне, которые включены в описание в настоящем документе, могут быть исключены из формулы изобретения в настоящем документе.

В настоящем документе термин "содержащий" является синонимом слов "включающий в себя", "вещающий" или "характеризующийся", является инклюзивным или открытым и не исключает дополнительных, не перечисленных элементов или этапов способа. Используемый в настоящем документе термин "состоящий из" исключает любой элемент, этап или ингредиент, не указанный в элементе формулы изобретения. Используемый в настоящем документе термин "состоящий, по существу" не исключает материалов или этапов, которые не оказывают существенного влияния на основные и новаторские признаки формулы изобретения. Широкий термин "содержащий" призван охватить более узкое "состоящее, по существу, из" и еще более узкое "состоящее из". Таким образом, при любом перечислении в настоящем документе, фразы, "содержащий один или более элементов формулы изобретения" (например, "содержащий А"), эта фраза подразумевает включение более узкого, например, "состоящий, по существу, из А" и "состоящий из А". Изобретение, иллюстративно раскрытое в настоящем документе, может быть применено на практике в отсутствие какого-либо элемента или элементов, ограничения или ограничений, которые специально не раскрыты в настоящем документе.

Специалисту в данной области техники понятно, что материалы и способы, отличные от тех, которые конкретно проиллюстрированы, можно использовать при реализации изобретения, не прибегая к ненужным экспериментам. Все известные в данной области техники функциональные эквиваленты лю-

бых таких материалов и способов подразумевают включение в настоящее изобретение. Термины и выражения, которые были использованы, применяются в качестве описательных, а не ограничительных терминов, при этом отсутствует намерение исключить при использовании таких терминов и выражений какие-либо эквиваленты показанных и описанных признаков или их частей, но признается, что различные модификации возможны в рамках объема заявленного изобретения. Таким образом, следует понимать, что, хотя настоящее изобретение было специально раскрыто с примерами, предпочтительными вариантами осуществления и опциональными признаками, специалисты в данной области техники могут прибегать к модификации и изменению раскрытых концепций, и что такие модификации и изменения считаются входящими в объем данного изобретения, как определено в прилагаемой формуле изобретения.

Каждая отсылка к источнику, цитируемому в настоящем документе, включена в настоящий документ посредством ссылки в полном объеме. Такие ссылки могут указывать источники материалов; альтернативные материалы, подробности способов, а также дополнительные виды применения изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения полезных продуктов из биомассы, содержащей костру, кору и луб, отличающийся наличием этапов, на которых

(i) калибруют длинные стебли биомассы,

(ii) разрезают стебли биомассы в продольном направлении,

(iii) получают из биомассы первый продукт, содержащий костру, с помощью вращающегося режущего элемента,

(iv) получают из биомассы второй продукт, содержащий кору, с помощью вращающегося режущего элемента;

(v) получают третий продукт, содержащий луб.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в нем применяют декортикаторное устройство для обработки биомассы, содержащее

пару вращающихся калибровочных элементов, выполненных с возможностью калибровки стеблей, проходящих между ними,

режущую головку для разрезания стеблей биомассы в продольном направлении,

первый вращающийся режущий элемент для отрезания от биомассы первого продукта, содержащего костру, с помощью выполненного с возможностью вращения режущего элемента,

второй вращающийся режущий элемент для отрезания от биомассы второго продукта, содержащего кору, при этом оставшийся луб представляет собой третий продукт,

и отдельные выходы для каждого из первого продукта, второго продукта и третьего продукта,

при этом

пара вращающихся калибровочных элементов калибрует стебли биомассы, проходящие между ними,

режущая головка разрезает стебли биомассы в продольном направлении,

первый вращающийся режущий элемент отрезает от биомассы первый продукт, содержащий костру,

второй вращающийся режущий элемент отрезает от биомассы второй продукт, содержащий кору, при этом оставшийся луб представляет собой третий продукт,

и первый, второй и третий продукты по отдельности выпускают через соответствующие первый, второй и третий выходы.

3. Способ по п.2, в котором прессуют, сушат и подвергают пиролизу костру или кору, выходящую из декортикаторного устройства, с получением одного или более из дегтя, древесного уксуса, биодизеля, этанола, водорода и биоугля/графена.

4. Декортикаторное устройство для получения полезных продуктов из длинностебельной биомассы, содержащей костру, кору и луб, отличающееся тем, что оно содержит

пару вращающихся калибровочных элементов, выполненных с возможностью калибровки стеблей, проходящих между ними,

режущую головку для разрезания стеблей биомассы в продольном направлении,

первый вращающийся режущий элемент для отрезания от биомассы первого продукта, содержащего костру, с помощью выполненного с возможностью вращения режущего элемента,

второй вращающийся режущий элемент для отрезания от биомассы второго продукта, содержащего кору, при этом оставшийся луб представляет собой третий продукт,

и отдельные выходы для каждого из первого продукта, второго продукта и третьего продукта.

5. Способ переработки исходного сырья с использованием декортикаторного устройства по п.4, функционально соединенного с противоточным экстрактором, отличающийся наличием этапов, на которых

(i) исходное сырье, проходящее через декортикаторное устройство, разделяют на первый, второй и третий продукты, которые по отдельности выходят через соответствующие первый, второй и третий выходы, функционально соединенные с противоточным экстрактором;

(ii) по меньшей мере один из указанных первого, второго и третьего продуктов поступает через соответствующий выход на противоточный экстрактор в качестве сырья для этого противоточного экстрактора.

6. Способ по п.5, дополнительно содержащий этапы, на которых первый или второй продукты, выходящие из декортикаторного устройства, прессуют в прессе и сушат в сушилке.

7. Способ по п.5, в котором первый или второй продукт, выходящий из первого или второго выхода декортикаторного устройства, прессуют, сушат и подвергают пиролизу с получением одного или более из дегтя, древесного уксуса, биодизеля, этанола, водорода и биоугля/графена.

8. Способ по п.5, дополнительно содержащий применение противоточного экстрактора, а также этапы:

прием одного или более продуктов из декортикаторного устройства в качестве исходного сырья для противоточного экстрактора для противоточной экстракторной обработки,

передача от множества датчиков информации о противоточном экстракторе и информации об исходном сырье противоточного экстрактора,

причем информация о декортикаторном устройстве и информация о противоточном экстракторе являются передаваемыми в качестве входных данных в эффективный цифровой алгоритм для расчета корректировок машиночитаемых инструкций программы декортикации сырья и противоточной экстракторной обработки и оптимизации команды управления процессом перед последовательным выполнением машиночитаемых инструкций программы декортикации исходного сырья и инструкций противоточной экстракторной обработки из списка инструкций.

9. Способ по п.8, в котором используемый противоточный экстрактор представляет собой противоточный диффузионный экстрактор.

10. Способ по п.8 или 9, в котором исходное сырье из длинностебельной биомассы выбирают из сахарного тростника, сладкого сорго, кенафа, льна, кукурузы и бамбука.

11. Система получения продуктов из исходного сырья из длинностебельной биомассы, отличающаяся тем, что она содержит

(1) декортикаторное устройство по п.4, выполненное с возможностью осуществления, в соответствии с программой, этапов декортикации сырья, на которых

(i) калибруют длинные стебли биомассы,

(ii) разрезают стебли биомассы в продольном направлении,

(iii) отрезают от биомассы первый продукт, содержащий костру, с помощью первого вращающегося режущего элемента,

(iv) отрезают от биомассы второй продукт, содержащий кору, с помощью второго вращающегося режущего элемента;

(v) отделяют третий продукт, содержащий луб,

(2) устройство, находящееся в функциональной связи с декортикаторным устройством и выполненное с возможностью управления процессом с этапами декортикации исходного сырья,

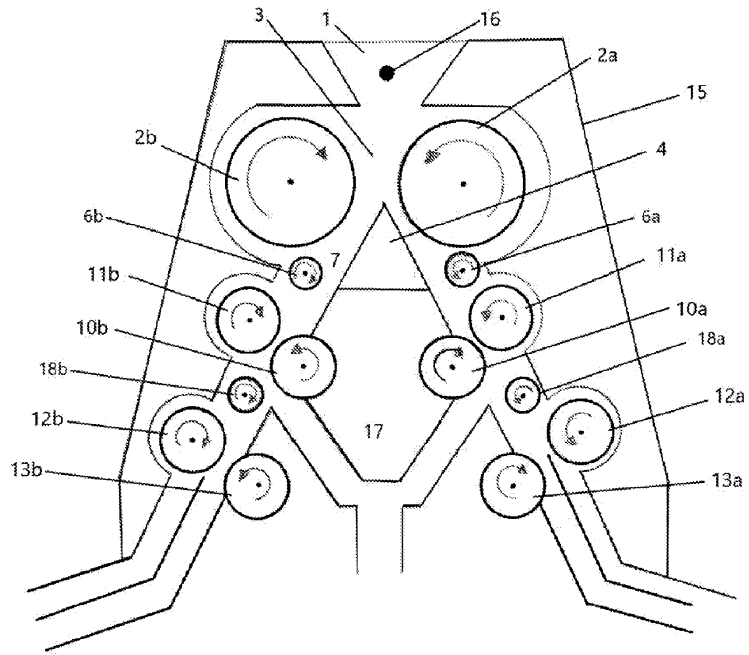
(3) множество датчиков, связанных с декортикаторным устройством и выполненных с возможностью передачи информации о декортикаторном устройстве и информации об исходном сырье в указанное устройство, причем это устройство содержит

блок памяти для хранения программы декортикации исходного сырья, которая содержит список машиночитаемых инструкций программы декортикации исходного сырья для управления процессом с этапами (i)-(v) декортикации исходного сырья, причем список машиночитаемых инструкций программы декортикации сырья содержит командные инструкции, каждая из которых выделяет соответствующий этап (i)-(v) декортикации исходного сырья для заданной команды управления из набора заданных команд управления,

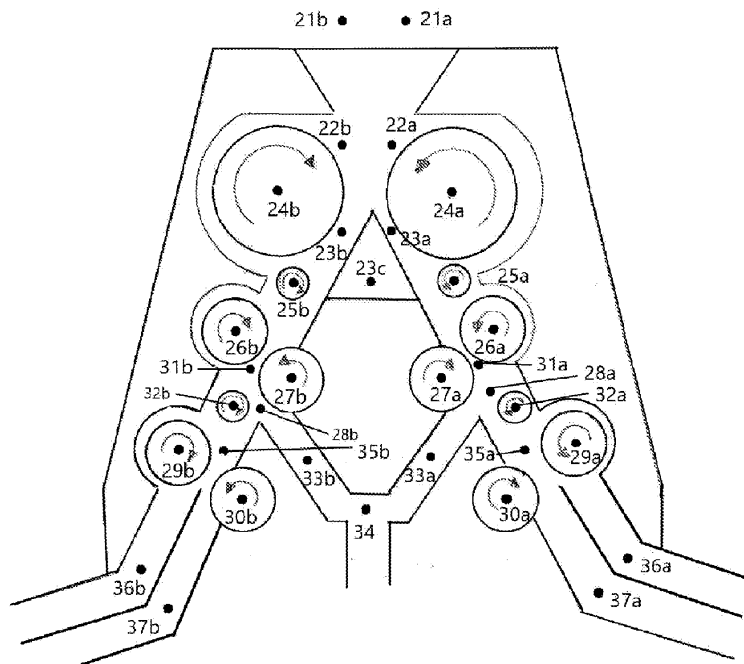
электронное хранилище, содержащее базы данных для хранения профиля исходного сырья и информации об исходном сырье,

процессор для выполнения в режиме реального времени корректировки машиночитаемых инструкций программы декортикации сырья в ответ на информацию о декортикаторном устройстве и информацию об исходном сырье из баз данных,

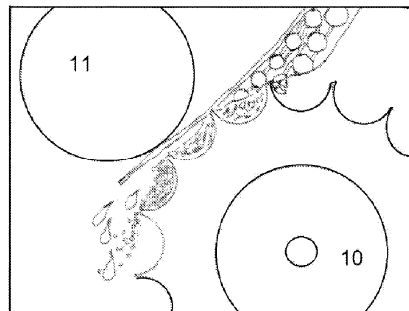
причем информация о декортикаторном устройстве и информация об исходном сырье являются вводимыми в цифровой алгоритм эффективности для расчета корректировок машиночитаемых инструкций по декортикации исходного сырья и оптимизации команды управления процессом перед последовательным выполнением машиночитаемых инструкций программы декортикации исходного сырья из списка инструкций.



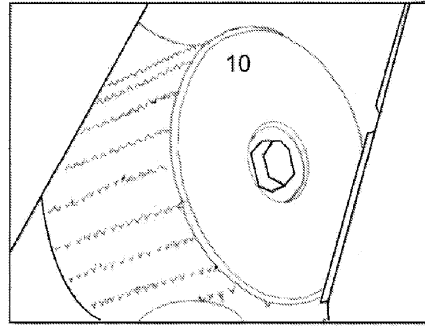
Фиг. 1



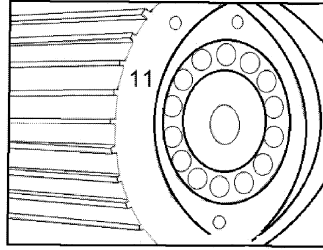
Фиг. 2



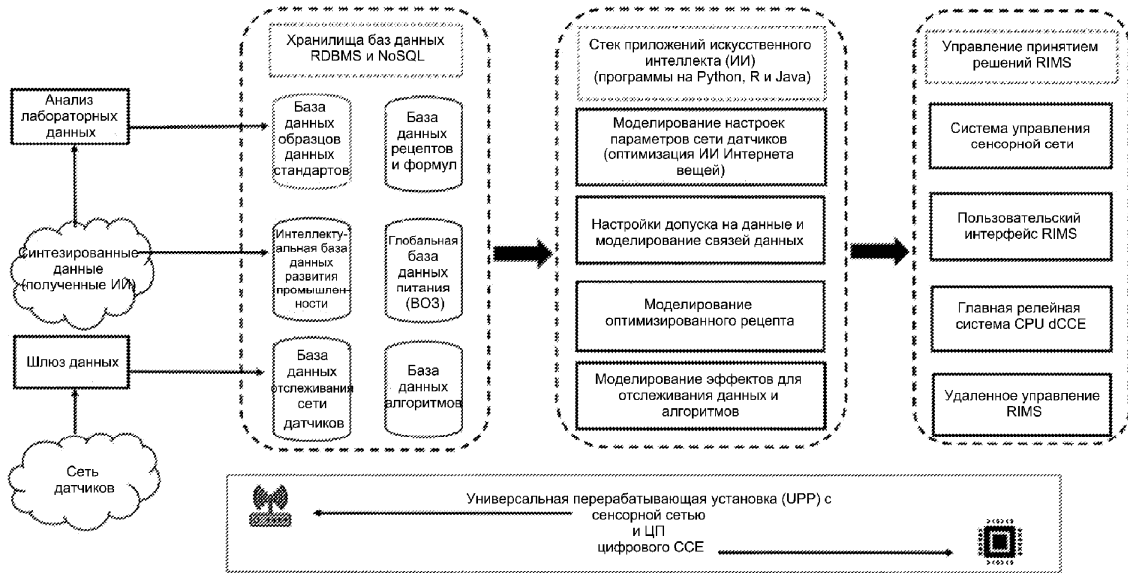
Фиг. 3



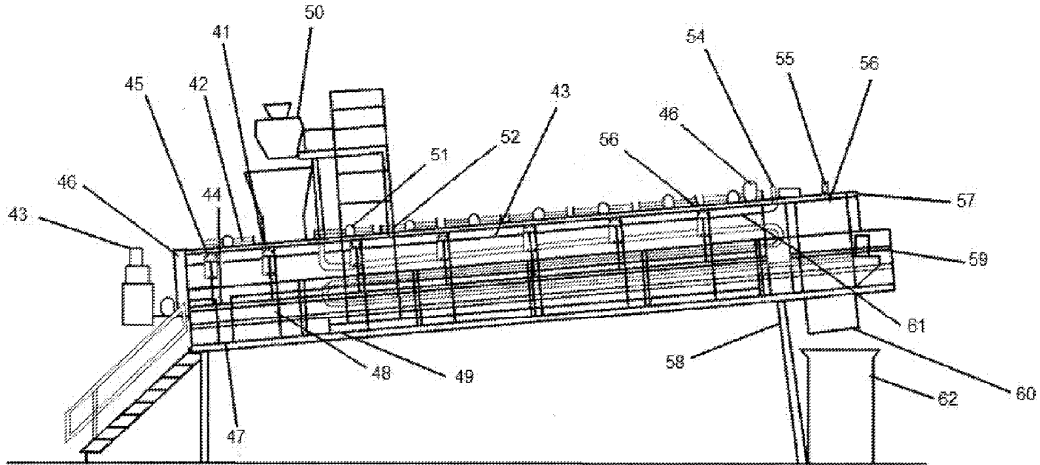
Фиг. 4



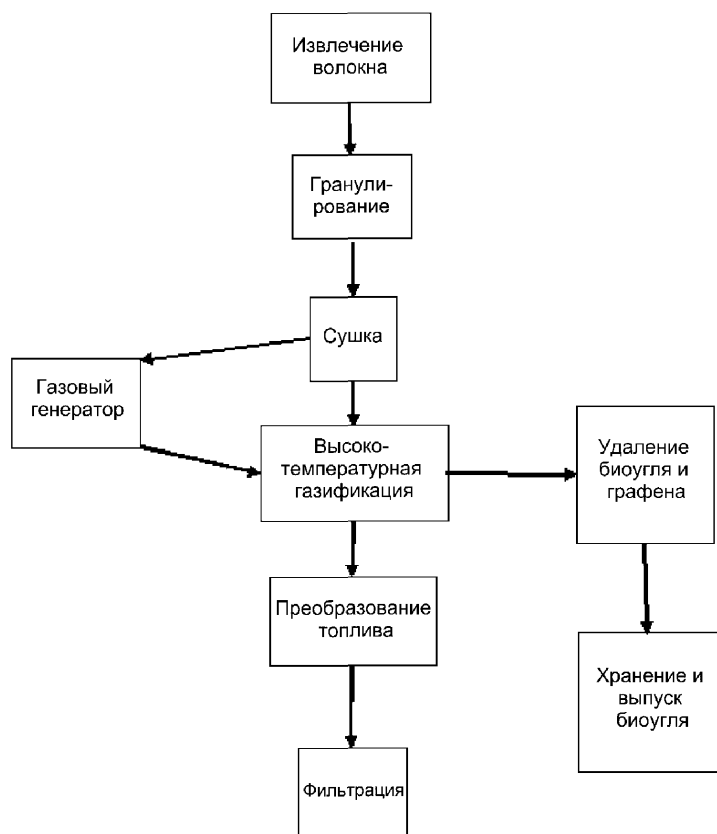
Фиг. 5



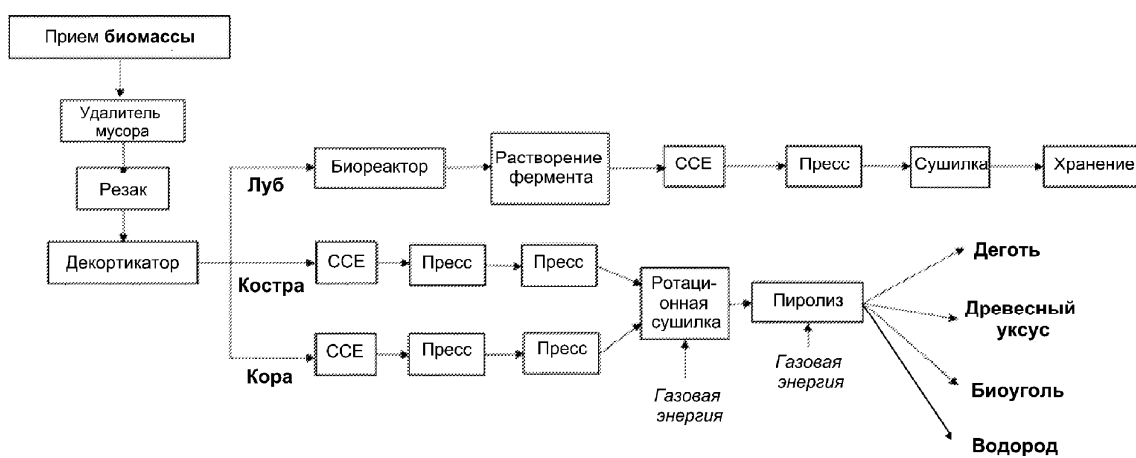
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

