

(19) UA

(11) 119031

(13) C2

(51) МПК

B01J 19/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21)	Номер заявки:	a 2015 03002
(22)	Дата подання заявки:	10.10.2013
(24)	Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.04.2019
(31)	Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/711,801, 61/711,807, 61/774,775, 61/774,750, 61/774,780, 61/774,744, 61/774,740, 61/774,754, 61/774,746, 61/774,735, 61/774,684, 61/774,752, 61/774,731, 61/774,761, 61/774,723, 61/774,773, 61/793,336
(32)	Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10.10.2012, 10.10.2012, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 08.03.2013, 15.03.2013
(33)	Код держави- учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US, US, US, US, US, US, US,
(33)		US, US, US, US, US, US, (41) Публікація відомостей про заявку: 25.09.2015, Бюл.№ 18 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2019, Бюл.№ 8 (86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ PCT/US2013/064289, 10.10.2013 (72) Винахідник(и): Медофф Маршалл (US), Мастерман Томас Крейг (US), Парадіс Роберт (US) (73) Власник(и): КСІЛЕКО, ІНК., 360 Audubon Road, Wakefield, MA 01880, United States of America (US) (74) Представник: Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139 (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2002/0135290 A1, 26.09.2002 US 2010/087687 A1, 08.04.2010 JP 2001242297 A, 07.09.2001 JP 2001318200 A, 16.11.2001 US 2010/0112242 A1, 06.05.2010 US 2010/230270 A1, 16.09.2010 US 2011/0024411 A1, 03.02.2011 Karthika K. Enzymatic hydrolysis and characterization of lignocellulosic biomass exposed to electron beam irradiation / K. Karthika et al. // CARBOHYDRATE POLYMERS, 20120628, vol. 90, no. 2.- P. 1038 - 1045

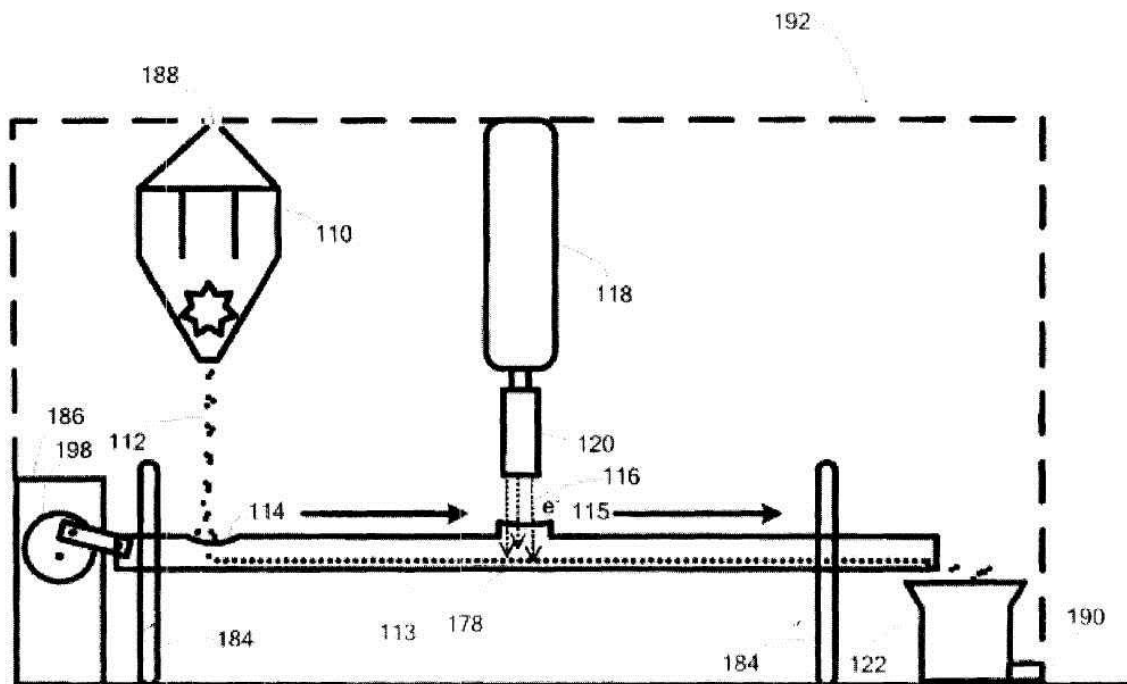
UA 119031 C2

(54) ОБРОБКА БІОМАСИ

(57) Реферат:

Заявлено спосіб та пристрій для переробки целюлозних і лігноцелюлозних матеріалів у придатні для використання проміжні сполуки та продукти, такі як енергія та паливо. Наприклад, описано пристрій, такий як високоефективний вібраційний транспортер, для обробки целюлозних і лігноцелюлозних матеріалів.

ФІГ. 1А



ПЕРЕХРЕСНЕ ПОСИЛАННЯ НА СПОРІДНЕНІ ЗАЯВКИ

[0001] Дана заявка претендує на пріоритет за USSN 61/711,807, що подана 10 жовтня 2012; USSN 61/711,801, що подана 10 жовтня 2012; USSN 61/774,684, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,773, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,731, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,735, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,740, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,744, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,746, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,750, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,752, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,754, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,775, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,780, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,761, що подана 8 березня 2013; USSN 61/774,723, що подана 8 березня 2013; та USSN 61/793,336, що подана 15 березня 2013. Повний опис кожної з цих попередніх заявок за посиланням повністю включений в даний документ.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

[0002] Із зростанням потреби в нафтопродуктах також зростає інтерес до поновлюваної сировини для виготовлення біопалива та біохімікатів. Дослідження в області використання лігноцелюлозної біомаси як сировини для таких виробничих процесів почалися в 1970-их роках. Лігноцелюлозна біомаса є переважною, оскільки вона є в надлишку, є поновлюваною, виробляється всередині країни та не конкурує з галузями харчової промисловості.

[0003] У даний час доступною є велика кількість потенційної лігноцелюлозної сировини, включаючи сільськогосподарські відходи, деревну біомасу, комунально-побутові відходи, насіння/макуха олійних культур і морські водорості, для прикладу. У даний час ці матеріали використовують як корми та біогумусні матеріали, паливо для спалювання в когенераційних установках або поховання в ґрунті.

[0004] Лігноцелюлозна біомаса містить фібрили кристалічної целюлози, вбудовані в матрицю геміцелюлози, оточену лігніном. В результаті утворюється компактна матриця, важкодоступна для ферментів і для інших хімічних, біохімічних і біологічних процесів. Матеріал целюлозної біомаси (наприклад, матеріал біомаси, з якого вилучений лігнін) є більш доступними для ферментів та інших процесів перетворення, але навіть в даному випадку целюлозні матеріали природного походження часто мають низький вихід (відносно теоретичного виходу) при приведенні в контакт із гідролізуючими ферментами. Лігноцелюлозна біомаса є навіть більш стійкою до впливу ферментів. Крім того, кожен тип лігноцелюлозної біомаси має свій власний специфічний склад целюлози, геміцелюлози та лігніну.

[0005] Незважаючи на те, що були випробувані множина способів для екстрагування структурних карбогідратів із лігноцелюлозної біомаси, ці способи виявилися занадто витратними, мали низький вихід продукції, у результуючому продукті залишалися небажані хімічні речовини або просто відбувалося розкладання цукру.

[0006] Моносахариди з поновлюваних джерел біомаси можуть стати основою хімічної та паливної галузі промисловості шляхом заміни, доповнення або заміщення нафти та іншої викопної сировини. Однак, є потреба в розробці способів, які зроблять ці моносахариди доступними у більших кількостях, з прийнятною чистотою та за доступними цінами.

РОЗКРИТТЯ ВІНАХОДУ

[0007] Нижче описані способи та системи для транспортування вуглеводмісних матеріалів до обробки, під час неї та/або після неї. Зокрема, описані способи транспортування матеріалу з використанням одного або більшої кількості вібраційних транспортерів.

[0008] Описані в даній заявці способи виготовлення обробленого матеріалу біомаси, включають етапи, згідно з яким: забезпечують вихідний матеріал біомаси, транспортують вихідний матеріал біомаси за допомогою вібраційного транспортера та впливають на вихідний матеріал біомаси іонізуючим випромінюванням під час транспортування біомаси на вібраційному транспортері та у такий спосіб виготовляють оброблений матеріал біомаси. Крім того, біомаса утворює шар по суті однорідної товщини на транспортері, в міру впливу на неї іонізуючого випромінювання. Спосіб додатково включає етапи, згідно з якими розподіляють матеріал біомаси перед його транспортуванням на вібраційному транспортері та впливають на біомасу іонізуючим випромінюванням.

[0009] Також в даній заявці запропонований пристрій для виготовлення обробленого матеріалу біомаси, який містить: джерело іонізуючого випромінювання; та вібраційну транспортуючу систему, причому вібраційна транспортуюча система виконана з можливістю транспортування матеріалу біомаси повз джерело іонізуючого випромінювання.

[0010] Пристрій додатково містить кожух, що оточує матеріал біомаси, коли матеріал біомаси наближений до джерела випромінювання. Кожух може містити діафрагму з фольги, вбудовану в стінку кожуха, причому діафрагма з фольги розташована нижче джерела

випромінювання та забезпечує можливість передачі електронів через діафрагму з фольги в матеріал біомаси. Пристрій та способи додатково можуть містити подавальну транспортуючу систему, розташовану вище за ходом руху відносно вібраційної транспортуючої системи, причому подавальна транспортуюча система виконана з можливістю подачі біомаси у вібраційну транспортуючу систему, розташовану вище за ходом руху відносно зони опромінення. Подавальна транспортуюча система також може бути вібраційною транспортуючою системою. Одна або обидві транспортуючі системи можуть транспортувати біомасу з середньою швидкістю 3-100 фут/хв (0,915-30,5 м/хв), з середньою швидкістю 9-50 фут/хв (2,745-15,25 м/хв) або з середньою швидкістю 10-25 фут/хв (3,66-7,625 м/хв).

[0011] Подавальна транспортуюча система може бути використана для розподілу матеріалу біомаси шаром по суті однорідної товщини. Наприклад, сімдесят п'ять відсотків (75 %) або більше матеріалу біомаси можуть бути на рівні шару середньої товщини, або 80 %, 85 %, 90 %, 95 % або більше матеріалу біомаси можуть бути на рівні шару середньої товщини.

[0012] Біомаса в способах і пристроях може бути подрібнена перед здійсненням впливу на неї іонізуючим випромінюванням. Тип подрібнення може бути вибраний з групи, що складається з: прикладення зсувних зусиль, рубання, дроблення, розмелювання, або може бути вибраний більше ніж один спосіб із перерахованих вище. У результаті подрібнення може бути отриманий вихідний матеріал біомаси, що має частинки, причому більше ніж 80 % або 85 % частинок мають щонайменше один розмір, який менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм), більше ніж 90 % частинок мають щонайменше один розмір, який менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм), або більше ніж 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 % або 99 % частинок мають щонайменше один розмір менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм). Подрібнення дозволяє отримувати вихідну біомасу, причому не більше ніж 5 % частинок мають найбільший розмір, який менше ніж 0,03 дюйма (0,76 мм), не більше ніж 5 % частинок мають найбільший розмір, який менше ніж 0,02 дюйма (0,51 мм), або не більше, ніж 5 % частинок мають найбільший розмір, який менше ніж 0,01 дюйма (0,254 мм).

[0013] У способах і пристрої джерело іонізуючого випромінювання може бути електронним пучком, іонним пучком, ультрафіолетовим випромінюванням з довжиною хвилі між 100 нм і 280 нм, гамма-випромінюванням, рентгенівським випромінюванням або їх комбінаціями. Електронний пучок є переважним.

[0014] Біомаса може бути опромінена з використанням дози випромінювання 10-200 Мрад, 10-75 Мрад, 10-15 Мрад, 15-50 Мрад або 20-35 Мрад. Біомаса може бути піддана багаторазовим сеансам опромінення. Наприклад, біомаса може бути додатково багаторазово транспортована під пучком іонізуючого випромінювання (наприклад, 1, 2, 3, 4 або навіть більшу кількість разів). Наприклад, у кожному сеансі опромінення збільшують повну дозу опромінення матеріалу з додатковим охолодженням між опроміненнями.

[0015] Енергія електронного пучка може бути між 0,3 MeV і 2 MeV, або між 0,5 MeV і 10 MeV, між 0,8 MeV і 5 MeV, між 0,8 MeV і 3 MeV, між 1 MeV і 3 MeV і приблизно 1 MeV.

[0016] Відповідно до деяких варіантів реалізації способів або пристрою матеріал біомаси опромінюють з використанням випромінюючого пристрою, що має вихідну потужність щонайменше 50 кВт (наприклад, щонайменше 75 кВт, щонайменше 100 кВт, щонайменше 125 кВт, щонайменше 500 кВт).

[0017] Відповідно до деяких варіантів реалізації способів або систем матеріал біомаси транспортують з швидкістю від приблизно 1000 фунт/годину (454 кг/годину) до приблизно 8000 фунт/годину (3632 кг/годину) (наприклад, між приблизно 2000 фунт/годину (908 кг/годину) та 5000 фунт/годину (2270 кг/годину)) з використанням вібраційних транспортерів. Крім того, транспортери можуть бути виконані з використанням конструкційних матеріалів, які містять сталь, таку як нержавіюча сталь (наприклад, сталь 304 або 316L). Додатково транспортери містять перешкоджаючі прилипанню покриття. Наприклад, транспортер може містити лоток, виконаний з нержавіючої сталі.

[0018] У способах і пристрої, що описані в даній заявці, електронний пучок може подаватися від прискорювача електронів, обладнаного скануючим розтрубом, розташованим над транспортером і виконаним з можливістю направлення електронного пучка на біомасу, розміщену на вібраційному транспортері.

[0019] Матеріал біомаси може сприймати по суті однорідний рівень опромінення. Оброблений матеріал біомаси може мати знижений рівень опору обробці відносно вихідного матеріалу біомаси.

[0020] Вихідний матеріал біомаси може містити целюлозний або лігноцелюлозний матеріал, такий як деревина, папір, паперові продукти, бавовна, трава, залишки зерна, сухі подрібнені

волокна, джут, конопля, льон, бамбук, сизаль, абака, стрижні кукурудзяних качанів, кукурудзяна солома, кокосові волокна, водорості, морська трава, солома, солома пшениці та їх суміші.

[0021] У способах і пристрої, що описані в даній заявці, щонайменше частина транспортера може містити кожух.

5 [0022] Вібраційний транспортер може забезпечити ефективний режим транспортування матеріалу біомаси під джерелом опромінення. Коливальні переміщення у всіх можливих комбінаціях x , y та z напрямків (де x – напрямок транспортування, y – напрямок, перпендикулярний напрямку транспортування, та z – напрямок, перпендикулярний напрямку транспортування й ортогональний напрямкам x і y), наприклад в напрямку x , в напрямках $x+z$ і/або в напрямках $x+y+z$ забезпечують множину переваг з одночасним забезпеченням можливості транспортування з постійною швидкістю. Спосіб і системи, описані в даній заявці, також можуть забезпечити ефективний режим розподілу матеріалу біомаси (наприклад, без додаткового встаткування для розподілу або з меншою кількістю ускладнень у випадку використання додаткового встаткування для розподілу) з одержанням рівномірної товщини, так що опромінення по суті може бути однорідним. Додаткова перевага перед деякими іншими транспортувальними системами та способами полягає в тому, що відбувається переворот й обертання біомаси, у результаті чого поліпшується однорідність опромінення, усереднення дози опромінення й охолодження біомаси. Однорідне опромінення та поліпшене усереднення дози опромінення можуть забезпечити матеріал, який має знижену опірність обробці за всім його об'ємом. Крім того, вібраційні транспортери, наприклад, у порівнянні з іншими транспортувальними системами та способами, можуть мати зменшену вартість експлуатації. Способи та системи, описані в даній заявці, також можуть сприяти зменшенню інтенсивності випромінювання, необхідного для опромінення всього об'єму біомаси, а також зниженню витрат і підвищенню безпеки використання, наприклад, за рахунок зменшення необхідного екранування.

[0023] Здійснення даного винаходу може додатково включати одну або більшу кількість наступних отриманих у підсумку ознак. Відповідно до деяких варіантів реалізації вибрані ознаки можуть бути застосовані або використані у будь-якому порядку, у той час як відповідно до інших варіантів реалізації застосовується або використовується конкретна вибрана послідовність. Окремі ознаки можуть бути застосовані або використані більше ніж один раз у будь-якій послідовності. Крім того, вся послідовність або частина послідовності застосованих або використовуваних ознак може бути застосована або використана один раз або множину разів у будь-якому порядку. Відповідно до деяких додаткових варіантів реалізації ознаки можуть бути застосовані або використані з різним або якщо буде потреба тими ж самими заданими або зміненими кількісними або якісними параметрами на вибір фахівця. Наприклад, параметри ознак, таких як розмір, окремі розміри (наприклад, довжина, ширина, висота), місце, ступінь (наприклад, до ступеня, такий як ступінь опору обробці), тривалість, частота використання, щільність, концентрація, інтенсивність та швидкість можуть бути різними або заданими фахівцем якщо буде потреба.

40 [0024] Ознаки, наприклад, включають: спосіб впливу на матеріал біомаси іонізуючим випромінюванням під час транспортування матеріалу біомаси за допомогою вібраційного транспортера; матеріал біомаси утворює на транспортері шар, що має по суті однорідну товщину, при впливі на неї іонізуючого випромінювання; розподіл матеріалу біомаси перед транспортуванням матеріалу біомаси на вібраційному транспортері та вплив на біомасу іонізуючим випромінюванням; розподіл матеріалу біомаси з використанням подавальної транспортуючої системи; подавальна транспортуюча система містить другу вібраційну транспортуючу систему; сімдесят п'ять відсотків або більше матеріалу біомаси розподілені на рівні середньої товщини шару; вісімдесят п'ять відсотків або більше матеріалу біомаси розподілені на рівні середньої товщини шару; дев'яносто відсотків або більше матеріалу біомаси розподілені на рівні середньої товщини шару; дев'яносто п'ять відсотків або більше матеріалу біомаси розподілені на рівні середньої товщини шару; подрібнення біомаси перед впливом на неї іонізуючим випромінюванням; подрібнення складається з різання; подрібнення складається з дроблення; подрібнення складається зі стирання; подрібнення складається з рубання; у процесі подрібнення отримують матеріал біомаси з частинками; у процесі подрібнення отримують матеріал біомаси, в якому більше ніж 80 % частинок мають щонайменше один розмір, який менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм); у процесі подрібнення отримують матеріал біомаси, в якому більше ніж 90 % частинок мають щонайменше один розмір, який менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм); у процесі подрібнення отримують матеріал біомаси, в якому більше ніж 95 % частинок мають щонайменше один розмір, який менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм); у процесі

подрібнення отримують матеріал біомаси в якому не більше ніж 5 % частинок мають найбільший розмір менше ніж 0,03 дюйма (0,76 мм); джерелом іонізації є електронний пучок; джерелом іонізації є іонний пучок; джерелом іонізації є ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі між 100 нм і 280 нм; джерелом іонізації є гамма-випромінювання; джерелом іонізації є рентгенівське випромінювання; біомасу опромінюють з дозою випромінювання 10-200 Мрад; біомасу опромінюють з дозою випромінювання 10-25 Мрад; біомасу опромінюють з дозою випромінювання 10-75 Мрад; біомасу опромінюють з дозою випромінювання 15-50 Мрад; біомасу опромінюють з дозою випромінювання 20-35 Мрад; енергія електронного пучка становить від 0,3 MeV до 2 MeV; електронний пучок подається прискорювачем електронів, обладнаним розтрубом сканування, розташованим над транспортером і виконаним з можливістю направлення електронного пучка на біомасу, розміщену на вібраційному транспортері; матеріал біомаси сприймає по суті однорідний рівень іонізуючого випромінювання; матеріал біомаси містить целюлозний або лігноцелюлозний матеріал; матеріал біомаси включає деревину; матеріал біомаси включає папір; матеріал біомаси включає деревні паперові продукти; матеріал біомаси включає бавовну; матеріал біомаси включає траву; матеріал біомаси включає залишки зерна; матеріал біомаси включає сухі подрібнені волокна; матеріал біомаси включає джут; матеріал біомаси включає коноплі; матеріал біомаси включає льон; матеріал біомаси включає бамбук; матеріал біомаси включає сизаль; матеріал біомаси включає абаку; матеріал біомаси включає стрижні кукурудзяних качанів; матеріал біомаси включає кукурудзяну соломку; матеріал біомаси включає кокосове волокно; матеріал біомаси включає водорості; матеріал біомаси включає морську траву; матеріал біомаси включає соломку; матеріал біомаси включає соломку пшениці; щонайменше частина транспортера містить кожух; вплив на матеріал біомаси іонізуючого випромінювання знижує опори обробці матеріалу біомаси; вібраційний транспортер транспортує матеріал біомаси з середньою швидкістю 3-100 фут/хв (0,915-30,5 м/хв); вібраційний транспортер транспортує матеріал біомаси з середньою швидкістю 9-50 фут/хв (2,745-15,25 м/хв); вібраційний транспортер транспортує матеріал біомаси з середньою швидкістю 12-25 фут/хв (3,66-7,625 м/хв); матеріал біомаси опромінюють випромінювачем з вихідною потужністю щонайменше 50 кВт; матеріал біомаси транспортують з швидкістю від приблизно 1000 фунт/годину (454 кг/годину) до приблизно 8000 фунт/годину (3632 кг/годину); біомасу вводять у контакт із іонізуючим випромінюванням більше ніж один раз.

[0025] Деякі інші ознаки, наприклад, включають: пристрій для виготовлення обробленого матеріалу біомаси, що містить: джерело іонізуючого випромінювання та вібраційну транспортуючу систему, причому вібраційна транспортуюча система виконана з можливістю транспортування матеріалу біомаси повз джерело іонізуючого випромінювання; кожух, що оточує матеріал біомаси, коли матеріал біомаси наближений до джерела випромінювання; кожух містить діафрагму з фольги, вбудовану в стінку кожуха, причому діафрагма з фольги розташована нижче джерела випромінювання та забезпечує можливість передачі електронів через діафрагму з фольги в матеріал біомаси; подавальну транспортуючу систему розташовану вище за ходом руху відносно вібраційної транспортуючої системи, причому подавальна транспортуюча система виконана з можливістю рівномірного розподілу матеріалу біомаси для формування шару матеріалу біомаси по суті однорідної глибини, при цьому подавальна транспортуюча система подає матеріал біомаси у вібраційну транспортуючу систему, розташовану вище за ходом руху відносно зони опромінення; подавальна транспортуюча система являє собою вібраційну транспортуючу систему; транспортуюча система містить конструкційні матеріали, включаючи сталь.

[0026] Інші ознаки та переваги будуть очевидні з наступного докладного опису та пунктів прикладеної формули.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

[0027] На фіг. 1A показаний вигляд збоку системи для обробки біомаси. На фіг. 1B показаний вигляд зверху системи для обробки біомаси. На фіг. 1C показаний докладний вигляд зони опромінення. На фіг. 1D показаний вигляд праворуч частини системи для обробки біомаси. На фіг. 1E показаний докладний вигляд збоку системи діафрагми системи для обробки біомаси.

[0028] На фіг. 2 показана блок-схема, що ілюструє спосіб перетворення сировини біомаси в один або більшу кількість продуктів.

[0029] На фіг. 3A показана збільшена діаграма переміщення біомаси у вигляді частинок на вібраційному транспортері першого типу. На фіг. 3B показана збільшена діаграма переміщення біомаси у вигляді частинок на вібраційному транспортері другого типу. На фіг. 3C показана збільшена діаграма переміщення біомаси у вигляді частинок на вібраційному транспортері третього типу.

[0030] На фіг. 4 показаний перспективний вигляд вібраційного транспортера.

[0031] На фіг. 5 показаний перспективний вигляд вібраційного транспортера з кришкою.

[0032] На фіг. 6A показаний перспективний вигляд вібраційного транспортера. На фіг. 6B показаний вигляд збоку вібраційного транспортера.

5 [0033] На фіг. 7 показана блок-схема, що ілюструє спосіб обробки біомаси.

ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

[0034] В даній заявці описані способи та пристрій для виготовлення обробленого матеріалу біомаси з використанням вібраційного транспортера. Способи та пристрій забезпечують перевагу, оскільки вібраційний транспортер забезпечує ефективний режим передачі матеріалу біомаси під час її знаходження під джерелом опромінення.

10 [0035] Приклад одного варіанту реалізації показаний на фіг. 1A-1E. На фіг. 1A показаний вигляд збоку системи для опромінення біомаси у вигляді частинок. Розподільник 110, наприклад, такий як розподільник CHRISTY SPREADER™, що містить біомасу, виливає біомасу 112 керованим потоком на лоток закритого вібраційного транспортера 113 через отвір 114 у кришці транспортера. Це допомагає забезпечити по суті однорідну товщину матеріалу, розподіленого за транспортером. Закритий вібраційний транспортер підтримується опорою 184 та містить систему для поперечного коливання, що має пластинчасті пружини. Вузол 186 поперечного приводу надає лотку горизонтальне коливальне переміщення. Приводний двигун містить ексцентричний кривошип 198. Біомаса переміщується в напрямку, показаному стрілками (зверху вниз за ходом руху) через скануючий електронний промінь 116, що генерується електронно-променевим опромінюючим пристроєм, що містить прискорювальну трубку 118 та скануючий розтруб 120. Електронний промінь походить від сторони високого тиску скануючого розтруба через вікно з фольги, проходить через повітряний зазор, через вікно в кришці 115 та опромінює матеріал 178, що транспортується нижче. Потім опромінений матеріал переміщують далі в напрямку від зони опромінення та звальюють у збірний бункер 122. Відповідно до переважних варіантів реалізації щонайменше зона опромінення (наприклад, зона, де відбувається опромінення) перебуває в захисній камері, і, додатково, весь вібраційний транспортер і бункери, наприклад, обведені пунктиром 192 на фіг. 1A, можуть бути розміщені в захисній камері. Біомаса може бути введена та виведена через вхідний отвір 188 і вихідний отвір 190 відповідно.

20 [0036] Відповідно до наведеного вище варіанту реалізації, на фіг. 1B схематично показаний вигляд зверху поверхні транспортера, з якого видно, що область, покрита біомасою, під отвором бункера 124 являє собою приблизно прямокутну область невелику в порівнянні з шириною лотка, розмір якої насамперед визначається розміром і формою отвору розподільника та траєкторією вертикального падіння матеріалу з отвору бункера на поверхню лотка. Відповідно до деяких варіантів реалізації ширина отвору розподільника приблизно дорівнює ширині транспортера, або вона може бути менше, ніж ширина транспортера (наприклад, менше, ніж ширина транспортера щонайменше приблизно на 1 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %). В міру переміщення біомаси в напрямку, позначеному стрілками, вона поширюється за всю ширину лотка таким чином, що приблизно в області, яка позначена пунктирною лінією АВ та областях нижче за ходом руху цієї лінії біомаса покриває всю ширину лотка. На додаток до даного розподілу біомаса формує шар по суті однорідної товщини на транспортері при падінні матеріалу на транспортер. На деякій відстані від лінії АВ електронний промінь падає на шар біомаси та проникає через нього. Електронний промінь є растровим і сканує зону 126 опромінення (зону або поле електронного потоку). Докладний вигляд області растрового сканування показаний на фіг. 1C. Лінія растру (наприклад, лінія миттєвих послідовних місць розташування сліду скануючого електронного променя) показана як проекція променя на поверхні опроміненого матеріалу, причому стрілки показують напрямок растрового сканування. Відповідно до інших варіантів реалізації отвір бункера приблизно дорівнює розміру лотка, так що зона 124 займає всю ширину лотка.

30 [0037] На фіг. 1D показаний у розрізі вигляд праворуч системи для опромінення біомаси. Як показано на кресленні, частинки 178 біомаси утворюють однорідний шар 150 в міру їх транспортування через електронний промінь 116 з мінімальним переміщенням частинок нагору та вниз. Електронний промінь виходить з сторони високого розрядження скануючого розтруба 120 через вікно 174 скануючого розтруба та потім через вікно 115, встановлене в кришці транспортера 113. Поворот і зміна орієнтації частинок біомаси, рівномірний розподіл біомаси за всю ширину лотка, як описано вище, та растрове сканування електронного променя забезпечують по суті однорідне опромінення біомаси при її переміщенні за допомогою транспортера крізь електронний потік. Переміщення біомаси також сприяє її охолодженню (наприклад, повітряному охолодженню).

[0038] На фіг. 1Е показаний у розрізі докладний вигляд скануючого розтруба та діафрагми, встановленої в кришці. Скануючий розтруб містить охолоджувач 170 діафрагми розтруба, та транспортер містить охолоджувач 172 діафрагми кожуха для продувки повітря з високою швидкістю уздовж діафрагм, як зазначено маленькими стрілками. Електрони електронного променя 116 виходять з виходу високого вакууму скануючого розтруба 120 через вікно 174 скануючого розтруба, проходять через охолоджуючий повітряний зазор між діафрагмою скануючого розтруба та діафрагмою кожуха, через вікно 115 кожуха та падають на матеріал 178 біомаси, що розміщена на поверхні транспортера, та проникають через матеріал. Вікно скануючого розтруба має вигин в напрямку до вакуумної сторони скануючого розтруба, наприклад, через вакуум. Діафрагма кожуха показана вигнутою в напрямку до матеріалу, що транспортується. Кривизна діафрагм полегшує протікання охолоджуючого потоку повітря повз діафрагми для підвищення ефективності охолодження. Діафрагма кожуха встановлена на кришці 179 закритого транспортера.

[0039] З біомаси можуть бути виготовлені різні продукти способами, описаними в даній заявці, наприклад, як показано на фіг. 2, на якій проілюстрований спосіб виготовлення спирту, який може включати, наприклад, додаткову механічну обробку сировини на етапі 210. Така обробка може полегшити транспортування сировини, наприклад, за допомогою вібраційного транспортера та/або пневматичного транспортера. Перед такою обробкою та/або після неї сировина може бути піддана іншій фізичній обробці на етапі 212, наприклад, опроміненню під час транспортування на вібраційному транспортері, як описано вище в даній заявці, для зменшення або додаткового зменшення його опору обробці, та оцукрюванню на етапі 214 для формування цукрового розчину. Крім того, спосіб також може включати транспортування на етапі 216, наприклад, з використанням трубопроводу, вагону, вантажівки або баржі, розчину (або сировини, ферменту та води, якщо оцукрювання виконується у процесі транспортування) до заводу-виробника. У деяких випадках оцукрену сировину піддають додатковій біообробці (наприклад, бродінню) для вироблення необхідного продукту на етапі 218 та побічного продукту на етапі 211. Відповідно до деяких варіантів реалізації результуючий продукт може бути додатково оброблений, наприклад, дистиляцією на етапі 220. Якщо буде потреба етапи 222 вимірювання вмісту лігніну та етапи 224 завдання або регулювання технологічних параметрів на основі цих вимірів можуть бути виконані на різних етапах процесу, як описано у патентній заявці США № 12/704,519, що подана 11 лютого 2010, яка за посиланням повністю включена в даний документ.

[0040] Вібраційні транспортери працюють за принципом прикладення коливальної сили або вібрації до матеріалу, що транспортується, і, зокрема, до лотка транспортера, на якому розміщений матеріал, що транспортується. Коливальна сила може бути створена приводним вузлом, який механічно пов'язаний з лотком, а також з еластичними елементами, також механічно пов'язаними з лотком, наприклад, пружинами, пластинчастою пружиною та/або циліндричною пружиною. Коливання можуть бути, наприклад, створені приводним вузлом, який може містити один або більшу кількість приводних двигунів, пов'язаних з одним або більшою кількістю ексцентричних кривошипів або ексцентричних маховиків. Відповідно до деяких варіантів реалізації вібраційні транспортери являють собою вібраційні транспортери з власною частотою, що ґрунтовані на одержанні загальної частоти між еластичними елементами та приводним вузлом, наприклад, як описано у патенті США № 4,813,532, що поданий 15 січня 1988 та опублікований 21 березня 1989, який за посиланням повністю включений в даний документ.

[0041] Приводний вузол, еластичні елементи та зв'язок з лотком можуть забезпечити переміщення поверхні лотка, на якому розміщена сировина для транспортування. Зазначені переміщення містять всі комбіновані напрямки та значення векторів x , y та z , де x – напрямок транспортування біомаси, y – напрямок, поперечний відносно напрямку транспортування, та z – напрямок, перпендикулярний та ортогональний напрямкам векторів x і y . Відстань зсуву лотка може бути змінена для досягнення оптимальної характеристики. Наприклад, зсув в напрямку x перебуває в діапазоні між приблизно 1/16 дюйма (1,6 мм) та 12 дюймів (304,8 мм) (наприклад, між приблизно 1/16 дюйма (1,6 мм) та 8 дюймами (203,2 мм), між приблизно 1/16 дюйма (1,6 мм) та 4 дюймами (101,6 мм), між приблизно 1/16 дюйма (1,6 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), між приблизно 1/8 дюйма (3,2 мм) та 12 дюймами (304,8 мм), між приблизно 1/8 дюйма (3,2 мм) та 6 дюймами (152,4 мм), між приблизно 1/8 дюйма (3,2 мм) та 2 дюймами (50,8 мм), між приблизно 1/8 дюйма (3,2 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 6 дюймами (152,4 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 4 дюймами (101,6 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 2 дюймами (50,8 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 6 дюймами (152,4 мм), між приблизно 1/2 дюйма

(12,8 мм) та 4 дюймами (101,6 мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 2 дюймами (50,8 мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 1 дюймом (25,4 мм) та 6 дюймами (152,4 мм), приблизно між 1 дюймом (25,4 мм) та 4 дюймами (101,6 мм)). Зсув в напрямку z може перебувати, наприклад, приблизно між 0 та 3 дюймами (76,2 мм) (наприклад, 5 приблизно між 0,004 дюйма (0,1 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,008 дюйма (0,2 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,016 дюйма (0,41 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,025 дюйма (0,63 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,05 дюйма (1,3 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,1 дюйма (2,54 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 1 дюймом (25,4 мм) та 3 дюймами (76,2 мм), приблизно між 0,008 дюйма (0,2 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 0,016 дюйма (0,41 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 0,025 дюйма (0,63 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 0,05 дюйма (1,3 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 0,1 дюйма (2,54 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 1 дюймом (мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), між приблизно 1/16 дюйма (1,6 мм) та 3/4 дюйма (19,05 мм), між приблизно 1/8 дюйма (3,2 мм) та 3/4 дюйма (19,05 мм), між приблизно 1/4 дюйма (6,4 мм) та 3/4 дюйма (19,05 мм), між приблизно 1/2 дюйма (12,8 мм) та 3/4 дюйма (19,05 мм). Наприклад, зсув в напрямку x може бути більше, ніж переміщення в напрямку z в співвідношенні менше, ніж приблизно 3000:1 (наприклад, менше, ніж приблизно 1000:1; менше, ніж приблизно 500:1; 20 менше, ніж приблизно 100:1; менше, ніж приблизно 50:1; менше, ніж приблизно 10:1; менше, ніж приблизно 5:1; менше, ніж приблизно 2:1). Зсув в напрямку y може становити менше, ніж 1 дюйм (25,4 мм) (наприклад, менше, ніж приблизно 0,5 дюйма (12,7 мм); менше, ніж приблизно 0,1 дюйма (2,54 мм); менше, ніж приблизно 0,05 дюйма (1,3 мм); менше, ніж приблизно 0,005 дюйма (0,13 мм), або навіть приблизно 0). Частота коливань може перебувати між 1 кГц і 60 кГц. Наприклад, частота може перебувати приблизно між 1 і 100 Гц (наприклад, приблизно між 25 10 Гц і 100 Гц, приблизно між 20 Гц і 100 Гц, приблизно між 40 Гц і 100 Гц, приблизно між 60 Гц і 100 Гц, приблизно між 10 Гц і 80 Гц, приблизно між 20 Гц і 80 Гц, приблизно між 40 Гц і 80 Гц, приблизно між 60 Гц і 80 Гц, приблизно між 20 Гц і 60 Гц). Частота коливання може бути вище. Наприклад, частота коливання може бути приблизно між 100 Гц і 20 кГц (наприклад, приблизно 30 між 100 Гц і 15 кГц, приблизно між 100 Гц і 10 кГц, приблизно між 100 Гц і 5 кГц, приблизно між 500 Гц і 20 кГц, приблизно між 500 Гц і 15 кГц, приблизно між 500 Гц і 10 кГц, приблизно між 500 Гц і 5 кГц, приблизно між 1 кГц і 20 кГц, приблизно між 1 кГц і 15 кГц, приблизно між 1 кГц і 10 кГц, приблизно між 1 кГц і 5 кГц). Частота може бути навіть набагато вище, наприклад, може перебувати в ультразвуковому діапазоні (наприклад, приблизно між 20 кГц і 60 кГц, приблизно між 35 між 30 кГц і 60 кГц, приблизно між 40 кГц і 60 кГц, приблизно між 50 кГц і 60 кГц, приблизно між 20 кГц і 50 кГц, приблизно між 30 кГц і 50 кГц, приблизно між 40 кГц і 50 кГц, приблизно між 20 кГц і 40 кГц, приблизно між 30 кГц і 40 кГц, приблизно між 20 кГц і 30 кГц).

[0042] Відомі щонайменше три типи вібраційних транспортерів, які можуть бути використані, наприклад, в способах, що описані в даній заявці. Також можуть бути використані їх комбінації та варіанти. Нижче описані транспортери зазначених трьох типів.

[0043] У вібраційному транспортері одного типу, як показано на фіг. 3А, до лотка 310 прикладена вертикальна сила, та лоток відносно горизонталі має нахил під кутом α (альфа), наприклад, щонайменше 1° (кутових градусів), наприклад, щонайменше 5° , щонайменше 10° , щонайменше 20°). В іншій конфігурації лоток виконаний у формі спадної послідовності щаблів (не показані) зі спадним нахилом щонайменше 1° (наприклад, щонайменше 5° , щонайменше 10° , щонайменше 20° , щонайменше 30° , щонайменше 40° , щонайменше 50° , щонайменше 60°). Матеріал, наприклад, показаний як частинка 312, переміщується послідовно у положення, показані у вигляді світлих кіл, причому напрямок переміщення зазначений стрілками. Це переміщення відбувається з тієї причини, що коливальна сила або вібраційна сила прикладена перпендикулярно до поверхні лотка, як зазначено двоголовими стрілками. Коливальна сила неодноразово підкидає перемішуваний матеріал перпендикулярно лотку, у той час як гравітація діє на матеріал для його переміщення вниз за похилою поверхнею або відповідно до іншого варіанту реалізації сходинкам лотка.

[0044] У вібраційному транспортері другого типу, зображеному на фіг. 3В матеріали, що 55 транспортуються, розміщені в лотку 320, та цілком горизонтальна сила, позначена двоголовою стрілкою, викликає горизонтальне переміщення матеріалів. Зазначена сила є коливальною силою такою, що максимальні горизонтальні вібраційні сили, прикладені до лотка в напрямку транспортування, менше, ніж статична сила тертя, що діє між лотком і матеріалом, у той час як сили, прикладені до матеріалу в напрямку, протилежному транспортуванню, вищі, ніж статичне 60 тертя. Таким чином, між матеріалом і лотком підтримується зчеплення в напрямку

транспортування, але не в напрямку, протилежному транспортуванню, та матеріал транспортується вперед зсувним способом. Матеріал, наприклад, показаний у вигляді частинки 322, переміщується послідовно у положення, показані у вигляді світлих кіл, причому зазначене зсувне переміщення позначене одноглавими стрілками. Транспортери даного типу можуть

транспортувати матеріали не тільки в горизонтальному та спадному напрямках, але також у висхідному напрямку з нахилом приблизно до 25° .
[0045] У вібраційному транспортері третього типу, показаному на фіг. 3С, лоток 330, який несе матеріал, вібрує, як показано двоголовими стрілками, з нахилом під кутом β (бета) до горизонталі, що становить, наприклад, 45° . Матеріал підкидається у верхньому напрямку та у горизонтальному напрямку з нахилом. Таким чином, матеріал транспортується вперед підстрибуючим способом, як зображено частинкою 332, і таке переміщення позначене на кресленні одноглавими стрілками. Транспортери даного типу можуть транспортувати матеріали не тільки в горизонтальному та спадному напрямках, але також у висхідному напрямку з нахилом приблизно до 25° .

[0046] На фіг. 4 показаний перспективний вигляд вібраційного транспортера третього типу, описаний вище. Лоток 410 має бічні стінки 412 і 414 та підтримується кронштейнами, опорами або конструкціями 416, які шарнірно з'єднані з лотком на одному кінці та шарнірно з'єднані з підтримуючою основою 418 на іншому кінці. Циліндричні пружини 420 розташовані під кутом 45° відносно лотка та підтримують коливання під цим кутом нахилу лотка. Приводний вузол 422, пов'язаний з лотком, створює силу для коливального руху. Відомі різні конструкції вібраційних транспортерів. Наприклад, замість циліндричних пружин можуть бути використані пластинчасті пружини.

[0047] На фіг. 5 показаний перспективний вигляд іншого прикладу вібраційного транспортера третього типу. Даний приклад вібраційного транспортера містить приводний вузол 510, пластинчасті пружини 520, лоток 530, кришку 540 та вхідні отвори 550. Кришки для транспортерів можуть бути використані для придушення, наприклад, пилоутворення.

[0048] На фіг. 6А показаний перспективний вигляд вібраційного транспортера другого типу 610. Лоток 612 переносить біомасу, доставлену до транспортера 630. На верхньому кінці транспортера, куди доставляється біомаса, наприклад, у зоні 630, біомаса може формувати кіпу з вершиною. Нижче за ходом транспортера, наприклад, у зоні 640 біомаса розподілена більш рівномірно. Лоток підтримується опорними конструкціями 616, які мають пари подовжньо рознесених вертикальних опор 617, причому кожна пара опор з'єднана горизонтальними поперечними елементами 618 та поздовжніми елементами 619 основи. Лоток 612 підвішений на верхніх опорних конструкціях 616 за допомогою вертикальних ременів 621. Ремені 621 одним кінцем з'єднані з горизонтальними поперечними елементами 618 та іншим кінцем з підтримуючими лоток елементами 622. Ремені 621 мають розмір у напрямку, поперечному до лінії транспортування, набагато більший, ніж розмір у напрямку, паралельному лінії транспортування, та в такий спосіб вертикальні ремені 621 можуть діяти в якості пружних пластинчастих пружин, що забезпечують можливість переміщення лотка тільки у напрямку транспортування. Горизонтальне відхилення нижніх кінців ременів 621, об'єднане з силами, наданими генеруючим вібрацію пристроєм 623, викликає переміщення лотка 612 по суті в горизонтальному напрямку з дуже невеликим вертикальним відхиленням. Генеруючий вібрацію пристрій 623 може містити, наприклад, ексцентричні маховики 684, 685, 686 і 686, як показано на вигляді збоку на фіг. 6В. У патенті США № 5,131,525 (опублікований 21 липня 1992) описані вібраційні транспортери, які за посиланням повністю включені в даний документ.

[0049] Описані вібраційні транспортери можуть містити сита, що використовуються для сортування та просіювання матеріалів. Отвори для доступу збоку або в основі лотків можуть бути використані для сортування, вибірки або видалення конкретних матеріалів, наприклад, за розміром або формою. Деякі транспортери мають противаги для зменшення динамічних навантажень на опорну конструкцію. Деякі вібраційні транспортери виконані у вигляді спіральних підйомників, призначених для вигину навколо поверхонь, та/або сконструйованих для скидання матеріалу з одного транспортера на інший (наприклад, у формі щабля, каскаду або послідовності щаблів або сходів). Поряд із транспортуванням матеріалів транспортери можуть бути використані разом з іншим обладнанням або системами для просіювання, поділу, сортування, класифікації, розподілу, калібрування, перевірки, підбору, видалення металевих об'єктів, заморожування, перемішування, змішування, орієнтування, нагрівання, варіння, сушіння, зневоднювання, чищення, промивання, вилуговування, гасіння, покриття, знепилювання та/або подачі. Транспортери також можуть містити кришки (наприклад, пилонепроникні кришки), бічні розвантажувальні отвори, донні розвантажувальні отвори, спеціальне облицювання (наприклад, що перешкоджає прилипанню, з нержавіючої сталі,

каучукове, для вибіркового захоплення та/або жолобчасте), розділені лотки, ванни для гасіння, сита, перфоровані пластинки, детектори (наприклад, детектори металу), високотемпературні конструкції, конструкції харчового призначення, нагрівачі, сушарки та/або охолоджувачі. Крім того, лоток може мати різні форми, наприклад, з плоским дном, з V-подібним дном, з фланцями у верхній частині, з вигнутою основою, плоским дном з ребрами в довільних напрямках, трубчасту, напівтрубчасту, закриту або будь-які комбінації перерахованого вище. Зокрема, транспортери можуть бути оснащені системами та/або встаткуванням для опромінення.

[0050] Транспортери (наприклад, вібраційний транспортер) можуть бути виконані з матеріалів, стійких до корозії. У транспортерах можуть бути використані конструкційні матеріали, які містять нержавіючу сталь (наприклад, нержавіючі сталі 304, 316, сплави HASTELLOY® та сплави INCONEL®). Наприклад, стійкі до корозії сплави HASTELLOY®, виготовлені компанією Hynex (м. Кокомо, штат Індіана, США), такі як сплави: HASTELLOY® B-3®, HASTELLOY® HYBRID-BC1®, HASTELLOY® C-4, HASTELLOY® C-22®, HASTELLOY® C-22HS®, HASTELLOY® C-276, HASTELLOY® C-2000®, HASTELLOY® G-30®, HASTELLOY® G-35®, HASTELLOY® N і HASTELLOY® ULTIMET®.

[0051] Вібраційні транспортери можуть містити перешкоджаючі прилипанню розділові покриття, наприклад TUFFLON™ (Дюпон, штат Делавер, США). Вібраційні транспортери також можуть містити антикорозійні покриття. Наприклад покриття, які можуть бути поставлені компанією Metal Coatings Corp (м. Х'юстон, штат Техас, США), та інші, такі як фторполімер, XYLAN®, дисульфід молібдену, епоксидно-фенольні покриття, металеве покриття на основі фосфату заліза, поліуретанове високоглянсове поверхнєве покриття для епоксигруп, неорганічний цинк, політетрафторетилен, PPS/Ryton®, фторований етилен-пропілен, PVDF/DYKOR®, ECTFE/HALAR® та керамічне епоксидне покриття. Покриття можуть поліпшувати опір дії технологічних газів (наприклад, озону), хімічній корозії, точковій корозії, посадковій корозії та окислюванню.

[0052] Відповідно до одного варіанту реалізації транспортери містять кришку. Ці закриті транспортери є придатними, наприклад, для придушення пилоутворення. Відповідно до деяких варіантів реалізації таких закритих транспортерів діафрагма, яка є прозорою для електронного променя, встановлена, наприклад, у кришці та являє собою невід'ємну частину кришки. Діафрагма може бути вирівняна відносно електронного променя таким чином, що електрони можуть проходити через діафрагму та опромінювати матеріал, перемішуваний через зону опромінення під діафрагмою (наприклад, під електронним променем). Діафрагми зазвичай виконані з фольги товщиною щонайменше 10 мкм (мікрон) (наприклад, щонайменше 15 мкм, щонайменше 20 мкм, щонайменше 25 мкм, щонайменше 30 мкм, щонайменше 40 мкм). Генератор електронного променя також містить щонайменше одну діафрагму для випускнення електронів у напрямку від вакуумної сторони генератора до сторони атмосфери. Відстань між зверненими один до одного поверхнями діафрагми з фольги, встановленої в генераторі електронного променя (наприклад, встановленого в скануючому розтрубі), та діафрагми з фольги, встановленої в кожусі вібраційного транспортера, під час використання системи для опромінення сировини, становить щонайменше приблизно 0,1 см (наприклад, щонайменше приблизно 1 см, щонайменше приблизно 2 см, щонайменше приблизно 4 см, щонайменше приблизно 5 см, щонайменше приблизно 6 см, щонайменше приблизно 7 см, щонайменше приблизно 8 см, щонайменше приблизно 9 см або щонайменше приблизно 10 см, щонайменше приблизно 12 см, щонайменше приблизно 15 см). Переважно діафрагма з фольги охолоджується за допомогою охолоджуючого текучого середовища, наприклад, з використанням вентилятора для продувки повітря уздовж поверхні діафрагми з фольги.

[0053] В цілому переважно матеріал при опроміненні перебуває у формі смуги або шару по суті однорідної товщини або глибини. Наприклад, необхідна товщина може перебувати в діапазоні приблизно 0,0312-5 дюймів (0,79-127 мм) (наприклад, приблизно 0,0625-2 дюйма (1,6-50,8 мм); приблизно 0,125-1 дюйм (3,2-25,4 мм); приблизно 0,125-0,5 дюйми (3,2-12,7 мм); приблизно 0,3-0,9 дюйми (7,62-22,86 мм); приблизно 0,2-0,5 дюйма (5,08-12,7 мм); приблизно 0,25-1,0 дюйм (6,35-25,4 мм); приблизно 0,25-0,5 дюйми (6,35-12,7 мм); 0,100 +/-0,025 дюйма (2,54 +/-0,635 мм); 0,150 +/-0,025 дюйма (3,81 +/-0,635 мм); 0,200 +/-0,025 дюйми (5,08 +/-0,635 мм); 0,250 +/-0,025 дюйма (6,35 +/-0,635 мм); 0,300 +/-0,025 дюйма (7,62 +/-0,635 мм); 0,350 +/-0,025 дюйма (8,89 +/-0,635 мм); 0,400 +/-0,025 дюйма (10,16 +/-0,635 мм); 0,450 +/-0,025 дюйма (11,43 +/-0,635 мм); 0,500 +/-0,025 дюйма (12,7 +/-0,635 мм); 0,550 +/-0,025 дюйма (13,97 +/-0,635 мм); 0,600 +/-0,025 дюйма (15,24 +/-0,635 мм); 0,700 +/-0,025 дюйма (17,78 +/-0,635 мм); 0,750 +/-0,025 дюйма (19,05 +/-0,635 мм); 0,800 +/-0,025 дюйма (20,32 +/-0,635 мм); 0,850 +/-0,025 дюйма (21,59 +/-0,635 мм); 0,900 +/-0,025 дюйма (22,86 +/-0,635 мм) або 0,900 +/-0,025 дюйма (22,86 +/-0,635 мм)).

[0054] Вібраційні транспортери, зокрема, є підходящими для рівномірного розподілу матеріалу та формування рівномірного шару на поверхні лотка конвеєра. Наприклад, вихідна сировина може формувати кіпу матеріалу, яка може мати висоту щонайменше чотири фути (1,22 м) (наприклад, щонайменше приблизно 3 фути (0,915 м), щонайменше приблизно 2 фути (0,61 м), щонайменше приблизно 1 фут (0,305 м), щонайменше приблизно 6 дюймів (152,4 мм), щонайменше приблизно 5 дюймів (127 мм), щонайменше приблизно 4 дюйми (101,6 мм), щонайменше приблизно 3 дюйми (76,2 мм), щонайменше приблизно 2 дюйми (50,8 мм), щонайменше приблизно 1 дюйм (25,4 мм), щонайменше приблизно 0,5 дюйми (12,7 мм)) та займати область менше, ніж ширина транспортера (наприклад, менше ніж приблизно 10 %, менше ніж приблизно 20 %, менше ніж приблизно 30 %, менше ніж приблизно 40 %, менше ніж приблизно 50 %, менше ніж приблизно 60 %, менше ніж приблизно 70 %, менше ніж приблизно 80 %, менше ніж приблизно 90 %, менше ніж приблизно 95 %, менше ніж приблизно 99 % ширини транспортера). Вібраційний транспортер може рівномірно розподіляти матеріал для його розміщення за всією шириною лотка з однорідною товщиною, переважно як описано вище. У деяких випадках може бути використаний додатковий спосіб розподілу. Наприклад, для рівномірного розподілу (наприклад, розміщення, розливання, розплескування та/або розбризкування) сировини за всією шириною може бути використаний розподільник, такий як розкидач, розкидний розподільник (наприклад, марки CHRISTY SPREADER™) або їх комбінації. Крім того, розподільник може доставляти біомасу на вібраційний транспортер у формі широкого потоку або завіси. Крім того, другий транспортер, розташований вище за ходом руху відносно першого транспортера (наприклад, першого транспортера, що використовується для опромінення сировини), може скидати біомасу на перший транспортер, причому другий транспортер може мати ширину в напрямку, поперечному напрямку транспортування, менше, ніж ширина першого транспортера. Зокрема, якщо другий транспортер являє собою вібраційний транспортер, сировина рівномірно розподіляється шляхом впливу другого та першого транспортерів. Відповідно до деяких додаткових варіантів реалізації другий транспортер закінчується косо зрізаним випускним отвором (наприклад, косо зрізаним з відношенням 4:1), так що матеріал може бути скинутий на перший транспортер у формі широкої завіси (ширина якої, наприклад, ширше, ніж ширина другого транспортера). Вихідна область скидання біомаси розподільником (наприклад, розкидачем, розкидним розподільником, транспортером або поперечно зрізаним вібраційним транспортером) може охоплювати всю ширину першого вібраційного транспортера або може охоплювати частину цієї ширини. Після скидання на транспортер матеріал рівномірно розподіляється з ще більшою однорідністю за рахунок коливань транспортера, так що переважно вся ширина транспортера виявляється закритою однорідним шаром біомаси. Відповідно до деяких варіантів реалізації можуть бути використані комбінації розподільників. Деякі способи поширення вихідної сировини описані у патенті США № 7,153,533, що поданий 23 липня 2002 та опублікований 26 грудня 2006, який за посиланням повністю включений у даний документ.

[0055] У цілому, для максимізації продуктивності переважним є максимально швидке транспортування матеріалу через електронний промінь. Наприклад, матеріал, що переміщують, може бути транспортований з швидкостями щонайменше 1 фут/хв (0,305 м/хв), наприклад, щонайменше 2 фут/хв (0,61 м/хв), щонайменше 3 фут/хв (0,915 м/хв), щонайменше 4 фут/хв (1,22 м/хв), щонайменше 5 фут/хв (1,525 м/хв), щонайменше 10 фут/хв (3,05 м/хв), щонайменше 15 фут/хв (4,575 м/хв), щонайменше 20 фут/хв (6,1 м/хв), щонайменше 25 фут/хв (7,625 м/хв), щонайменше 30 фут/хв (9,15 м/хв), щонайменше 40 фут/хв (12,2 м/хв), щонайменше 50 фут/хв (15,25 м/хв), щонайменше 60 фут/хв (18,3 м/хв), щонайменше 70 фут/хв (21,35 м/хв), щонайменше 80 фут/хв (24,4 м/хв), щонайменше 90 фут/хв (27,45 м/хв). Швидкість транспортування пов'язана з струмом пучка та наміченою дозою опромінення, наприклад, для біомаси товщиною 0,25 дюйма, розподіленою на транспортері шириною 5,5 фута (1,68 м) та при струмі 100 мА транспортер може переміщуватись зі швидкістю приблизно 20 фут/хв (6,1 м/хв) для забезпечення належної дози опромінення (наприклад, приблизно 10 Мрад для одиночного проходу), та при струмі 50 мА транспортер може переміщуватись зі швидкістю приблизно 10 фут/хв (3,05 м/хв) для забезпечення приблизно тієї ж самої дози опромінення.

[0056] Швидкість, з якою може бути транспортований матеріал, залежить від форми та маси матеріалу, що транспортується. Текучі матеріали, наприклад, матеріали у вигляді частинок, зокрема піддаються транспортуванню вібраційними транспортерами. Швидкості переміщення можуть становити, наприклад, щонайменше 100 фунт/годину (45,4 кг/годину) (наприклад, щонайменше 500 фунт/годину (227 кг/годину), щонайменше 1000 фунт/годину (454 кг/годину), щонайменше 2000 фунт/годину (908 кг/годину), щонайменше 3000 фунт/годину (1362 кг/годину), щонайменше 4000 фунт/годину (1816 кг/годину), щонайменше 5000 фунт/годину (2270

кг/годину), щонайменше 10000 фунт/годину (4540 кг/годину), щонайменше 15000 фунт/годину (6810 кг/годину) або навіть щонайменше 25000 фунт/годину (11350 кг/годину)). Деякі типові швидкості переміщення можуть перебувати між приблизно 1000 фунт/годину (454 кг/годину) та 10000 фунт/годину (4540 кг/годину) (наприклад, приблизно між 1000 фунт/годину (454 кг/годину) та 8000 фунт/годину (3632 кг/годину), між приблизно 2000 фунт/годину (908 кг/годину) та 7000 фунт/годину (3178 кг/годину), між приблизно 2000 фунт/годину (908 кг/годину) та 6000 фунт/годину (2724 кг/годину), між приблизно 2000 фунт/годину (908 кг/годину) та 5000 фунт/годину (2270 кг/годину), між приблизно 2000 фунт/годину (2270 кг/годину) та 4500 фунт/годину (2043 кг/годину), між приблизно 1500 фунт/годину (681 кг/годину) та 5000 фунт/годину (2270 кг/годину), приблизно між 3000 фунт/годину (1362 кг/годину) та 7000 фунт/годину (3178 кг/годину), приблизно між 3000 фунт/годину (1362 кг/годину) та 6000 фунт/годину (2724 кг/годину), приблизно між 4000 фунт/годину (1816 кг/годину) та 6000 фунт/годину (2724 кг/годину) та приблизно між 4000 фунт/годину (1816 кг/годину) та 5000 фунт/годину (2270 кг/годину)). Типові швидкості переміщення залежать від щільності матеріалу.

Наприклад, для біомаси з щільністю приблизно 35 фунт/куб. фут (560,65 кг/м³) та швидкістю переміщення приблизно 5000 фунт/годину (2270 кг/годину) матеріал транспортується зі швидкістю приблизно 143 куб. фут/годину (4,05 м³/годину), та якщо матеріал має товщину 0,25 дюйма (6,35 мм) та перебуває в лотку шириною 5,5 фута (1,68 м), зазначений матеріал транспортується зі швидкістю приблизно 1250 фунт/годину (381 м/годину) (приблизно 21 фунт/хв (6,4 м/хв)). Таким чином, швидкості транспортування матеріалу можуть значно розрізнятися. Переважно, наприклад, густий шар біомаси товщиною 0,25 дюйма (6,35 мм) транспортується зі швидкостями приблизно між 5 фут/хв (1,5 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв) (наприклад, приблизно між 5 фут/хв (1,5 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 6 фут/хв (1,83 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 7 фут/хв (2,13 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 8 фут/хв (2,44 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 9 фут/хв (2,74 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 10 фут/хв (3,05 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 11 фут/хв (3,35 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 12 фут/хв (3,66 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 13 фут/хв (3,96 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 14 фут/хв (4,27 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 15 фут/хв (4,57 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 20 фут/хв (6,1 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 30 фут/хв (9,15 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 40 фут/хв (12,2 м/хв) та 100 фут/хв (30,5 м/хв), приблизно між 2 фут/хв (0,61 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 3 фут/хв (0,91 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 5 фут/хв (1,5 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 6 фут/хв (1,83 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 7 фут/хв (2,13 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 8 фут/хв (2,44 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 9 фут/хв (2,74 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 10 фут/хв (3,05 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 15 фут/хв (4,57 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 20 фут/хв (6,1 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 30 фут/хв (9,15 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 40 фут/хв (12,2 м/хв) та 60 фут/хв (18,3 м/хв), приблизно між 2 фут/хв (0,61 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 3 фут/хв (0,91 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 5 фут/хв (1,52 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 6 фут/хв (1,83 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 7 фут/хв (2,13 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 8 фут/хв (2,44 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 9 фут/хв (2,74 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 10 фут/хв (3,05 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 15 фут/хв (4,57 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 20 фут/хв (6,1 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 30 фут/хв (9,15 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв), приблизно між 40 фут/хв (12,2 м/хв) та 50 фут/хв (15,2 м/хв)). Переважно матеріал транспортується у формі безперервного потоку, наприклад, для забезпечення постійного опромінення матеріалу при його проходженні під електронним променем (наприклад, у формі потоку, зони).

[0057] На фіг. 7 показаний процес опромінення. Даний процес може бути частиною процесу, показаного на фіг. 2, незважаючи на те, що відповідно до іншого варіанту реалізації даний процес може бути частиною іншого процесу. Спочатку біомаса може бути доставлена до вібраційного транспортера на етапі 750. Біомаса може бути оброблена шляхом попередньої обробки опроміненням на етапі 752 перед транспортуванням через зону опромінення на етапі 754. Після опромінення біомаса може бути піддана завершальній обробці на етапі 756. Процес може бути виконаний повторно (наприклад, як зазначено штриховою стрілкою А).

[0058] Біомаса може бути доставлена до вібраційного транспортера 750 шляхом використання інших вібраційних транспортерів, стрічкового транспортера, пневматичного транспортера, гвинтового транспортера, бункера, машини для розсіювання (наприклад, розподільника), трубопроводу, вручну або з використанням комбінації вищевказаних засобів і

способів. Біомаса, наприклад, може бути скинута, вилита, розбризкана та/або розміщена на вібраційний транспортер будь-яким із зазначених способів. Біомаса може перебувати в сухій формі, наприклад, з вологовмістом менше ніж приблизно 35 % (наприклад, менше ніж приблизно 20 %, менше ніж приблизно 15 %, менше ніж приблизно 10 % або менше ніж

приблизно 5 %, менше ніж приблизно 4 %, менше ніж приблизно 3 %, менше ніж приблизно 2 % та навіть менше ніж приблизно 1 %). Біомаса також може бути доставлена у вологому стані, наприклад, у формі вологого твердого тіла, шлам або суспензії з вмістом твердих частинок у кількості щонайменше 10 % мас. (наприклад, у кількості щонайменше 20 %, щонайменше 30 %, щонайменше 40 %, щонайменше 50 %, щонайменше 60 %, щонайменше 70 % мас.).

[0059] У деяких випадках обробка попереднім опроміненням на етапі 752 включає просіювання матеріалу біомаси. Просіювання може бути здійснено вібраційним ситом, пов'язаним з вібраційним транспортером. Наприклад, вібраційне сито, яке має сітку або перфоровану пластину, на яку падає біомаса, з необхідним розміром отворів, наприклад, менше ніж 6,35 мм (1/4 дюйма, 0,25 дюйма), {наприклад, менше 3,18 мм (1/8 дюйма; 0,125 дюйма), менше ніж 1,59 мм (1/16 дюйма; 0,0625 дюйма), менше ніж 0,79 мм (1/32 дюйма; 0,03125 дюйма), наприклад, менше ніж 0,51 мм (1/50 дюйма; 0,02000 дюйма), менше ніж 0,40 мм (1/64 дюйма; 0,015625 дюйма), менше ніж 0,23 мм (0,009 дюйма), менше ніж 0,20 мм (1/128 дюйма; 0,0078125 дюйма), менше ніж 0,18 мм (0,007 дюйма), менше ніж 0,13 мм (0,005 дюйма) або навіть менше ніж 0,10 мм (1/256 дюйма; 0,00390625 дюйма) }. В одній конфігурації підходяща біомаса провалюється через отвори або сито, та, таким чином, більша біомаса, ніж отвори або сито, не опромінюється. Ці великорозмірні матеріали можуть бути піддані переробці, наприклад шляхом подрібнення, або вони можуть бути просто вилучені з процесу обробки. В іншій конфігурації опромінюють матеріал, розмір якого більше, ніж розмір отворів, а малорозмірний матеріал видаляють у процесі відбору або рециркуляції деякими іншими засобами. У конфігурації даного типу сам транспортер (наприклад, частина транспортера) може бути перфорований або оснащений сіткою. Наприклад, відповідно до одного конкретного варіанту реалізації матеріал біомаси може бути вологим, та отвори або сітка забезпечують можливість видалення води з біомаси перед опроміненням.

[0060] Просіювання матеріалу також може бути виконано ручним способом, наприклад, за участю оператора, або механічним способом (наприклад, роботом, обладнаним датчиком кольору, що відображає можливості або іншим датчиком), який дозволяє видалити небажаний матеріал. Просіювання також може бути магнітним просіюванням, причому магніт розташований поряд із матеріалом, що транспортується, та магнітний матеріал видаляють магнітним способом.

[0061] Додаткова обробка попереднім опроміненням на етапі 752 може включати нагрівання матеріалу. Наприклад, частина транспортера може проходити через зону нагрівання. Зона нагрівання може бути створена, наприклад, інфрачервоним випромінюванням, мікрохвилями, спалюванням (наприклад, газу, вугілля, нафти, біомаси), резистивним нагріванням та/або індукційними котушками. Тепло може бути застосоване з однієї сторони або більше ніж з однієї сторони та може бути безперервним або періодичним, та/або може бути застосоване тільки до частини матеріалу або до всього матеріалу. Наприклад, частина лотка може бути нагріта за допомогою нагрівальної сорочки. Нагрівання може бути здійснене, наприклад, з метою сушіння матеріалу. У випадку сушіння матеріал також може бути полегшений з нагріванням або без нагрівання за рахунок переміщення газу (наприклад, повітря, азоту, кисню, CO₂, аргону, гелію) над біомасою та/або через біомасу при її транспортуванні. Сушіння також може бути здійснене у вакуумі.

[0062] Обробка попереднім опроміненням на етапі 752 також може бути здійснена хімічно активними газами, наприклад, озоном, аміаком, водяною парою або плазмою. Газ може бути поданий під тиском вище атмосферного тиску.

[0063] Крім того, обробка попереднім опроміненням на етапі 752 може включати охолодження матеріалу. Охолодження матеріалу описане у патенті США № 7,900,857, що поданий 14 липня 2009 та опублікований 8 березня 2011, який за посиланням повністю включений у даний документ.

[0064] Інша додаткова обробка попереднім опроміненням на етапі 750 може включати додавання матеріалу в біомасу. Вібраційне транспортування зручне для об'єднання з процесом додавання матеріалу, наприклад, шляхом зрошення, розбризкування та/або вливання матеріалу в біомасу при її транспортуванні, оскільки вібраційний транспортер забезпечує можливість перемішування, перекидання та/або ворошіння біомаси, що забезпечує ефективне змішування та/або гомогенізацію біомаси з будь-яким матеріалом, що додається. Матеріали, які можуть бути додані у біомасу, містять, наприклад, метали, кераміку та/або іони, як описано в

заявках США №№ 12/605,534 і 12/639,289, повні описи яких за посиланням повністю включені в даний документ. Інші матеріали, які можуть бути додані у біомасу, містять кислоти, основи, окислювачі (наприклад, перексиди, хлорати), полімери, мономери, що полімеризуються (наприклад, що мають ненасичені зв'язки), воду, каталізатори, ферменти та/або мікрофлору.

Матеріали можуть бути додані, наприклад, у чистій формі, у вигляді розчину в розчиннику (наприклад, воді або органічному розчиннику) та/або у формі звичайного розчину. У деяких випадках розчинник є летучим і може бути випарований, наприклад, нагріванням і/або продуванням газу, як описано вище. Доданий матеріал може формувати на біомасі однорідне покриття або може бути однорідною сумішшю різних компонентів (наприклад, біомаси та доданого матеріалу). Доданий матеріал може регулювати наступний етап опромінення шляхом збільшення ефективності опромінення за рахунок ослаблення опромінення або зміни типу опромінення (наприклад, від електронних променів до рентгенівських променів або теплових променів). Спосіб може не впливати на опромінення, але може бути придатним для додаткової обробки нижче за ходом руху. Доданий матеріал може сприяти транспортуванню матеріалу, наприклад, за рахунок зниження запиленості.

[0065] Після додаткової обробки перед опроміненням матеріал транспортують вібраційним транспортером через зону опромінення (наприклад, зону опромінення) на етапі 754. Випромінювання може бути, наприклад, електронним променем, іонним пучком, ультрафіолетовим опроміненням (UF) світлом з довжиною хвилі від 100 нм до 28 нм, гамма-випромінюванням або рентгенівським випромінюванням. Наприклад, способи обробки опроміненням та обладнання описані нижче. Обробка опроміненням і системи для такої обробки також описані у патенті США № 8,142,620 та патентній заявці США № 12/417,731, які за посиланням повністю включені в даний документ.

[0066] Як показано на фіг. 7, після того, як матеріал біомаси транспортований через зону опромінення, може бути виконана додаткова наступна обробка на етапі 756. Додаткова наступна обробка може включати процеси, описані у відношенні обробки попереднім опроміненням. Наприклад, біомаса може бути просіяна, нагріта, охолоджена та/або скомбінована з добавками. Винятково після опромінення може бути виконане гасіння радикалів, наприклад, гасіння радикалів шляхом додавання текучих середовищ (наприклад, кисню, реактивних рідин), при застосуванні тиску, теплоти, та/або додаванням акцепторів радикалів. Гасіння біомаси, що піддалася опроміненню, описане у патенті США № 8,083,906, що опублікований 27 грудня 2011, який за посиланням повністю включений у даний документ.

[0067] Може бути переважним повторити опромінення для подальшого зниження опору обробці біомаси, наприклад, як показано лінією А на фіг. 7. Зокрема, технологічні параметри можуть регулюватися після першого (наприклад, другого, третього, четвертого або наступних) проходу залежно від опору обробці матеріалу. Відповідно до деяких варіантів реалізації транспортер являє собою закриту кільцеву систему, в якій біомаса транспортується багаторазово через різні процеси, описані вище. У деяких інших варіантах реалізації використовуються множина пристроїв для опромінення (наприклад, генераторів електронного променя) для багаторазового опромінення біомаси (наприклад, 2, 3, 4 або більша кількість разів). Відповідно до інших варіантів реалізації одиночний генератор електронного променя може бути джерелом множини пучків (наприклад, 2, 3, 4 або більшої кількості пучків), які можуть бути використані для опромінення біомаси.

[0068] Деякі подробиці та повторення процесів обробки сировини, які можуть бути використані, наприклад, з варіантами реалізації, вже описаними вище, або з іншими варіантами реалізації, що описані в наступних розділах нижче.

СИСТЕМИ ДЛЯ ОБРОБКИ СИРОВИНИ

[0069] Процеси для перетворення сировини в цукри та інші продукти, в яких можуть бути використані способи транспортування, описані вище, включають, наприклад, додаткову фізичну попередню обробку сировини, наприклад, зменшення її розміру перед цією обробкою та/або після неї, додаткову обробку сировини для зменшення її опору обробці (наприклад, опроміненням), та оцукрювання сировини для формування розчину цукру. Оцукрювання може бути виконане шляхом змішування сировини, що диспергує в рідкому носії, наприклад, воді з ферментом, як буде докладно описано нижче в даній заявці. Перед обробкою ферментом попередньо оброблена біомаса може бути піддана обробці гарячою водою під тиском при температурах, наприклад, 100-150 °C, 100-140 °C або 110-130 °C та відповідному тиску. Перед обробкою ферментом матеріал охолоджують до температури приблизно 50 °C (наприклад, до температури приблизно між 40 °C і 60 °C). На додаток до даного або відповідно до іншого варіанту реалізації перед обробкою ферментом попередньо оброблена біомаса може бути оброблена кислотою, такою як, наприклад, соляна, сірчана або фосфорна кислота з

концентрацією менше 10 % (наприклад, з концентрацією менше 5 %, наприклад, між приблизно 0,01 % та 5 %, приблизно між 0,05 % і 1 %, приблизно між 0,05 % і 0,5 %). Під час або після оцукрювання суміш (якщо оцукрювання повинно бути частково або повністю виконане під час транспортування) або розчин можуть бути транспортовані, наприклад, за допомогою

5 трубопроводу, вагону, вантажівки або баржі до виробничої установки. У виробничій установці розчин може бути оброблений біологічним способом, наприклад, підданий бродінню для вироблення необхідного продукту або проміжної сполуки, яка потім може бути додатково оброблена, наприклад, дистиляцією. Окремі етапи обробки, використовувані матеріали та

10 приклади продуктів і проміжних сполук, які можуть бути отримані в результаті такої обробки, будуть докладно описані нижче.

ОБРОБКА ОПРОМІНЕННЯМ

[0070] Сировина може бути оброблена випромінюванням для зміни її структури з метою зменшення його опору обробці. Така обробка може, наприклад, зменшити середню молекулярну масу сировини, змінити кристалічну структуру сировини та/або збільшити площу

15 поверхні та/або пористість сировини. Випромінювання може бути, наприклад, у формі електронного променя, іонного пучка, ультрафіолетовим світлом з довжиною хвилі від 100 нм до 28 нм, гамма-випромінюванням або рентгенівським випромінюванням. Способи обробки опроміненням і системи для такої обробки описані у патенті США № 8,142,620 та патентній заявці США № 12/417,731, описи яких за посиланням повністю включені в даний документ.

[0071] Випромінювання в кожній з перерахованих форм іонізує біомасу за допомогою конкретних взаємодій, визначених енергією випромінювання. Важкі заряджені частинки попередньо іонізують речовину шляхом Кулонівського розсіювання; крім того, ці взаємодії виробляють електрони високої енергії, які можуть додатково іонізувати речовину. Альфа частинки є ідентичними ядру атома гелію та виробляються в результаті альфа-розпаду різних

20 радіоактивних ядер, таких як ізомери вісмуту, полонію, астатину, радону, францію, радю, деяких актиноідів, таких як актиній, торій, уран, нептуній, кюрій, каліфорній, америцій та плутоній. Електрони взаємодіють шляхом Кулонівського розсіювання та гальмівного випромінювання, виробленого в результаті змін швидкості електронів.

[0072] Частинки, у випадку їх використання, можуть бути нейтральними (незарядженими),

30 позитивно зарядженими або негативно зарядженими. Заряджені частинки у випадку їх використання можуть мати одиночний позитивний або негативний заряд, або множинні заряди, наприклад, один, два, три або навіть чотири або більшу кількість зарядів. У випадках, в яких для зміни молекулярної структури вуглеводу, що міститься в матеріалі, необхідно розщеплення ланцюгів, можуть бути використані позитивно заряджені частинки, завдяки своїй частково

35 кислотній природі. Частинки, що використовуються, можуть мати масу, рівну масі незбудженого електрона, або більше, наприклад, в 500, 1000, 1500 або 2000 або більшу кількість разів перевищує масу незбудженого електрона. Наприклад, частинки можуть мати масу від приблизно 1 атомної одиниці до приблизно 150 атомних одиниць, наприклад, від приблизно 1 атомної одиниці до приблизно 50 атомних одиниць, або від приблизно 1 атомної одиниці до

40 приблизно 25 атомних одиниць, наприклад, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12 або 15 атомних одиниць.

[0073] Гамма-випромінювання має перевагу, що полягає в значній глибині проникнення в різні матеріали, з яких виготовлений зразок.

[0074] У варіантах реалізації, в яких опромінення виконують з використанням електромагнітного випромінювання, зазначене електромагнітне випромінювання може мати,

45 наприклад, енергію на один фотон (в електрон-вольтах) більшу ніж 10^2 еВ, наприклад, більшу ніж 10^3 еВ, 10^4 еВ, 10^5 еВ, 10^6 еВ або ще більшу ніж 10^7 еВ. Відповідно до деяких варіантів реалізації електромагнітне випромінювання має енергію на один фотон між 10^4 еВ і 10^7 еВ, наприклад, між 10^5 еВ і 10^6 еВ. Електромагнітне випромінювання може мати частоту, наприклад, більшу ніж 10^{16} Гц, більш ніж 10^{17} Гц, 10^{18} Гц, 10^{19} Гц, 10^{20} Гц або ще більшу ніж 10^{21}

50 Гц. Відповідно до деяких варіантів реалізації електромагнітне випромінювання має частоту між 10^{18} Гц і 10^{22} Гц, наприклад, між 10^{19} Гц і 10^{21} Гц.

[0075] Електронне бомбардування може бути виконане з використанням електронно-променевого пристрою, що має номінальну енергію менше ніж 10 МеВ, наприклад, менше ніж 7 МеВ, менше ніж 5 МеВ, або менше ніж 2 МеВ, наприклад, від приблизно 0,5 МеВ до приблизно

55 4 МеВ, від приблизно 0,6 МеВ до приблизно 3 МеВ, від приблизно 0,5 МеВ до приблизно 1,5 МеВ, від приблизно 0,8 МеВ до приблизно 1,8 МеВ, від приблизно 0,7 МеВ до приблизно 2,5 МеВ або від приблизно 0,7 МеВ до приблизно 1 МеВ. Відповідно до деяких варіантів реалізації номінальна енергія становить приблизно 500-800 кеВ.

[0076] Електронний промінь може мати відносно високу повну потужність пучка (комбіновану

60 потужність пучка всіх прискорювальних голівок або, якщо використовуються множина

прискорювачів, всіх прискорювачів і всіх голівок), наприклад, щонайменше 25 кВт, наприклад, щонайменше 30, 40, 50, 60, 65, 70, 80, 100, 125 або 150 кВт. У деяких випадках потужність може бути доведена до величини 500 кВт, 750 кВт або навіть 1000 кВт або більше. У деяких випадках електронний промінь має потужність пучка 1200 кВт або більше, наприклад, 1400, 1600, 1800 або навіть 300 кВт.

[0077] Ця висока повна потужність пучка зазвичай досягається використанням множини прискорювальних голівок. Наприклад, електронно-променевий пристрій може містити дві, чотири або більшу кількість прискорювальних голівок. Використання множини голівок, кожна з яких має відносно низьку потужність пучка, перешкоджає надмірному росту температури матеріалу та у такий спосіб запобігає горінню матеріалу, а також збільшує однорідність опромінення за товщиною шару матеріалу. В цілому переважно шар матеріалу біомаси має відносно однорідну товщину. Відповідно до деяких варіантів реалізації товщина шару матеріалу становить менше ніж приблизно 1 дюйм (25,4 мм) (наприклад, менше ніж приблизно 0,75 дюйма (19,05 мм), менше ніж приблизно 0,5 дюйма (12,7 мм), менше ніж приблизно 0,25 дюйма (6,35 мм), менше ніж приблизно 0,1 дюйма (2,54 мм), приблизно між 0,1 дюйма (2,54 мм) та 1 дюймом (25,4 мм), приблизно між 0,2 дюйма (5,08 мм) та 0,3 дюйма (7,62 мм)).

[0078] Бажано обробку матеріалу виконувати якнайшвидше. Загалом, обробку матеріалу переважно виконують з потужністю дози випромінювання більше ніж приблизно 0,25 Мрад на секунду, наприклад, більше ніж приблизно 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2; 5; 7; 10; 12; 15 або ще більше ніж приблизно 20 Мрад на секунду, наприклад, приблизно від 0,25 Мрад на секунду до 2 Мрад на секунду. Більш високі потужності дози випромінювання забезпечують можливість більш високої продуктивності для цільової (наприклад, необхідної) дози. Більш високі потужності дози випромінювання в цілому вимагають застосування більш високошвидкісних транспортувальних ліній для запобігання термічного розкладання матеріалу. Відповідно до одного варіанту реалізації прискорювач налаштований на енергію 3 MeV, електричний струм пучка становить 50 мА, та швидкість транспортера становить 24 фут/хв (м/хв) для товщини зразка приблизно 20 мм (наприклад, матеріалу з подрібнених стрижнів кукурудзяних качанів, що має об'ємну щільність $0,5 \text{ г/см}^3$).

[0079] Відповідно до деяких варіантів реалізації електронне бомбардування виконують доти, поки матеріал не прийме кумулятивну дозу щонайменше 0,1 Мрад, 0,25 Мрад, 1 Мрад, 5 Мрад, наприклад, щонайменше 10 Мрад, 20 Мрад, 30 Мрад або щонайменше 40 Мрад. Відповідно до деяких варіантів реалізації обробку виконують доти, поки матеріал не прийме дозу від приблизно 10 Мрад до приблизно 50 Мрад, наприклад, від приблизно 10 Мрад до приблизно 40 Мрад, від приблизно 20 Мрад до приблизно 40 Мрад або від приблизно 25 Мрад до приблизно 30 Мрад. Відповідно до деяких варіантів реалізації кумулятивна доза 25-35 Мрад є переважною, що застосована в ідеальному випадку більше ніж за декілька проходів, наприклад, при 5 Мрад/прохід, причому кожен прохід повинен бути застосований приблизно протягом однієї секунди. Також можуть бути використані охолоджуючі засоби, такі як охолоджуючі гвинтові транспортери та охолоджені транспортуючі лотки, наприклад, після кожного опромінення, після повного опромінення, під час опромінення та/або перед опроміненням.

[0080] З використанням множини голівок, як описано вище, матеріал може бути оброблений за множину проходів, наприклад, за два проходи при дозі 10-20 Мрад/прохід, наприклад, 12-18 Мрад/прохід, розділених періодами охолодження тривалістю в декілька секунд, або три проходи з дозою 7-12 Мрад/прохід, наприклад, 5-20 Мрад/прохід, 10-40 Мрад/прохід, 9-11 Мрад/прохід. Як описано в даній заявці, обробка матеріалу з застосуванням декількох відносно невеликих доз, замість однієї великої дози, запобігає перегріву матеріалу та також збільшує однорідність дози за товщиною матеріалу. Відповідно до деяких варіантів реалізації матеріал перемішують або змішують іншим способом під час кожного проходу або після нього, та потім розгладжують для формування однорідного шару знову перед наступним проходом для додаткового поліпшення рівномірності обробки.

[0081] Відповідно до деяких варіантів реалізації електрони прискорюються, наприклад, до швидкості більше ніж 75 % від швидкості світла, наприклад, більше ніж 85 %, 90 %, 95 % або 99 % від швидкості світла.

[0082] Відповідно до деяких варіантів реалізації будь-яка обробка, описана в даній заявці, відбувається на лігноцелюлозному матеріалі, що залишається сухим як при надходженні, або який висушений, наприклад, з використанням нагрівання та/або зниженого тиску. Наприклад, відповідно до деяких варіантів реалізації, целюлозний та/або лігноцелюлозний матеріал містить менше ніж приблизно 25 % мас. води, що утримується, яка виміряна при температурі 25 °C та відносній вологості 50 % (наприклад, менше ніж приблизно 20 % мас., менше ніж приблизно 15 % мас., менше ніж приблизно 14 % мас., менше ніж приблизно 13 % мас., менше ніж

приблизно 12 % мас., менше ніж приблизно 10 % мас., менше ніж приблизно 9 % мас., менше ніж приблизно 8 % мас., менше ніж приблизно 7 % мас., менше ніж приблизно 6 % мас., менше ніж приблизно 5 % мас., менше ніж приблизно 4 % мас., менше ніж приблизно 3 % мас., менше ніж приблизно 2 % мас., менше ніж приблизно 1 % мас. або менше ніж приблизно 0,5 % мас.).

5 [0083] Відповідно до деяких варіантів реалізації можуть бути використані два або більша кількість іонізуючих джерел, таких як два або більша кількість джерел електронів. Наприклад, зразки можуть бути оброблені у будь-якому порядку пучком електронів, що супроводжуються гамма-випромінюванням та УФ випромінюванням, що має довжини хвиль від приблизно 100 нм до приблизно 280 нм. Відповідно до деяких варіантів реалізації зразки обробляють трьома
10 джерелами іонізуючого випромінювання, такими як пучок електронів, гамма-випромінювання та УФ випромінювання з високою енергією. Біомасу транспортують через зону обробки, в якій вона може бути піддана бомбардуванню електронами.

[0084] Може бути переважним повторити обробку для подальшого зниження опору обробці біомаси та/або додаткового модифікування біомаси. Зокрема, технологічні параметри можуть
15 бути відрегульовані після першого (наприклад, другого, третього, четвертого або наступних) проходу залежно від опору матеріалу обробці. Відповідно до деяких варіантів реалізації може бути використаний транспортер, що містить кругову систему, в якій біомаса транспортується багаторазово через різні процеси, описані вище. Відповідно до деяких інших варіантів реалізації використовують декілька пристроїв, що обробляють (наприклад, електронно-променеві
20 генератори) для багаторазової обробки біомаси (наприклад, 2, 3, 4 або більше) разів. Відповідно до інших варіантів реалізації один електронно-променевий генератор може бути джерелом множини пучків (наприклад, 2, 3, 4 або більшої кількості пучків), які можуть бути використані для обробки біомаси.

[0085] Ефективність зміни молекулярної/ надмолекулярної структури та/або зменшення
25 опору обробці вуглеводмісної біомаси залежить від енергії електронів, що використовується, та дози, що одержується, у той час як тривалість впливу залежить від потужності та дози. Відповідно до деяких варіантів реалізації потужність дози випромінювання та сумарну дозу регулюють таким чином, щоб не зруйнувати (наприклад, не обвуглити або спалити) матеріал біомаси. Наприклад, вуглеводи не повинні бути ушкоджені при обробці, щоб вони могли
30 вивільнятися з біомаси неушкодженими, наприклад, у формі мономірних цукрів. Відповідно до деяких варіантів реалізації обробку (з використанням будь-якого джерела електронів або комбінації джерел) виконують доти, поки матеріал не прийме дозу щонайменше приблизно 0,05 Мрад, наприклад, щонайменше приблизно 0,1 Мрад; 0,25 Мрад; 0,5 Мрад; 0,75 Мрад; 1,0 Мрад; 2,5 Мрад; 5,0 Мрад; 7,5 Мрад; 10,0 Мрад; 15 Мрад; 20 Мрад; 25 Мрад; 30 Мрад; 40 Мрад; 50
35 Мрад; 60 Мрад; 70 Мрад; 80 Мрад; 90 Мрад; 100 Мрад; 125 Мрад; 150 Мрад; 175 Мрад або 200 Мрад. Відповідно до деяких варіантів реалізації обробку виконують доти, поки матеріал не прийме дозу між 0,1-100 Мрад, 1-200 Мрад, 5-200 Мрад, 10-200 Мрад, 5-150 Мрад, 50-150 Мрад, 5-100 Мрад, 5-50 Мрад, 5-40 Мрад, 10-50 Мрад, 10-75 Мрад, 15-50 Мрад, 20-35 Мрад.

[0086] Відповідно до деяких варіантів реалізації відносно малі дози випромінювання
40 використовуються, наприклад, для збільшення молекулярної маси целюлозного або лігноцелюлозного матеріалу (з використанням будь-якого джерела радіації або комбінації джерел, що описані в даній заявці). Наприклад, використовують дозу щонайменше приблизно 0,05 Мрад, наприклад, щонайменше приблизно 0,1 Мрад або щонайменше приблизно 0,25 Мрад; 0,5 Мрад; 0,75 Мрад; 1,0 Мрад; 1,5 Мрад; 2,0 Мрад; 2,5 Мрад; 3,0 Мрад; 3,5 Мрад; 4,0
45 Мрад або щонайменше приблизно 5,0 Мрад. Відповідно до деяких варіантів реалізації опромінення виконують доти, поки матеріал не сприйме дозу між 0,1 Мрад та 2,0 Мрад, наприклад, між 0,5 Мрад та 4,0 Мрад або між 1,0 Мрад та 3,0 Мрад.

[0087] Також може бути бажане опромінення з множини напрямків одночасно або
50 послідовно для досягнення необхідного ступеня проникнення випромінювання в матеріал. Наприклад, залежно від щільності та вологовмісту матеріалу, такого як деревина, та типу джерела випромінювання, що використовується (наприклад, гамма-випромінювання або електронно-променеве випромінювання), максимальне проникнення випромінювання в матеріал може бути досягнуте тільки на глибину приблизно 0,75 дюйма (19,05 мм). У таких випадках ділянка матеріалу більшої товщини (до 1,5 дюйма (38,1 мм)) може бути опромінена у
55 перший сеанс опромінення з однієї сторони та потім, після перекидання матеріалу, з іншої сторони. Опромінення з множини напрямків, зокрема, може бути придатним при використанні електронно-променеве випромінювання, що опромінює швидше, ніж гамма-випромінювання, але зазвичай не досягає такої самої великої глибини проникнення.

НЕПРОЗОРИ ДЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ МАТЕРІАЛИ

[0088] Як описане вище, даний винахід може включати обробку матеріалу в сховищі та/або бункері, який сконструйований з використанням непрозорих для випромінювання матеріалів. Відповідно до деяких варіантів реалізації непрозорі для випромінювання матеріали вибирають таким чином, щоб мати можливість захистити компоненти від рентгенівського випромінювання з високою енергією (короткохвильового), що може проникати через багато матеріалів. Одним із важливих факторів при проектуванні кожуха, екрануючого випромінювання, є довжина загасання матеріалів, що використовуються, яка визначає необхідну товщину конкретного матеріалу, суміші матеріалів або шаруватої структури. Довжина загасання являє собою глибину проникнення, при якій випромінювання зменшується приблизно в $1/e$ (e = число Ейлера) разів у порівнянні з падаючим випромінюванням. Незважаючи на те, що фактично всі матеріали є непрозорими для випромінювання при достатній товщині, матеріали, що мають високий процентний вміст (наприклад, щільність) елементів, які мають високе значення Z (атомного числа), мають більш коротку довжину загасання випромінювання, та, таким чином, у випадку використання таких матеріалів може бути застосований більш тонкий та легкий екрануючий кожух. Прикладами матеріалів з високим значенням Z , які використовуються для радіаційного захисту, є тантал і свинець. Іншим важливим параметром у радіаційному захисті є половина відстані, що є товщиною конкретного матеріалу, який зменшує інтенсивність гамма-променів на 50 %. Наприклад, для рентгенівського випромінювання з енергією 0,1 MeV половина товщини становить приблизно 15,1 мм для бетону та приблизно 2,7 мм для свинцю, у той час як при енергії рентгенівського випромінювання 1 MeV половина товщини для бетону становить приблизно 44,45 мм та для свинцю приблизно 7,9 мм. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть бути матеріалами, які є товстими або тонкими, залежно від того, наскільки вони можуть зменшити випромінювання, що проходить через них у напрямку до іншої сторони. Таким чином, якщо необхідно, щоб конкретний кожух мав невелику товщину стінки, наприклад, для зменшення ваги або через обмеження розмірів, вибраний матеріал повинен мати достатнє значення Z та/або таку довжину загасання, щоб половина його довжини була менше необхідної товщини стінки кожуха або дорівнює їй.

[0089] У деяких випадках непрозорий для випромінювання матеріал може бути шаруватим матеріалом, наприклад, що містить шар матеріалу з високим значенням Z для забезпечення гарного екранування та шар матеріалу з низьким значенням Z для забезпечення інших властивостей (наприклад, структурної міцності, ударної міцності, та т.п.). У деяких випадках шаруватий матеріал може бути ламінатом "класу Z ", наприклад, що містить шаруватий матеріал, в якому шари забезпечують градієнт Z в діапазоні від послідовно розташованих елементів з високим значенням Z до елементів з низьким значенням Z . У деяких випадках непрозорі для випромінювання матеріали можуть бути зчеплені у блоки, наприклад, свинцеві та/або бетонні блоки можуть бути поставлені компанією NELCO Worldwide (м. Берлінгтон, штат Массачусетс), та можуть бути використані камери змінної конфігурації.

[0090] Непрозорий для випромінювання матеріал може зменшувати випромінювання, що проходить через конструкцію (наприклад, стіну, дах, стелю, кожух, їх послідовність або їх комбінації), сформовану з зазначеного матеріалу, на щонайменше приблизно 10 %, (наприклад, щонайменше приблизно 20 %, щонайменше приблизно 30 %, щонайменше приблизно 40 %, щонайменше приблизно 50 %, щонайменше приблизно 60 %, щонайменше приблизно 70 %, щонайменше приблизно 80 %, щонайменше приблизно 90 %, щонайменше приблизно 95 %, щонайменше приблизно 96 %, щонайменше приблизно 97 %, щонайменше приблизно 98 %, щонайменше приблизно 99 %, щонайменше приблизно 99,9 %, щонайменше приблизно 99,99 %, щонайменше приблизно 99,999 %) у порівнянні з падаючим випромінюванням. Таким чином, кожух, виконаний з непрозорого для випромінювання матеріалу, може зменшити опромінення встаткування/системи/ компонента на таку саму величину. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть включати нержавіючу сталь, метали зі значеннями Z вище 25 (наприклад, свинець, залізо), бетон, ґрунт, пісок та їх комбінації. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть формувати бар'єрний шар у напрямку падаючого випромінювання товщиною щонайменше приблизно 1 мм (наприклад, 5 мм, 10 мм, 5 см, 10 см, 100 см, 1 м, 10 м).

ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ

[0091] Тип випромінювання визначає види джерел випромінювання, що використовуються, а також пристроїв опромінення та супутнього встаткування. У способах, системах та устаткуванні, що описані в даній заявці, наприклад, для обробки матеріалів випромінюванням, можуть бути використані джерела, описані в даній заявці, а також будь-яке інше придатне для використання джерело.

[0092] Джерела гамма-променів містять радіонукліди, такі як ізотопи кобальту, кальцію, технецію, хрому, галію, індію, йоду, заліза, криптону, самарію, селену, натрію, талію та ксенону.

[0093] Джерела рентгенівських променів містять зіткнення електронного променя з металевими мішенями, такими як вольфрам, молібден або сплави, або компактні джерела світла, такі як виготовлені на комерційній основі компанією Lyncean.

[0094] Альфа частинки ідентичні ядрам атомів гелію та виробляються в результаті альфа-розпаду різних радіоактивних ядер, таких як ізотопи вісмуту, полонію, астатину, радону, францію, радію, деяких актинідів, таких як актиній, торій, уран, нептуній, кюрій, каліфорній, америцій та плутоній.

[0095] Джерела ультрафіолетового випромінювання містять дейтерієву або кадмієву лампи.

[0096] Джерела інфрачервоного випромінювання містять керамічні лампи з діафрагмою із сапфіра, цинку або селену.

[0097] Джерела мікрохвиль містять клістри, джерела Slevin RF-типу, або джерела атомних пучків, у яких використаний газоподібний водень, кисень або азот.

[0098] Прискорювачі, що використовуються, для прискорення частинок (наприклад, електронів або іонів), можуть бути типу DE (наприклад, електростатичного типу DC, електродинамічного типу DC), лінійного типу RF, магнітно-індукційними лінійними прискорювачами або прискорювачами з безперервною хвилею. Наприклад, у способах, що описані в даній заявці, можуть бути використані різні радіаційні прилади, включаючи джерела іонізації полем, електростатичні іонні сепаратори, генератори іонізації полем, термоіонні джерела випромінювання, мікрохвильові розрядні іонні джерела, рециркуляційні або статичні прискорювачі, динамічні лінійні прискорювачі, прискорювачі Ван-де-Граафа, прискорювачі Кокрофта-Уолтона (наприклад, прискорювачі PELLETRON®), прискорювачі LINACS, Динамитрони (наприклад, прискорювачі DYNAMITRON®), циклотрони, синхротрони, бетатрони, прискорювачі трансформаторного типу, мікротрони, плазмові генератори, каскадні прискорювачі та складені тандемні прискорювачі. Наприклад, прискорювачі циклотронного типу можуть бути придбані в компанії IBA, Бельгія, такі як система RHODOTRON™, у той час як прискорювачі типу DC можуть бути придбані в компанії RDI, тепер IBA Industrial, такі як DYNAMITRON®. Інші підходящі прискорювальні системи включають, наприклад: системи типу DC на основі трансформатора з ізольованою магнітною сіткою (ICT), які можуть бути придбані в компанії Nissin High Voltage (Японія); прискорювачі LINACS S-діапазону в компанії L3-PSD (США), Linac Systems (Франція); Mevex (Канада); Mitsubishi Heavy Industries (Японія); прискорювачі LINACS L-діапазону в компанії Iotron Industries (Канада); та прискорювачі на основі ILU у компанії Budker Laboratories (Росія). Іони та прискорювачі іонів розглянуті у публікаціях Introductory Nuclear Physics, Kenneth S. Krane, John Wiley & Sons, Inc. (1988), Krsto Prelec, FIZIKA B 6 (1997) 4, 177-206, Chu, William T., "Overview of Light-Ion Beam Therapy", м. Колумбус, штат Огайо, ICRU-IAEA Meeting, 18-20 March 2006, Iwata, Y. та ін., "Alternating-Phase-Focused 1H-DTL for Heavy-Ion Medical Accelerators", Proceedings of EPAC 2006, м. Единбург, Шотландія, Leitner, CM. та ін., "Status of the Superconducting ECR Ion Source Venus", Proceedings of EPAC 2000, м. Відень, Австрія. Деякі прискорювачі частинок та способи їх використання описані, наприклад, у патенті США № 7,931,784 (Medoff), повний опис якого за посиланням повністю включено в даний документ.

[0099] Електрони можна одержати за допомогою радіоактивних ядер, які перетерплюють бета-розпад, таких як ізотопи йоду, цезію, технецію та іридію. Альтернативно, як джерело електронів можна використати електронну гармату завдяки її термоелектронній емісії та прискорювати за допомогою прискорювального потенціалу. Електронна гармата генерує електрони, прискорюючи їх за рахунок великої різниці потенціалів (наприклад, більше ніж приблизно 500 тисяч вольт, більше ніж приблизно 1 мільйон вольт, більше ніж приблизно 2 мільйони вольт, більше ніж приблизно 5 мільйонів вольт, більше ніж приблизно 6 мільйонів вольт, більше ніж приблизно 7 мільйонів вольт, більше ніж приблизно 8 мільйонів вольт, більше ніж приблизно 9 мільйонів вольт або ще більше ніж 10 мільйонів вольт) та потім сканують їх магнітним способом у площині X-Y, в якій електрони спочатку прискорюються у напрямку Z вниз за трубою прискорювача та виходять через діафрагму з фольги. Сканування пучка електронів, що придатний для збільшення поверхні опромінення при опроміненні матеріалів, наприклад, біомаси, переміщеної через скануючий пучок. Сканування пучка електронів також дозволяє рівномірно розподілити теплове навантаження на діафрагмі та сприяє зменшенню руйнування діафрагми з фольги через місцеве нагрівання електронним пучком. Руйнування діафрагми з фольги може стати причиною значного часу простою через наступні необхідні відновлювальні роботи та повторний запуск електронної гармати.

[00100] Як джерело випромінювання може бути використаний пучок електронів. Пучок електронів має переваги високих рівнів доз (наприклад, 1, 5, або навіть 10 Мрад на секунду), високої продуктивності, меншої захисної ізоляції та меншої кількості ізолюючого встаткування. Пучки електронів також можуть мати високу електричну ефективність (наприклад, 80 %) та

5 забезпечувати знижене споживання енергії у порівнянні з іншими способами випромінювання, що може відображатися в зниженні вартості обробки та зменшенні викидів парникового газу відповідно до зменшеної кількості споживаної енергії. Пучки електронів можна генерувати, наприклад, за допомогою електростатичних генераторів, каскадних генераторів, трансформаторних генераторів, низькоенергетичних прискорювачів із скануючою системою,

10 низькоенергетичних прискорювачів з лінійним катодом, лінійних прискорювачів та імпульсних прискорювачів.

[00101] Електрони також можуть бути більш ефективними при зміні молекулярної структури вуглеводмісних матеріалів, наприклад, завдяки механізму розщеплення ланцюгів. Крім того, електрони, що мають енергію 0,5-10 MeV, можуть проникати крізь матеріали з низькою

15 щільністю, такі як матеріали біомаси, описані в даній заявці, наприклад, матеріали, що мають об'ємну щільність менше ніж $0,5 \text{ г/см}^3$ та глибину 0,3-10 см. Електрони можуть бути придатні як джерело іонізуючого випромінювання, наприклад, для відносно тонких кіп, шарів або смуг матеріалів товщиною, наприклад, менше ніж приблизно 0,5 дюйма (12,7 мм), наприклад, менше ніж приблизно 0,4 дюйма (10,2 мм), 0,3 дюйма (7,62 мм), 0,25 дюйма (6,35 мм) або менше ніж

20 приблизно 0,1 дюйма (2,54 мм). Відповідно до деяких варіантів реалізації енергія кожного електрона в електронному пучку становить від приблизно 0,3 MeV до приблизно 2,0 MeV (мільйонів електрон-вольтів), наприклад, від приблизно 0,5 MeV до приблизно 1,5 MeV, або від приблизно 0,7 MeV до приблизно 1,25 MeV. Способи опромінення матеріалів описані у публікації патентної заявки США № 2012/0100577 A1, що подана 18 жовтня 2011, весь опис якої

25 за посиланням повністю включено в даний документ.

[00102] Електронно-променеві пристрої опромінення можуть бути придбані на комерційній основі або побудовані. Наприклад, елементи або компоненти, такі котушки індуктивності, конденсатори, кожухи, джерела енергії, кабелі, монтажні дроти, системи для регулювання

30 напруги, елементи для керування електричним струмом, ізоляційний матеріал, мікроконтролери та охолоджуюче встаткування можуть бути придбані на комерційній основі та зібрані у пристрій. Крім того, саме придбаний на комерційній основі пристрій може бути змінений та/або пристосований для конкретного випадку використання. Наприклад, пристрої та компоненти можуть бути придбані у будь-якого з комерційних джерел, описаних, в даній заявці, включаючи Ion Beam Applications (м. Лувен-ла-Ньов, Бельгія), NHV Corporation (Японія), Titan Corporation (м. Сан-Дієго, штат Каліфорнія), Vivirad High Voltage Corp (м. Білеріка, штат Масачусетс) та/або

35 Budker Laboratories (Росія). Типова енергія електронів може становити 0,5 MeV, 1 MeV, 2 MeV, 4,5 MeV, 7,5 MeV або 10 MeV. Типова потужність пристрою для опромінення пучком електронів може становити 1 кВт, 5 кВт, 10 кВт, 20 кВт, 50 кВт, 60 кВт, 70 кВт, 80 кВт, 90 кВт, 100 кВт, 125 кВт, 150 кВт, 175 кВт, 200 кВт, 250 кВт, 300 кВт, 350 кВт, 400 кВт, 450 кВт, 500 кВт, 600 кВт, 700

40 кВт, 800 кВт, 900 кВт або навіть 1000 кВт. Прискорювачі, які можуть бути використані, містять виготовлені компанією NHV опромінювачі з електронами середньої енергії серій EPS-500 (наприклад, з напругою прискорювача 500 кВ і струмом пучка 65 мА, 100 мА або 150 мА), EPS-800 (наприклад, з напругою прискорювача 800 кВ і струмом пучка 65 мА або 100 мА) або EPS-1000 (наприклад, з напругою прискорювача 1000 кВ і струмом пучка 65 мА або 100 мА). Крім того, можуть бути використані виготовлені компанією NHV прискорювачі високоенергетичних серій, такі як EPS-1500 (наприклад, з напругою прискорювача 1500 кВ і струмом пучка 65 мА), EPS-2000 (наприклад, з напругою прискорювача 2000 кВ і струмом пучка 50 мА), EPS-3000 (наприклад, з напругою прискорювача 3000 кВ і струмом пучка 50 мА) та EPS-5000 (наприклад, з напругою прискорювача 5000 і струмом пучка 30 мА).

[00103] При виборі оптимальних характеристик потужності пристрою для опромінення електронним пучком враховують витрати на роботу, капітальні витрати, амортизаційні витрати та габаритну площу пристрою. При виборі оптимальних рівнів експозиційної дози опромінення електронним пучком враховують витрату енергії та питання екології, безпеки та здоров'я (ESH). Як правило, генератори розміщують в камері, наприклад, із свинця або бетону, спеціально

55 призначених для захисту від рентгенівських променів, які генеруються у процесі обробки. При виборі оптимальної енергії електронів враховують витрату енергії.

[00104] Пристрій для опромінення електронним пучком може генерувати або фіксований промінь, або скануючий промінь. Переважним може бути скануючий промінь з великою довжиною розгорнення сканування та високих швидкостей сканування, оскільки це може

60 ефективно замінити більшу ширину фіксованого променя. Крім того, доступна довжина

розгорнення 0,5 м, 1 м, 2 м або більше. Скануючий промінь є переважним у більшій частині варіантів реалізації, що описані в даній заявці, через збільшену ширину сканування та зменшену небезпеку локального перегріву та ушкодження вікон.

ЕЛЕКТРОННІ ГАРМАТИ - ДІАФРАГМИ

5 [00105] Система випущення для прискорювача електронів може включати діафрагми з двома шарами фольги. Охолоджуючий газ в системі випущення з діафрагмою, що містить два шари фольги, може бути продувним газом або сумішшю, наприклад, повітрям або чистим газом. Відповідно до одного варіанту реалізації газом є інертний газ, такий як азот, аргон, гелій та/або двоокис вуглецю. Переважним є використання газу замість рідини, оскільки у випадку

10 використання газу втрати енергії електронного пучка мінімізовані. Також можуть бути використані суміші чистого газу, або попередньо змішаний або змішаний у каналі перед подачею на діафрагми або у простір між діафрагмами. Охолоджуючий газ може бути охолоджений, наприклад, шляхом використання теплообмінної системи (наприклад, охолоджувача) та/або шляхом використання випаровування зрідженого газу (наприклад, рідкого азоту, рідкого гелію).

НАГРІВАННЯ ТА ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ ПРИ ОБРОБЦІ ОПРОМІНЕННЯМ

[00106] При непружних зіткненнях у біомасі при зіткненнях електронів пучка електронів може відбуватися декілька процесів. Наприклад, відбувається іонізація матеріалу, розщеплення ланцюга полімерів у матеріалі, поперечне зшивання полімерів у матеріалі, окислювання

20 матеріалу, генерація рентгенівських променів ("гальмівного випромінювання") та вібраційне порушення молекул (наприклад, генерація фононів). Не вдаючись у подробиці конкретного механізму дії, можна вважати, що в результаті деяких із цих ефектів непружного зіткнення, наприклад іонізації, розщеплення ланцюга полімерів, окислювання та генерації фононів відбувається зниження опору обробці. Деякі з ефектів (наприклад, зокрема генерація рентгенівських променів), вимагають екранування та створення бар'єрів, наприклад, укладаючи процеси опромінення в камеру з бетону (або іншого непрозорого для випромінювання матеріалу). Інший ефект опромінення, вібраційного порушення, еквівалентний нагріванню зразка. Нагрівання зразка опроміненням може сприяти зниженню опору обробці, але перегрів може зруйнувати матеріал, як буде описано нижче.

30 [00107] Адіабатичне збільшення температури (ΔT) в результаті поглинання іонізуючого випромінювання описується рівнянням: $\Delta T = D/C_p$, де D – середня доза в КГр, C_p – теплоємність в Дж/(г·°C), і ΔT – зміна температури в °C. Теплоємність типового сухого матеріалу біомаси становить близько 2 Дж/(г·°C). Волога біомаса має більш високу теплоємність, що залежить від її вологовмісту, оскільки, теплоємність води дуже висока (4,19 Дж/(г·°C)). Метали мають дуже низьку теплоємність, наприклад, теплоємність нержавіючої сталі марки 304 становить 0,5 Дж/(г·°C). Зміна температури через миттєве поглинання випромінювання у біомасі та нержавіючій сталі для різних доз випромінювання показані в Таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункове збільшення температури для біомаси та нержавіючої сталі

Доза (Мрад)	Розрахункове ΔT біомаси (°C)	ΔT сталі (°C)
10	50	200
50	250	1000
100	500	2000
150	750	3000
200	1000	4000

40 [00108] Високі температури можуть руйнувати та/або модифікувати біополімери у біомасі таким чином, що полімери (наприклад, целюлоза) можуть бути невідповідними для подальшої обробки. Біомаса, що піддається дії високих температур, може стати темною, липкою та випускати запахи, що вказують на її розкладання. Липкість навіть може ускладнити транспортування матеріалу. Запахи можуть бути неприємними та можуть створювати проблему безпеки. Фактично, було виявлено, що у процесах, які описані в даній заявці, доцільно

45 підтримувати біомасу при температурі нижче приблизно 200 °C (наприклад, нижче приблизно 190 °C, нижче приблизно 180 °C, нижче приблизно 170 °C, нижче приблизно 160 °C, нижче приблизно 150 °C, нижче приблизно 140 °C, нижче приблизно 130 °C, нижче приблизно 120 °C, нижче приблизно 110 °C, між приблизно 60 °C і 180 °C, між приблизно 60 °C і 160 °C, між приблизно 60 °C і 150 °C, між приблизно 60 °C і 140 °C, між приблизно 60 °C і 130 °C, між

50 приблизно 60 °C і 120 °C, між приблизно 80 °C і 180 °C, між приблизно 100 °C і 180 °C, між

приблизно 120 °C і 180 °C, між приблизно 140 °C і 180 °C, між приблизно 160 °C і 180 °C, між приблизно 100 °C і 140 °C, між приблизно 80 °C і 120 °C).

[00109] Було виявлено, що для процесів, які описані в даній заявці (наприклад, для зниження опору обробці), необхідне опромінення з дозою вище приблизно 10 Мрад. Висока пропускна здатність також є бажаною, щоб опромінення не стало вузьким місцем у процесі обробки біомаси. Обробка підпорядковується рівнянню потужності дози опромінення: $M = FP/D \cdot \text{час}$, де M – маса опроміненого матеріалу (кг), F – частка поглиненої потужності (безрозмірна величина), P – потужність випромінювання (кВт = напруга в МеВ x електричний струм у мА), час – час обробки (сек.) та D – поглинена доза (КГр). У прикладі процесу, в якому частка поглиненої потужності є фіксованою, потужність випромінювання є постійною та необхідна певна доза, пропускну здатність (наприклад, M , обробленої біомаси) можна підвищити шляхом збільшення часу опромінення. Однак збільшення часу опромінення без забезпечення можливості охолодження матеріалу може призвести до надмірного нагрівання матеріалу, як проілюстровано за допомогою розрахунків, показаних вище. Оскільки біомаса має низьку теплопровідність (менше ніж приблизно $0,1 \text{ Втм}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$), розсіювання тепла відбувається повільно, на відміну від розсіювання тепла, наприклад, металами (більше ніж приблизно $10 \text{ Втм}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$), які можуть розсіювати енергію швидко, за умови, що є стік тепла для передачі енергії.

ЕЛЕКТРОННІ ГАРМАТИ - ОБМЕЖУВАЧІ ПУЧКА

[00110] Відповідно до деяких варіантів реалізації запропоновані системи та способи включають обмежувачі пучка (наприклад, затвор). Наприклад, обмежувач пучка може бути використаний для швидкого припинення або зменшення опромінення матеріалу без вимикання електронно-променевого пристрою. Відповідно до іншого варіанту реалізації обмежувач пучка може бути використаний при включенні пучка електронів, наприклад, обмежувач пучка може зупинити пучок електронів, поки електричний струм пучка не досяг необхідного рівня. Обмежувач пучка може бути розміщений між першою діафрагмою з фольги та другою діафрагмою з фольги. Наприклад, обмежувач пучка може бути встановлений з можливістю переміщення, тобто, таким чином, що він може бути переміщений на траєкторію пучка та прибралий з цієї траєкторії пучка. Навіть часткове перекриття пучка може бути використане, наприклад, для регулювання дози опромінення. Обмежувач пучка може бути встановлений на днищі, на транспортері для біомаси, прикріплений до стіни, до пристрою опромінення (наприклад, до скануючого розтруба) або до будь-якої опорної конструкції. Переважно обмежувач пучка зафіксований відносно скануючого розтруба таким чином, щоб обмежувачем пучка можна було ефективно регулювати. Обмежувач пучка може включати шарнір, рейку, колеса, прорізи або інші засоби, що дозволяють йому функціонувати при переміщенні у пучок та з пучка. Обмежувач пучка може бути виконаний з будь-якого матеріалу, що затримує щонайменше 5 % електронів, наприклад, щонайменше 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, щонайменше 80 %, 85 %, 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 % або навіть приблизно 100 % електронів.

[00111] Обмежувач пучка може бути виконаний з металу, включаючи крім іншого нержавіючу сталь, свинець, залізо, молібден, срібло, золото, титан, алюміній, олово або їх сплави, або ламінатів (шаруватих матеріалів), виготовлених із застосуванням зазначених металів (наприклад, керамічного матеріалу з металевим покриттям, полімеру з металевим покриттям, композиційного матеріалу з металевим покриттям, багатшарових металевих матеріалів).

[00112] Обмежувач пучка може бути охолоджений, наприклад текучим середовищем, що охолоджується, таким як водяний розчин або газ. Обмежувач пучка може бути частково або повністю порожнім, наприклад, мати порожнини. Внутрішні порожнини обмежувача пучка можуть бути використані для охолоджуючих текучих середовищ і газів. Обмежувач пучка може мати будь-яку форму, включаючи плоску, вигнуту, круглу, овальну, квадратну, прямокутну, скошену та клиноподібну форми.

[00113] Обмежувач пучка може мати перфораційні отвори для забезпечення можливості проходження через обмежувач деякої частини електронів та в такий спосіб регулювати (наприклад, зменшувати) рівні опромінення за всією площею діафрагми або в конкретних областях діафрагми. Обмежувач пучка може являти собою мережу, наприклад, з волокон або дроту. Множини обмежувачів пучка можуть бути використані спільно або незалежно для керування опроміненням. Обмежувачем пучка можна керувати дистанційно, наприклад, за допомогою бездротового або провідного з'єднання з двигуном для переміщення обмежувача пучка в різні положення.

ПОГЛИНАЧІ ПУЧКА

[00114] Варіанти реалізації, описані в даній заявці, також можуть включати поглинач пучка. Призначення поглинач пучка полягає у безпечному поглинанні пучка заряджених частинок.

Поглинач пучка може бути використаний як обмежувач пучка для блокування пучка заряджених частинок. Однак, поглинач пучка є набагато більш міцним, ніж обмежувач пучка, та призначений для блокування повної потужності електронного пучка протягом тривалого періоду часу. Вони часто використовуються для блокування пучка під час запуску прискорювача.

5 [00115] Поглиначі пучка також призначені для поглинання тепла, що виділяється такими пучками, та зазвичай виконані з матеріалів, таких як мідь, алюміній, вуглець, берилій, вольфрам або ртуть. Поглиначі пучка можуть бути охолоджені, наприклад, шляхом використання охолоджуючого текучого середовища, що перебуває в тепловому контакті з поглиначем пучка.

МАТЕРІАЛИ БІОМАСИ

10 [00116] Лігноцелюлозні матеріали містять крім іншого деревину, пресовану деревину, деревні відходи (наприклад, деревні обпилювання, осичники, деревні стружки), трави, (наприклад, просо прутіподібне, китайський очерет, спартину витончену, канаркову траву трубоподібну), зернові відходи, (наприклад, рисове лушпиння, лушпиння вівса, полову пшениці, лушпиння ячменя), відходи сільськогосподарського виробництва (наприклад, силос, солому

15 каноли, солому пшениці, солому ячменя, солому вівса, солому рису, джут, коноплю, льон, бамбук, сизаль, абаку, серцевини кукурудзяних качанів, кукурудзяну солому, соєву солому, кукурудзяні волокна, люцерну, сіно, кокосові волокна), відходи цукрового виробництва (наприклад, макуха цукрового очерету, бурячний гніт, макуха агави), водорості, морські водорості, гній, стічні води та суміші будь-чого з перерахованого вище.

20 [00117] В деяких випадках лігноцелюлозний матеріал включає стрижні кукурудзяних качанів. Подрібнені або роздроблені молотом стрижні кукурудзяних качанів можуть бути рівномірно розподілені у вигляді шару відносно рівномірної товщини для опромінення, після якого їх легко диспергувати в матеріалі для подальшої обробки. Для полегшення збору врожаю та складування в деяких випадках використовують кукурудзяну рослину повністю, включаючи

25 стебло, зерна та в деяких випадках навіть кореневу систему рослини.

[00118] Переважно ніякі додаткові живильні речовини (крім джерел азоту, наприклад, сечовини або аміаку) не використовуються під час ферментації стрижнів кукурудзяних качанів або целюлозних або лігноцелюлозних матеріалів, що містять значну кількість стрижнів кукурудзяних качанів.

30 [00119] Стрижні кукурудзяних качанів, перед подрібненням та після нього, легше транспортувати та диспергувати та вони проявляють меншу схильність до утворення вибухових сумішей у повітрі у порівнянні з іншими целюлозними або лігноцелюлозними матеріалами, такими як сіно та трава.

[00120] Целюлозні матеріали містять, наприклад, папір, паперові вироби, паперові відходи, паперову пульпу, пігментні папери, крейдовані папери, папери з покриттям, папери з наповнювачем, журнали, друкований матеріал (наприклад, книги, каталоги, керівництва, етикетки, календарі, вітальні листівки, брошури, проспекти, газетний папір), папір для принтерів, папір з полімерним покриттям, пачки карток, щільний папір, картон, матеріали з високим

40 вмістом целюлози, такі як вата, та суміші будь-яких з них. Наприклад, паперові вироби описані в заявці США № 13/396,365 ("Magazine Feedstocks" (Medoff та ін., що подана 14 лютого 2012), повний опис якої за посиланням повністю включено в даний документ.

[00121] Целюлозні матеріали також можуть включати лігноцелюлозні матеріали, які частково або повністю делігніфіковані.

[00122] У деяких випадках можуть бути використані інші матеріали біомаси, наприклад, крохмальні матеріали. Крохмальні матеріали містять сам крохмаль, наприклад, кукурудзяний крохмаль, пшеничний крохмаль, картопляний крохмаль або рисовий крохмаль, похідні крохмалю або матеріал, що включає крохмаль, такі як харчові продовольчі продукти або відходи. Наприклад, крохмальний матеріал може являти собою аракачу, гречану крупу, банани, ячмінь, маніоку, Пуерарію лопатеву, бамію, саго, сорго звичайне, звичайну домашню картоплю,

50 батат, колоказію, ямс або одну або більшу кількість бобових, таких як кінські боби, сочевиця або горох. Композиції будь-яких двох або більшої кількості крохмальних матеріалів також є крохмальними матеріалами. Також можуть бути використані суміші крохмальних, целюлозних та/або лігноцелюлозних матеріалів. Наприклад, біомаса може бути всією рослиною, частиною рослини або різними частинами рослини, наприклад, пшеничної рослини, бавовняної рослини, кукурудзяної рослини, рисової рослини або дерева. Крохмальні матеріали можуть бути оброблені будь-яким із способів, описаних в даній заявці.

[00123] Мікробні матеріали, які можуть бути використані як сировина, можуть включати крім іншого будь-який природний або генетично модифікований мікроорганізм або організм, що містить джерело вуглеводів (наприклад, целюлозу) або здатний забезпечити джерело

60 вуглеводів, наприклад, найпростіші, наприклад, найпростіші тварини (наприклад, найпростіші

тваринні організми, такі як джгутикові, амебоподібні, війчасті та спорові), та найпростіші рослини (наприклад, морські водорості, такі як альвеоларні, хлорарахнофітові, криптомонадові, еугленіди, глаукофіти, гаптофіти, червоні водорості, страменофіти та зелені водорості). Інші приклади включають морські водорості, планктон (наприклад, макропланктон, мезопланктон, мікропланктон, нанопланктон, пікопланктон і фемтопланктон), фітопланктон, бактерії (наприклад, грампозитивні бактерії, грамнегативні бактерії та екстремофіли), дріжджі та/або їх суміші. У деяких випадках мікробна біомаса може бути отримана з природних джерел, наприклад, океану, озер, водойм, наприклад, солоної води або чистої води, або на землі. Відповідно до іншого варіанту реалізації або на додаток до даного мікробна біомаса може бути отримана з систем культивування, наприклад, великомасштабних систем сухого та вологого культивування та ферментації.

[00124] Відповідно до інших варіантів реалізації матеріали біомаси, такі як целюлозні, крохмалісті та лігноцелюлозні сировинні матеріали, можуть бути отримані з трансгенних мікроорганізмів і рослин, які є модифікованими відносно сорту дикого типу. Такі модифікації можна здійснити, наприклад, у результаті повторюваних стадій селекції та розведення для одержання в рослині необхідних ознак. Крім того, генетичний матеріал рослини може бути вилучений, модифікований, подавлений та/або доповнений різновидами дикого типу. Наприклад, генетично модифіковані рослини можуть бути вироблені способами рекомбінації ДНК, відповідно до яких генетичне модифікування включає введення або модифікування конкретних генів батьківських сортів, або, наприклад, шляхом використання трансгенного розведення, при якому в рослину вводять специфічний ген або гени з іншого виду рослин та/або бактерій. Інший спосіб створення генетичної мінливості полягає в мутаційному розведенні, при якому нові алелі штучно створюються з ендегенних генів. Штучні гени можуть бути створені різними способами, включаючи обробку рослин або насіння, наприклад, хімічними мутагенами (наприклад, з використанням алкілюючих агентів, епоксидів, алкалоїдів, перексидів, формальдегіду), опромінення (наприклад, рентгенівське опромінення, гамма-опромінення, нейтронами, бета-частинками, альфа-частинками, протонами, дейтонами, ультрафіолетовим опроміненням) та тепловий удар або застосування іншого зовнішнього навантаження та наступних методів селекції. Інші способи одержання модифікованих генів реалізують із застосуванням ПЛР зі зниженою точністю та перестановкою в ДНК з наступною вставкою необхідної модифікованої ДНК у бажані рослину або насіння. Способи внесення необхідної генетичної мінливості в насіння або рослину містять, наприклад, використання бактеріального носія, балістичну трансфекцію, осадження фосфату кальцію, електропорацію, генне зрощування, придушення експресії генів, ліпофекцію, мікроін'єкцію та застосування вірусних носіїв. Додаткові генетично модифіковані матеріали описані в заявці США № 13/396,369, що подана 14 лютого 2012, повний опис якої за посиланням повністю включено в даний документ.

[00125] Будь-який з способів, описаних в даній заявці, може бути здійснений з сумішами будь-яких матеріалів біомаси, описаних в даній заявці.

ІНШІ МАТЕРІАЛИ

[00126] Інші матеріали (наприклад, натуральні або синтетичні матеріали), наприклад, полімери можуть бути оброблені та/або виготовлені з використанням способів, обладнання та систем, що описані в даній заявці. Наприклад, поліетилен (наприклад, лінійний етилен низької щільності та поліетилен підвищеної щільності), полістироли, сульфовані полістироли, полі(вінілхлорид), поліестери (наприклад, нейлони, DACRON™, KODEL™), складні ефіри поліалкілену, складні ефіри полівінілового спирту, поліаміди (наприклад, KEVLAR™), поліетилентерефталат, ацетат целюлози, ацеталь, поліакрилонітрил, полікарбонати (наприклад, LEXAN™), акрилові смоли [наприклад, полі(метил метакрилат), поліакрилонітрили], поліуретани, поліпропілен, полібутадієн, поліізобутилен, поліакрилонітрил, поліхлоропрен (наприклад, неопрен), полі(cis-1,4-ізопрен) [наприклад, натуральний каучук], полі(транс-1,4-ізопрен) [наприклад, гутаперча], фенолформальдегід, меламінформальдегід, епоксиди, поліефіри, поліаміни, багатоосновні карбонові кислоти, полімолочні кислоти, полівінілові спирти, поліангідриди, багатофтористі вуглеводні (наприклад, TEFLON™), силікони (наприклад, силіконовий каучук), полісилани, прості поліефіри (наприклад, поліетиленоксид, поліпропіленоксид), віск, нафта та їх суміші. Також у даний список можуть бути включені пластики, гуми, пружні полімери, волокна, віск, гелі, нафта, адгезиви, термопласти, терморективні матеріали, біорозкладені полімери, смоли, виготовлені з використанням цих полімерів, інших полімерів, інших матеріалів та їх комбінацій. Полімери можуть бути виготовлені будь-яким придатним способом, включаючи катіонну полімеризацію, аніоноактивну полімеризацію, радикальну полімеризацію, полімеризацію за механізмом метатезису, полімеризацію з розкриттям кільця, прищеплювальну полімеризацію, адитивну полімеризацію.

В деяких випадках способи обробки, описані в даній заявці, можуть бути використані, наприклад, для радикально ініційованої прищеплювальної полімеризації та утворення поперечних зв'язків. Також можуть бути оброблені та/або виготовлені суміші полімерів, наприклад, зі склом, металами, біомасою (наприклад, волокнами, частинками), керамікою.

5 [00127] Іншими матеріалами, які можуть бути оброблені з використанням способів, систем та обладнання, описаних в даній заявці, є керамічні матеріали, мінерали, метали, неорганічні сполуки. Це, наприклад, кристали кремнію та германію, нітридів кремнію, оксиди металу, напівпровідники, ізолятори, цементи та/або провідники.

10 [00128] Крім того, можуть бути оброблені виготовлені багатошарові або профільовані матеріали (наприклад, формовані, екструдовані, з'єднані зварюванням, з'єднані ковкою, нашаровані або комбіновані будь-яким способом), наприклад, кабелі, трубопроводи, панелі, корпуси, вбудовані напівпровідникові чіпи, монтажні плати, лінії, шини, діафрагми, багатошарові матеріали, редуктори, стрічки, машини та їх комбінації. Наприклад, обробка матеріалу способами, описаними в даній заявці, дозволяє модифікувати поверхні, наприклад, робити їх

15 придатними для подальшої функціоналізації, комбінації (наприклад, зварюючи), та/або обробка може бути використана для утворення поперечних зв'язків у матеріалах.

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛУ БІОМАСИ - МЕХАНІЧНІ СПОСОБИ ОБРОБКИ

20 [00129] Біомаса може перебувати в сухій формі, наприклад, містити менше ніж приблизно 35 % вологи (наприклад, менше ніж приблизно 20 %, менше ніж приблизно 15 %, менше ніж приблизно 10 %, менше ніж приблизно 5 %, менше ніж приблизно 4 %, менше ніж приблизно 3 %, менше ніж приблизно 2 % або навіть менше ніж приблизно 1 %). Біомаса також може поставлятися у вологому стані, наприклад, у вигляді вологої твердої речовини, шламу або суспензії з вмістом твердих частинок щонайменше приблизно 10 % мас. (наприклад, щонайменше приблизно 20 % мас., щонайменше приблизно 30 % мас., щонайменше приблизно

25 40 % мас., щонайменше приблизно 50 % мас., щонайменше приблизно 60 % мас., щонайменше приблизно 70 % мас.).

[00130] Матеріал, який повинен бути оброблений, наприклад, матеріал біомаси, може бути матеріалом у вигляді частинок. Наприклад, із середнім розміром частинок більше щонайменше

30 приблизно 0,25 мм (наприклад, щонайменше приблизно 0,5 мм, щонайменше приблизно 0,75 мм) та менше приблизно 6 мм (наприклад, менше приблизно 3 мм, менше приблизно 2 мм). Відповідно до деяких варіантів реалізації це досягається механічним способом, наприклад, як описано в даній заявці.

[00131] У способах, описаних в даній заявці, можуть бути використані матеріали, що мають низьку об'ємну щільність, наприклад, целюозна або лігноцелюозна сировина, що фізично попередньо оброблена для досягнення об'ємної щільності менше ніж приблизно 0,75 г/см³, наприклад, менше, ніж приблизно 0,7; 0,65; 0,60; 0,50; 0,35; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10; 0,05 або менше, наприклад, ніж приблизно 0,025 г/см³. Об'ємна щільність визначена за допомогою ASTM D1895B. Стисло, спосіб включає заповнення градуйованого циліндра, що має відомий об'єм,

40 зразком та вимірювання маси зразка. Об'ємну щільність обчислюють шляхом розподілу маси зразка в грамах на відомий об'єм циліндра в кубічних сантиметрах. Якщо буде потреба матеріали з низькою об'ємною щільністю можуть бути ущільнені, наприклад, способами, описаними Medoff у патенті США № 7,971,809, що опублікований 5 липня 2011, опис якого за посиланням повністю включено в даний документ.

[00132] У деяких випадках попередня обробка включає просіювання матеріалу біомаси. Просіювання може бути здійснене з використанням сітки або перфорованої пластини з необхідним розміром отворів, наприклад, менше ніж приблизно 6,35 мм (1/4 дюйма, 0,25 дюйма), (наприклад, менше ніж приблизно 3,18 мм (1/8 дюйма; 0,125 дюйма), менше ніж

50 приблизно 1,59 мм (1/16 дюйма; 0,0625 дюйма), менше ніж приблизно 0,79 мм (1/32 дюйма; 0,03125 дюйма), наприклад, менше ніж приблизно 0,51 мм (1/50 дюйма; 0,02000 дюйма), менше ніж приблизно 0,40 мм (1/64 дюйма; 0,015625 дюйма), менше ніж приблизно 0,23 мм (0,009 дюйма), менше ніж приблизно 0,20 мм (1/128 дюйма; 0,0078125 дюйма), менше ніж приблизно 0,18 мм (0,007 дюйма), менше ніж приблизно 0,13 мм (0,005 дюйма), або навіть менше ніж приблизно 0,10 мм (1/256 дюйма; 0,00390625 дюйма)). Відповідно до одного варіанту реалізації необхідна біомаса провалюється через перфораційні отвори або сито, та, таким чином, біомаса,

55 розмір якої більше, ніж перфораційні отвори або сито, не піддається опроміненню. Такі більші матеріали можуть бути піддані повторній обробці, наприклад, шляхом подрібнення або можуть бути просто бути вилучені з процесу обробки. Відповідно до іншого варіанту реалізації матеріал, розмір якого більше розміру перфораційних отворів, підлягає опроміненню, а більш дрібний матеріал видаляють шляхом просіювання або використовують повторно. У даному варіанті

60 реалізації сам транспортер, такий як вібраційний транспортер, (або, наприклад, частина

транспортера) може бути перфорованим або виготовлений із застосуванням сітки. Наприклад, відповідно до одного варіанту реалізації матеріал біомаси може бути вологим, та зазначені перфораційні отвори або сітка забезпечують можливість стікання води з біомаси перед опроміненням.

5 [00133] Просіювання матеріалу також може бути виконане ручним способом, наприклад, за участю оператора, або за допомогою механічного пристрою (наприклад, автомата, обладнаного датчиком кольору, відображення або іншим датчиком), що видаляє небажаний матеріал. Просіювання також може бути магнітним просіюванням, причому магніт розміщають поряд із матеріалом, що транспортується, та магнітний матеріал видаляють шляхом магнітного впливу.

10 [00134] Додаткова попередня обробка може включати нагрівання матеріалу. Наприклад, частина транспортера, що переміщує біомасу або інший матеріал, може проходити через зону нагрівання. Зона нагрівання може бути створена, наприклад, за допомогою інфрачервоного випромінювання, мікрохвиль, спалювання (наприклад, газу, вугілля, нафти, біомаси), резистивного нагрівання та/або індукційними котушками. Тепло може бути застосоване з однієї
15 сторони або більше ніж з однієї сторони та може бути безперервним або періодичним, і/або може бути застосовано тільки до частини матеріалу або до всього матеріалу. Наприклад, частина транспортуючого лотка може бути нагріта за допомогою нагрівальної сорочки. Нагрівання може бути здійснене, наприклад, з метою сушіння матеріалу. У випадку сушіння матеріалу зазначене сушіння можна полегшити, при нагріванні або без нього, за рахунок
20 переміщення газу (наприклад, повітря, азоту, кисню, CO₂, аргону, гелію) над біомасою та/або через біомасу при її транспортуванні.

[00135] Додатково, попередня обробка може включати охолодження матеріалу. Охолодження матеріалу описане Medoff у патенті США № 7,900,857, що опублікований 8 березня 2011, опис якого за посиланням повністю включено в даний документ. Наприклад,
25 охолодження може бути здійснене шляхом подачі охолоджуючого текучого середовища, наприклад води (наприклад, з гліцерином) або азоту (наприклад, рідкого азоту) у нижню частину транспортуючого лотка. Відповідно до іншого варіанту реалізації охолоджуючий газ, наприклад, охолоджений азот, може продуватися поверх матеріалу біомаси або під конвеєром.

[00136] Інший спосіб додаткової попередньої обробки може включати додавання матеріалу
30 в біомасу або іншу сировину. Додатковий матеріал може бути доданий, наприклад, шляхом зрошення, розбризкування та/або вливання матеріалу в біомасу при її транспортуванні. Матеріали, які можуть бути додані у біомасу, містять, наприклад, метали, кераміку та/або іони, як описано у публікаціях патентних заявок США № 2010/0105119 A1 (що подана 26 жовтня 2009) та № 2010/0159569 A1 (що подана 16 грудня 2009), всі описи яких за посиланням
35 повністю включені в даний документ. Додаткові матеріали, які можуть бути додані, містять кислоти та основи. Іншими матеріалами, які можуть бути додані, є окислювачі (наприклад, пероксиди, хлорати), полімери, мономери, що полімеризуються (наприклад, що мають ненасичені зв'язки), вода, каталізатори, ферменти та/або організми. Матеріали можуть бути додані, наприклад, у чистій формі, у вигляді розчину в розчиннику (наприклад, воді або органічному розчиннику) та/або у вигляді розчину. У деяких випадках розчинник є летучим і
40 може бути випаруваний, наприклад, нагріванням і/або продуванням газу, як описано вище. Доданий матеріал може формувати на біомасі рівномірне покриття або може являти собою гомогенну суміш різних компонентів (наприклад, біомаси та доданого матеріалу). Доданий матеріал може регулювати наступну стадію опромінення шляхом збільшення ефективності опромінення, демпфування опромінення або зміни властивостей опромінення (наприклад, від пучків електронів до рентгенівського випромінювання або нагрівання). Спосіб може не здійснювати впливу на опромінення, але може бути придатним для подальшої послідовної обробки. Доданий матеріал може сприяти транспортуванню матеріалу, наприклад, за рахунок
45 зниження рівнів пилу.

50 [00137] Біомаса може бути доставлена до транспортера (наприклад, до вібраційних транспортерів, які можуть бути використані в камерах, що описані в даній заявці) стрічковим транспортером, пневматичним транспортером, гвинтовим транспортером, бункером, трубопроводом, вручну або за допомогою комбінації перерахованого вище. Біомаса, наприклад, може бути скинута, вилита, розбризкана та/або розміщена на вібраційний транспортер будь-
55 яким із зазначених способів. Відповідно до деяких варіантів реалізації матеріал доставляють до транспортера з використанням укладеної в кожух системи розподілу матеріалу для підтримування атмосфери зі зниженим вмістом кисню та/або зменшення запиленості та зважених частинок. Зважені або суспендовані в повітрі дрібні частки біомаси та пилу є небажаними, оскільки вони можуть створити небезпеку вибуху або пошкодити фольгу
60 діафрагми електронної гармати (якщо такий пристрій використовується для обробки матеріалу).

[00138] Матеріал може бути вирівняний для формування рівномірної товщини в діапазоні від приблизно 0,0312-5 дюймів (0,79-127 мм) до 5 дюймів (приблизно 127 мм) (наприклад, приблизно 0,0625-2 дюйма (1,6-50,8 мм); приблизно 0,125-1 дюйм (3,2-25,4 мм); приблизно 0,125-0,5 дюйма (3,2-12,7 мм); приблизно 0,3-0,9 дюйма (7,62-22,86 мм); приблизно 0,2-0,5 дюйма (5,08-12,7 мм); приблизно 0,25-1,0 дюйм (6,35-25,4 мм); приблизно 0,25-0,5 дюйма (6,35-12,7 мм); 0,100 +/-0,025 дюйма (2,54 +/-0,635 мм); 0,150 +/-0,025 дюйма (3,81 +/-0,635 мм); 0,200 +/-0,025 дюйма (5,08 +/-0,635 мм); 0,250 +/-0,025 дюйма (6,35 +/-0,635 мм); 0,300 +/-0,025 дюйма (7,62 +/-0,635 мм); 0,350 +/-0,025 дюйма (8,89 +/-0,635 мм); 0,400 +/-0,025 дюйма (10,16 +/-0,635 мм); 0,450 +/-0,025 дюйма (11,43 +/-0,635 мм); 0,500 +/-0,025 дюйма (12,7 +/-0,635 мм); 0,550 +/-0,025 дюйма (13,97 +/-0,635 мм); 0,600 +/-0,025 дюйма (15,24 +/-0,635 мм); 0,700 +/-0,025 дюйма (17,78 +/-0,635 мм); 0,750 +/-0,025 дюйма (19,05 +/-0,635 мм); 0,800 +/-0,025 дюйма (20,32 +/-0,635 мм); 0,850 +/-0,025 дюйма (21,59 +/-0,635 мм); 0,900 +/-0,025 дюйма (22,86 +/-0,635 мм) або 0,900 +/-0,025 дюйма (22,86 +/-0,635 мм)).

[00139] В цілому, для максимізації пропускної спроможності переважно транспортувати матеріал через пучок електронів якнайшвидше. Наприклад, матеріал може бути транспортований з швидкостями, що становлять щонайменше 1 фут/хв (0,305 м/хв), наприклад, щонайменше 2 фут/хв (0,61 м/хв), щонайменше 3 фут/хв (0,915 м/хв), щонайменше 4 фут/хв (1,22 м/хв), щонайменше 5 фут/хв (1,525 м/хв), щонайменше 10 фут/хв (3,05 м/хв), щонайменше 15 фут/хв (4,575 м/хв), щонайменше 20 фут/хв (6,1 м/хв), щонайменше 25 фут/хв (7,625 м/хв), щонайменше 30 фут/хв (9,15 м/хв), щонайменше 35 фут/хв (10,7 м/хв), щонайменше 40 фут/хв (12,2 м/хв), щонайменше 45 фут/хв (13,7 м/хв), щонайменше 50 фут/хв (15,25 м/хв). Швидкість транспортування пов'язана з струмом пучка, наприклад, для біомаси товщиною 0,25 дюйма (0,635 см) та при струмі пучка 100 мА транспортер може переміщуватись з швидкістю приблизно 20 фут/хв (6,1 м/хв) для забезпечення належної дози опромінення, та при струмі 50 мА транспортер може переміщуватись з швидкістю приблизно 10 фут/хв (3,05 м/хв) для забезпечення приблизно тієї ж самої дози опромінення.

[00140] Після переміщення матеріалу біомаси через зону опромінення може бути виконана додаткова наступна обробка. Додаткова наступна обробка може бути, наприклад, процесом, описаним відносно обробки шляхом попереднього опромінення. Наприклад, біомаса може бути оброблена шляхом просіювання, нагрівання, охолодження та/або об'єднання з добавками. Винятково після опромінення може бути виконане гасіння радикалів, наприклад, гасіння радикалів шляхом додавання текучих середовищ (наприклад, кисню, реактивних рідин), при застосуванні тиску, теплоти, та/або додаванням акцепторів радикалів. Наприклад, біомаса може бути транспортована з укладеного в кожух транспортера та може бути піддана обробці газом (наприклад, киснем), під дією якого в ній відбувається гасіння з формуванням карбоксильованих груп. Відповідно до одного варіанту реалізації біомаса під час опромінення піддається впливу хімічно активного газу або текучого середовища. Гасіння біомаси, яка піддалася опроміненню, описане у патенті США № 8,083,906, що опублікований 27 грудня 2011, який за посиланням повністю включений у даний документ.

[00141] Якщо буде потреба на додаток до опромінення можуть бути використані один або більша кількість способів механічної обробки для подальшого зменшення опору обробці вуглеводмісного матеріалу. Ці процеси можуть бути застосовані перед опроміненням, під час та/або після нього.

[00142] У деяких випадках, механічна обробка може включати початкову підготовку сировини, що виконують відразу після її приймання, наприклад, зменшення розміру матеріалів, таке як подрібнення, наприклад, розрізуванням, розмелюванням, зсувним деформуванням, порошкуванням або дробленням. Наприклад, у деяких випадках пухка сировина (наприклад, рецикльований папір, крохмалисті матеріали або просо прутіподібне) може бути підготовлена різанням або подрібненням. Механічна обробка може зменшити об'ємну щільність вуглеводмісного матеріалу, збільшити площу поверхні вуглеводмісного матеріалу та/або зменшити одну або більшу кількість розмірів вуглеводмісного матеріалу.

[00143] Відповідно до іншого варіанту реалізації або на додаток до даного сировинний матеріал може бути підданий обробці іншого типу, наприклад, хімічній обробці, такий як обробка кислотою (HCl, H₂SO₄, H₃PO₄), обробці основою (наприклад, KOH і NaOH), хімічним окислювачем (наприклад, перекисом, хлоратами, озоном), опроміненню, обробці паром, піролізу, обробці ультразвуком, окислюванню, хімічній обробці. Етапи обробки можуть впливати у будь-якому порядку та у будь-якій послідовності та комбінаціях. Наприклад, сировинний матеріал спочатку може бути фізично оброблений одним або більшою кількістю способів обробки, наприклад, хімічною обробкою, включаючи та комбінуючи кислотний гідроліз (наприклад, з використанням HCl, H₂SO₄, H₃PO₄), випромінювання, обробку ультразвуком,

окислювання, піроліз або обробку паром, з наступною механічною обробкою. Ця послідовність може бути переважною, оскільки матеріали, оброблені одним або більшою кількістю інших способів обробки, наприклад, опроміненням або піролізом, мають тенденцію до підвищення крихкості, та, таким чином, може бути полегшена подальша зміна структури матеріалу шляхом механічної обробки. Як інший приклад, сировинний матеріал може бути транспортований через зону з іонізуючим випромінюванням за допомогою транспортера, як описано в даній заявці, та потім механічно оброблений. Хімічна обробка може видалити деяку частину лігніну або весь лігнін (наприклад, шляхом його хімічного перетворення у пульпу) та може частково або повністю гідролізувати матеріал. Описані способи також можуть бути застосовані до попередньо гідролізованого матеріалу. Описані способи також можуть бути застосовані до матеріалу, що попередньо не був гідролізований, а також можуть бути застосовані до сумішей гідролізованих та негідролізованих матеріалів, наприклад, що мають вміст приблизно 50 % або більше негідролізованого матеріалу, приблизно 60 % або більше негідролізованого матеріалу, приблизно 70 % або більше негідролізованого матеріалу, приблизно 80 % або більше негідролізованого матеріалу або навіть 90 % або більше негідролізованого матеріалу.

[00144] На додаток до зменшення розмірів, яке може бути виконане спочатку та/або згодом у процесі обробки, механічна обробка, також може бути переважною для "розкриття", "напруги", дроблення або розпушування вуглеводневмісних матеріалів, у результаті чого целюлоза, що міститься в матеріалі, стає більш схильною до розщеплення ланцюгів і/або руйнуванню кристалічної структури під час фізичної обробки.

[00145] Способи механічної обробки вуглеводневого матеріалу включають, наприклад, розмелювання або подрібнення. Розмелювання може бути виконане з використанням, наприклад, молоткової дробарки, кульового млина, колоїдного млина, конічної або конусної дробарки, дискової дробарки, дробильних валків, дробарки Уайлі, зернової дробарки або іншої дробарки. Подрібнення може бути виконане з використанням, наприклад, дробарки ріжучого/ударного типу. Деякі приклади дробарок містять жорнові дробарки, штифтові дробарки, кавові млини та дробарки на основі точильного каменю. Подрібнення або розмелювання можуть бути здійснені, наприклад штифтом, що робить зворотно-поступальні рухи або іншим елементом, як це має місце в штифтовій дробарці. Інші способи механічної обробки містять механічне розкраювання або розривання; інші способи застосовують тиск на волокна та розмелювання за рахунок стирання повітрям. Відповідні способи механічної обробки додатково містять будь-який інший спосіб, що продовжує руйнування внутрішньої структури матеріалу, ініційоване попередніми етапами обробки.

[00146] Механічні подавальні системи для підготовки можуть бути виконані з можливістю вироблення потоків з конкретними характеристиками, такими як, наприклад, конкретні максимальні розміри, конкретне відношення довжини до ширини або конкретні співвідношення площ поверхонь. Фізична підготовка може збільшити швидкість реакцій, поліпшити переміщення матеріалу за допомогою транспортера, поліпшити профіль опромінення матеріалу, поліпшити однорідність опромінення матеріалу або зменшити тривалість обробки, необхідну для розкриття матеріалів та надання їм більшого опору вплив процесів і/або реагентів, таких як реагенти в розчині.

[00147] Об'ємну щільність сировини можна контролювати (наприклад, збільшувати). У деяких ситуаціях може бути бажаним одержати матеріал з низькою об'ємною щільністю, наприклад, шляхом ущільнення такого матеріалу (наприклад, ущільнення може зробити більш легким та менше дорогим транспортування в інше місце) з наступним поверненням матеріалу до колишнього стану з більш низькою об'ємною щільністю (наприклад, після транспортування). Матеріал може бути ущільнений у межах, наприклад, від менше ніж приблизно $0,2 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,9 \text{ г/см}^3$ (наприклад, від менше ніж приблизно $0,3 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,5 \text{ г/см}^3$, від менше ніж приблизно $0,3 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,9 \text{ г/см}^3$, від менше ніж приблизно $0,5 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,9 \text{ г/см}^3$, від менше ніж приблизно $0,3 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,8 \text{ г/см}^3$, від менше ніж приблизно $0,2 \text{ г/см}^3$ до більше ніж приблизно $0,5 \text{ г/см}^3$). Наприклад, матеріал може бути ущільнений з використанням способів та обладнання, описаних Medoff у патенті США № 7,932,065 та міжнародній публікації № WO 2008/073186 (яка була подана 26 жовтня 2007, опублікована англійською мовою з вказівкою США), повні описи яких за посиланням повністю включені в даний документ. Ущільнені матеріали можуть бути оброблені будь-яким із способів, описаних в даній заявці, або будь-який матеріал, оброблений будь-яким із способів, описаних в даній заявці, може бути ущільнений згодом.

[00148] Відповідно до деяких варіантів реалізації матеріал, який повинен бути оброблений, перебуває у формі волокнистого матеріалу, що містить волокна, отримані при прикладенні

зсувних зусиль до джерела волокон. Наприклад, зазначене прикладення зсувних зусиль може бути виконане за допомогою ротаційного ножеподібного інструмента.

[00149] Наприклад, до джерела волокон, наприклад, яке є важкорозкладеним або яке має знижений рівень опору обробці, можуть бути прикладені зсувні зусилля, наприклад, за допомогою ротаційного ножеподібного інструмента для забезпечення першого волокнистого матеріалу. Перший волокнистий матеріал пропускають через перше сито, наприклад, що має отвори середнього розміру 1,59 мм або менше (1/16 дюйма, 0,0625 дюйма), для формування другого волокнистого матеріалу. Якщо буде потреба джерело волокон може бути подрібнене перед прикладенням зсувних зусиль, наприклад, з використанням шредера. Наприклад, якщо як джерело волокон використовують папір, папір спочатку може бути розрізаний на смуги шириною, наприклад, від 1/4 дюйма (6,35 мм) до 1/2 дюйма (12,7 мм) з використанням шредера, наприклад, гвинтового шредера з зустрічним обертанням, такого як вироблений компанією Munson (м. Ютіка, штат Нью-Йорк). Як альтернатива роздрібненню розмір паперу може бути зменшений шляхом різання до необхідного розміру з використанням гільйотинного ножа. Наприклад, гільйотинний ніж може бути використаний для розрізування паперу на аркуші шириною, наприклад, 10 дюймів (254 мм) та довжиною 12 дюймів (304,8 мм).

[00150] Відповідно до деяких варіантів реалізації прикладення зсувних зусиль до джерела волокон і пропущення отриманого першого волокнистого матеріалу через перше сито виконують одночасно. Прикладення зсувних зусиль та пропущення також можуть бути виконані у процесі пакетної обробки.

[00151] Наприклад, ротаційний ножеподібний інструмент може бути використаний для одночасного нарізування джерела волокон і просіювання першого волокнистого матеріалу. Ротаційний ножеподібний інструмент містить бункер, що може бути завантажений обрізками джерела волокон, отриманими при подрібненні джерела волокон.

[00152] Відповідно до деяких варіантів реалізації сировину обробляють фізичним способом до оцукрювання та/або ферментування. Способи фізичної обробки можуть включати один або більшу кількість будь-яких з описаних в даній заявці способів обробки, таких як механічна обробка, хімічна обробка, опромінення, обробка ультразвуком, окислювання, піроліз або обробка парою. Способи обробки можуть бути використані в комбінаціях двох, трьох, чотирьох або навіть всіх зазначених способів, які можуть бути виконані у будь-якому порядку. У випадку використання більше ніж одного способу обробки, способи можуть бути застосовані одночасно або в різний час. Також можуть бути використані інші процеси, які змінюють молекулярну структуру сировини біомаси, окремо або в комбінації з процесами, описаними в даній заявці.

[00153] Способи механічної обробки, які можуть використовуватися, та характеристики механічно оброблених вуглеводчмісних матеріалів, більш докладно описані у публікації патентної заявки США № 2012/0100577 A1, що подана 18 жовтня 2011, повний опис якої за посиланням повністю включений у даний документ.

ОБРОБКА УЛЬТРАЗВУКОМ, ПІРОЛІЗ, ОКИСЛЮВАННЯ, ПАРОВИЙ ВИБУХ, НАГРІВАННЯ

[00154] Якщо буде потреба замість опромінення або на додаток до нього можуть бути використані один або більша кількість способів обробки ультразвуком, піролізу, окислювання, нагрівання або способів на основі парового вибуху для зменшення або додаткового зниження опору обробці вуглеводчмісного матеріалу. Наприклад, ці способи можуть бути застосовані до опромінення, під час нього та/або після нього. Ці процеси описані докладно у патенті США № 7,932,065 (Medoff), повний опис якого за посиланням повністю включено в даний документ.

[00155] Відповідно до іншого варіанту реалізації біомаса може бути термічно оброблена після її обробки з використанням одного або більшої кількості способів обробки ультразвуком, піролізу, окислювання, випромінювання та парового вибуху. Наприклад, біомаса може бути нагріта після її опромінення до етапу оцукрювання. Нагрівання може бути здійснене, наприклад, шляхом інфрачервоного опромінення, мікрохвиль, спалювання (наприклад, газу, вугілля, нафти та/або біомаси), резистивного нагрівання та/або за допомогою індуктивних котушок. Це нагрівання може бути здійснене в рідині, наприклад, у воді або інших розчинниках, у яких використана вода. Тепло може бути застосоване з однієї сторони або більше ніж з однієї сторони та може бути безперервним або періодичним, та/або може бути застосоване тільки до частини матеріалу або до всього матеріалу. Біомаса може бути нагріта до температур вище приблизно 90 °C у водній рідині, що може містити кислоту або основу. Наприклад, водна суспензія біомаси може бути нагріта до температури приблизно між 90 °C і 150 °C (наприклад, приблизно між 105-145 °C, приблизно між 110-140 °C або 115-135 °C). Період часу, протягом якого водну суміш біомаси втримують при температурі в зазначених діапазонах, становить 1-12 годин (наприклад, 1-6 годин, 1-4 години). У деяких випадках водна суміш біомаси є лужною, та її pH-фактор перебуває між 6 і 13 (наприклад, 8-12 або 8-11).

ПРОМПКНІ СПОЛУКИ ТА ПРОДУКТИ

[00156] З використанням способів, описаних в даній заявці, матеріал біомаси може бути перетворений в один або більшу кількість продуктів, таких як енергія, паливо, харчові продукти та матеріали. Наприклад, можуть бути вироблені проміжні сполуки та продукти, такі як органічні

5 кислоти, солі органічних кислот, ангідриди, складні ефіри органічних кислот і палива, наприклад, палива для двигунів внутрішнього згоряння або сировина для паливних елементів. У даній заявці описані системи та способи, в яких як сировина можуть бути використані целюлозні та/або лігноцелюлозні матеріали, які є легко доступними, але обробка яких найчастіше може

10 бути ускладнена, це можуть бути, наприклад, потоки комунально-побутових відходів і потоки макулатури, такі як потоки, які містять газети, пакувальний папір, гофрований папір або їх суміші.

[00157] Конкретні приклади продуктів включають крім іншого водень, цукор (наприклад, глюкозу, ксиліозу, арабінозу, манозу, галактозу, фруктозу, дисахариди, олігосахариди та полісахариди), спирти (наприклад, одноатомні спирти або двохатомні спирти, такі як етанол, n-пропанол, ізобутанол, втор-бутанол, трет-бутанол або n-бутанол), гідратовані або утримуючі

15 воду спирти (наприклад, що містять більше 10 %, 20 %, 30 % або 40 % води), біодизельне паливо, органічні кислоти, вуглеводні (наприклад, метан, етан, пропан, ізобутен, пентан, n-гексан, біодизель, біобензин та їх суміші), побічні продукти (наприклад, білки, такі як розкладаючі клітковину білки (ферменти) або одноклітинні білки) та суміші будь-яких із них у

20 будь-якій комбінації або відносній концентрації та додатково в комбінації з будь-якими добавками (наприклад, паливними добавками). Інші приклади містять карбонові кислоти, солі карбонової кислоти, суміш карбонових кислот і солі карбонових кислот і складні ефіри карбонових кислот (наприклад, метиловий, етиловий та n-пропілові складні ефіри), кетони (наприклад, ацетон), альдегіди (наприклад, оцтовий альдегід), альфа- та бета-ненасичені

25 кислоти (наприклад, акрилова кислота) та олефіни (наприклад, етилен). Інші спирти та їх похідні містять пропанол, пропіленгліколь, 1,4-бутандіол, 1,3-пропандіол, цукрові спирти (наприклад, еритритол, гліколь, гліцерин, сорбіт трейтол, арабітол, рибітол, манітол, дульцит, фуситол, ідитол, ізомальт, мальтитол, лактитол, ксиліт та інші поліоли), а також метилові або етилові складні ефіри будь-якого з вищевказаних спиртів. Інші продукти містять метилакрилат,

30 метилметакрилат, молочну кислоту, лимонну кислоту, мурашину кислоту, оцтову кислоту, пропіонову кислоту, масляну кислоту, бурштинову кислоту, валеріанову кислоту, капронову кислоту, 3-гідроксипропіонову кислоту, пальмітинову кислоту, стеаринову кислоту, щавлеву кислоту, малонову кислоту, глутарову кислоту, олеїнову кислоту, лінолеву кислоту, гліколеву кислоту, гамма-гідроксимасляну кислоту та їх суміші, солі будь-якої з вищевказаних кислот,

35 суміші будь-якої з кислот та їх відповідних солей.

[00158] Будь-яка комбінація вищевказаних продуктів один з одним та/або вищевказаних продуктів з іншими продуктами, які можуть бути отримані в результаті процесів, що описані в даній заявці, або іншим способом, можуть бути запаковані разом та продані як продукти. Продукти можуть бути комбіновані, наприклад, змішані, купажовані або спільно розчинені, або

40 можуть бути просто запаковані або продані разом.

[00159] Будь-який з продуктів або комбінацій продуктів, що описані в даній заявці, може бути дезінфікований або стерилізований перед його продажем, наприклад, після очищення або ізоляції або навіть після запакування, для нейтралізації однієї або більшої кількості потенційно

45 небажаних забруднюючих домішок, які можуть бути присутніми у продукті (продуктах). Така санація може бути здійснена з використанням бомбардування електронами, наприклад, з дозою менше ніж приблизно 20 Мрад, наприклад, від приблизно 0,1 Мрад до 15 Мрад, від приблизно 0,5 Мрад до 7 Мрад або від приблизно 1 Мрад до 3 Мрад.

[00160] Процеси, описані в даній заявці, можуть виробляти потоки різних побічних продуктів, придатних для генерації водяної пари та електроенергії, яка може бути використана в інших

50 частинах підприємства (як когенерація) або може продаватися на відкритому ринку. Наприклад, водяна пара, яка генерується з потоків побічного продукту, що згоряють, може бути використаний у процесі дистиляції. Як інший приклад, електроенергія, яка генерується з потоків побічного продукту, що згоряють, може бути використана для живлення електроннопроменевих генераторів, що використовуються для попередньої обробки.

[00161] Побічні продукти, які використовуються для генерування водяної пари та електроенергії, можуть бути отримані з множини джерел протягом всього процесу. Наприклад, у

55 результаті анаеробного бродіння стічних вод може бути вироблений біогаз із високим вмістом метану та зменшеною кількістю відпрацьованої біомаси (шламу). Як інший приклад, оцукрені після обробки та/або постдистилятні тверді речовини (наприклад, непроерагований лігнін,

целюлоза та геміцелюлоза, що залишилися після попередньої обробки й основних процесів) можуть бути використані, наприклад, для спалювання їх як паливо.

[00162] Інші проміжні сполуки та продукти, включаючи харчові та фармацевтичні продукти, описані у публікації патентної заявки США № 2010/0124583 A1, (Medoff), що опублікована 20 травня 2010, повний опис якої за посиланням повністю включено в даний документ.

ПРОДУКТИ, ОТРИМАНІ З ЛІГНІНУ

[00163] Оброблена біомаса (наприклад, оброблений лігноцелюлозний матеріал) після лігноцелюлозної обробки описаними способами, як очікується, має високий вміст лігніну, і, на додаток до придатності для вироблення енергії шляхом її спалювання в установці з комбінованим типом виробництва, може бути використана як інші коштовні продукти. Наприклад, лігнін може бути використаний як сировина для виготовлення пластмаси, або він може бути штучно модернізований для одержання інших пластмас. У деяких випадках він також може бути перетворений у лігносульфонати, які можуть бути використані як сполучні речовини, диспергуючі агенти, емульгатори або як комплексують агенти.

[00164] Як сполучна речовина лігнін або лігносульфонат можуть бути використані, наприклад, у вугільних брикетах, в кераміці, для зв'язування чорного вуглецю, для зв'язування добрив і гербіцидів, як пілопригнічувач, при виготовленні фанери та пресованої деревини, для зв'язування кормів, як сполучна речовина для скловолокна, як сполучна речовина в мастиці для лінолеуму та як стабілізатор ґрунтів.

[00165] Як диспергуючий агент лігнін або лігносульфонати можуть бути використані, наприклад, у бетонних сумішах, глині та кераміці, барвниках і пігментах, при дубленні шкір і в гіпсовій панелі.

[00166] Як емульгатор лігнін або лігносульфонати можуть бути використані, наприклад, в асфальті, пігментах і барвниках, пестицидах і парафінових емульсіях.

[00167] Як комплексують агент лігнін або лігносульфонати можуть бути використані, наприклад, в системах живильних мікроелементів, чистильних складах і системах водопідготовки, наприклад, для систем казанів і систем охолодження.

[00168] У випадку виробництва енергії лігнін в цілому має більш високий енерговміст, ніж голоцелюлоза (целюлоза та геміцелюлоза), оскільки він містить більше вуглецю, ніж голоцелюлоза. Наприклад, сухий лігнін може мати енерговміст приблизно між 11000 БТЕ (25,586 МДж/кг) та 12500 БТЕ (29,075 МДж/кг) на фунт ваги у порівнянні з діапазоном між 7000 БТЕ (16,282 МДж/кг) та 8000 БТЕ (18,608 МДж/кг) на фунт голоцелюлози. Також, лігнін може бути ущільнений та сформований у вигляді брикетів і таблеток для спалювання. Наприклад, лігнін може бути відформований в таблетки будь-яким способом, описаним в даній заявці. Для сповільненого горіння таблетки або брикету лігнін може бути підданий зшиванню способом, таким як застосування до нього дози опромінення приблизно між 0,5 Мрад і 5 Мрад. Зшивання дозволяє виготовити паливо з форм-фактором, що забезпечує повільне горіння. Форм-фактор, такий як таблетка або брикет, може бути перетворений в "синтетичне вугілля" або деревне вугілля шляхом піролізу під час відсутності повітря, наприклад, при температурах між 400 °C і 950 °C. Перед піролізом лігнін переважно може бути підданий зшиванню для підтримання його структурної міцності.

ОЦУКРЮВАННЯ

[00169] Для перетворення сировини у форму, в якій вона може бути легко оброблена, целюлоза, що містить глюкан, або целюлоза, що містить ксилан, в сировині може бути гідролізована в низькомолекулярні карбогідрати, такі як цукор, за допомогою реагенту оцукрювання, наприклад, ферменту або кислоти у процесі, що називається оцукрюванням. Потім низькомолекулярні карбогідрати можуть бути використані, наприклад, в існуючій технологічній установці, такий як установка для виготовлення одноклітинного білка, технологічна установка для виготовлення ферменту або паливна установка, наприклад, завод для виготовлення етилового спирту.

[00170] Сировина може бути гідролізована з використанням ферменту, наприклад, шляхом об'єднання матеріалів і ферменту в розчиннику, наприклад, у водному розчині.

[00171] Відповідно до іншого варіанту реалізації ферменти можуть бути вироблені організмами, які розкладають біомасу, таку як целюлоза та/або лігнінові частини біомаси, містять або виробляють різні целюлолітичні ферменти (целюлази), лігнінази (метаболіти розкладання лігніну) або різні низькомолекулярні метаболіти розкладання біомаси. Ці ферменти можуть бути комплексною сполукою ферментів, які діють синергетично для розкладання кристалічної целюлози або лігнінової частини біомаси. Приклади целюлолітичних ферментів містять: ендоглюканазу, целобіогідролазу та целобіау (бета-глюкозидазу).

[00172] Під час оцукрювання целюлозний субстрат може бути спочатку гідролізований ендоглюканазами в довільних місцях з виробленням олігомірних проміжних сполук. Ці проміжні сполуки являють собою субстрати для екзо-розщеплення глюконази, такі як целобіогідролаза, для вироблення целобіози із закінчень целюлозного полімеру. Целобіоза являє собою розчинний у воді 1,4-зв'язаний димер глюкози. Нарешті, целобіаза розщеплює целобіозу для вироблення глюкози. Ефективність (наприклад, час гідролізації та/або повнота гідролізу) цього процесу залежить від опору обробці целюлозного матеріалу.

[00173] Таким чином, оброблені матеріали біомаси можуть бути оцукрені шляхом об'єднання матеріалу та ферменту целюлази в рідкому середовищі, наприклад, водному розчині. В деяких випадках матеріал кип'ятять, замочують або варять в гарячій воді перед його оцукрюванням, як описано у публікації патентної заявки США № 2012/0100577 A1 (Medoff і Masterman), що опублікована 26 квітня 2012, весь опис якої за посиланням повністю включено в даний документ.

[00174] Процес оцукрювання може бути частково або повністю виконаний у резервуарі (наприклад, резервуарі, що має об'єм щонайменше 4000, 40000 або 500000 л), в технологічній установці, та/або може бути частково або повністю виконаний під час транспортування, наприклад, в залізничній цистерні, автоцистерні, у великотоннажному танкері або в трюмі морського судна. Час, необхідний для повного оцукрювання, залежить від технологічного режиму, вуглеводмісного матеріалу та ферменту, що використовується. Якщо оцукрювання виконується в технологічній установці в керованих умовах, целюлоза може бути по суті повністю перетворена в цукор, наприклад, глюкозу приблизно через 12-96 годин. Якщо оцукрювання виконується частково або повністю в дорозі, оцукрювання може зайняти більше часу.

[00175] В цілому переважно вміст резервуара перемішують під час оцукрювання, наприклад, з використанням струминного перемішування, як описано в міжнародній заявці № PCT/US2010/035331, що подана 18 травня 2010, яка була опублікована англійською мовою як WO 2010/135380 з вказівкою Сполучених Штатів, повний опис якої за посиланням повністю включено в даний документ.

[00176] Додавання поверхнево-активних речовин може поліпшити швидкість оцукрювання. Приклади поверхнево-активних речовин містять неіоногенні поверхнево-активні речовини, такі як поверхнево-активні речовини на основі поліетиленгліколю Tween® 20 або Tween® 80, іонні поверхнево-активні речовини або амфотерні поверхнево-активні речовини.

[00177] В цілому переважно концентрація цукрового розчину, отриманого після оцукрювання, є відносно високою, наприклад, більше ніж 40 % або більше ніж 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % або більше ніж 95 % за масою. Вода може бути вилучена, наприклад, випаровуванням для підвищення концентрації цукрового розчину. Це зменшує об'єм для транспортування та також блокує ріст мікробів у розчині.

[00178] Відповідно до іншого варіанту реалізації цукрові розчини із зниженими концентраціями можуть бути використані якщо буде потреба додавання додаткового антибактеріального препарату, наприклад, антибіотика широкого спектру дії з низькою концентрацією, наприклад, 50-150 частин на мільйон. Інші відповідні антибіотики містять амфотерицин В, ампіцилін, хлорамфенікол, ципрофлоксацин, гентаміцин, гігромаїцин В, канаміцин, неоміцин, пеніцилін, пуроміцин, стрептоміцин. Наприклад, можуть бути використані антибактеріальні препарати, виготовлені компанією Lallemand Biofuels and Distilled Spirits (м. Монреаль, провінція Квебек, Канада), такі як LACTOSIDE V™, BACTENIX® V300, BACTENIX® V300SP, ALLPEN™ SPECIAL, BACTENIX® V60, BACTENIX® V60SP, BACTENIX® V50 та/або LACTOSIDE 247™. Антибіотики пригнічують ріст мікроорганізмів під час транспортування та зберігання та можуть бути використані у відповідних концентраціях, наприклад, між 15 і 1000 частинами на мільйон за масою, наприклад, між 25 і 500 частинами на мільйон за масою або між 50 і 150 частинами на мільйон за масою. Якщо буде потреба антибіотик може бути доданий, навіть якщо концентрація цукру є відносно високою. Відповідно до іншого варіанту реалізації можуть бути використані інші добавки з антибактеріальними або консервуючими властивостями. Переважно антибактеріальна добавка (добавки) є харчовою добавкою.

[00179] Розчин з відносно високою концентрацією може бути отриманий шляхом обмеження кількості води, що додається до вуглеводмісного матеріалу з ферментом. Концентрацію можна регулювати, наприклад, контролюючи ступінь оцукрювання. Наприклад, концентрація може бути збільшена шляхом додавання підвищеної кількості вуглеводмісного матеріалу в розчин. Для підтримання цукру, що вироблений в розчині, може бути додана поверхнево-активна речовина, наприклад, одна з описаних вище. Розчинність також може бути збільшена шляхом збільшення температури розчину. Наприклад, розчин може підтримуватися при температурі 40-50 °C, 60-80 °C або ще вище.

АГЕНТИ, ЩО ОЦУКРЮЮТЬ

[00180] Підходящі ферменти, що розкладають клітковину, містять целюлази з видів, що відносяться до родів *Bacillus*, *Coprinus*, *Myceliophthora*, *Cephalosporium*, *Scytalidium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pseudomonas*, *Humicola*, *Fusarium*, *Thielavia*, *Acremonium*, *Chrysosporium* і *Trichoderma*, зокрема, вироблених штамами, вибраними з частинок *Aspergillus* (див., наприклад, публікацію патенту EP № 0,458,162), *Humicola insolens* (класифікованого як *Scytalidium thermophilum*, див., наприклад, патент США № 4,435,307), *Coprinus cinereus*, *Fusarium oxysporum*, *Myceliophthora thermophila*, *Meripilus giganteus*, *Thielavia terrestris*, *Acremonium* sp. (включаючи крім іншого *A. persicinum*, *A. acremonium*, *A. brachypenium*, *A. dichromosporum*, *A. obclavatum*, *A. pinkertoniae*, *A. roseogriseum*, *A. incoloratum*, і *A. furatum*). Переважні штами містять *Humicola insolens* DSM 1800, *Fusarium oxysporum* DSM 2672, *Myceliophthora thermophila* CBS 117.65, *Cephalosporium* sp. RYM-202, *Acremonium* sp. CBS 478.94, *Acremonium* sp. CBS 265.95, *Acremonium persicinum* CBS 169.65, *Acremonium acremonium* AHU 9519, *Cephalosporium* sp. CBS 535.71, *Acremonium brachypenium* CBS 866.73, *Acremonium dichromosporum* CBS 683.73, *Acremonium obclavatum* CBS 311.74, *Acremonium pinkertoniae* CBS 157.70, *Acremonium roseogriseum* CBS 134.56, *Acremonium incoloratum* CBS 146.62 та *Acremonium furatum* 299.70H CBS. Ферменти, що розкладають клітковину, також можуть бути отримані з *Chrysosporium*, переважно штаму *Chrysosporium lucknowense*. Додаткові штами, які можуть бути використані, містять крім іншого *Trichoderma* (зокрема *T. viride*, *T. reesei* та *T. koningii*), алкалофільний *Bacillus* (див., наприклад, патент США № 3,844,890 та публікацію EP № 0,458,162) та *Streptomyces* (див., наприклад, публікацію EP № 0,458,162).

[00181] На додаток до ферментів для оцукрювання лігноцелюлозних і целюлозних матеріалів або в комбінації з ними можуть бути використані кислоти, основи та інші хімікати (наприклад, окислювачі). Вони можуть бути використані у будь-якій комбінації або послідовності (наприклад, до додавання ферменту, після нього та/або під час нього). Наприклад, можуть бути використані сильні мінеральні кислоти (наприклад, HCl, H₂SO₄, H₃PO₄) та сильні основи (наприклад, NaOH, KOH).

ЦУКРИ

[00182] У процесах, описаних в даній заявці, наприклад після оцукрювання, цукри (наприклад, глюкоза та ксилоза) можуть бути виділені та/або очищені. Наприклад, цукри можуть бути виділені та/або очищені шляхом осадження, кристалізації, хроматографії (наприклад, хроматографії з псевдорухомим шаром, хроматографії високого тиску), електродіалізу, центрифугування, екстрагування, будь-яким іншим відомим способом ізоляції та комбінаціями перерахованого вище.

ГІДРУВАННЯ ТА ІНШІ ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

[00183] Процеси, описані в даній заявці, можуть включати гідрування. Наприклад, глюкоза та ксилоза можуть бути гідровані з одержанням сорбіту та ксиліту, відповідно. Гідрування можна виконати шляхом використання каталізатора (наприклад, Pt/gamma-Al₂O₃, Ru/C, нікелевого каталізатора Ренея або інших відомих каталізаторів) у комбінації з H₂ при високому тиску (наприклад, 10-12000 фунтів на кв. дюйм (68,95-82737,11 кПа)). Можуть бути використані інші типи хімічного перетворення продуктів у результаті процесів, описаних в даній заявці, наприклад, виготовлення з органічних цукрів таких продуктів, (наприклад, фурфуролу та похідних з фурфуролу продуктів). Хімічні перетворення отриманих із цукрів продуктів описані у патентній заявці США № 13/934,704, що подана 3 липня 2013, опис якої в повному обсязі за посиланням повністю включено в даний документ.

ФЕРМЕНТУВАННЯ

[00184] Наприклад, дріжджі та бактерії *Zytophas* можуть бути використані для ферментації або перетворення цукру (цукрів) в спирт (спирти). Нижче описані інші мікроорганізми. Оптимальне значення рН-фактора для ферментації становить приблизно 4-7. Наприклад, оптимальне значення рН-фактора для дріжджів становить приблизно 4-5, у той час як оптимальне значення рН-фактора для *Zytophas* становить приблизно 5-6. Типовий час ферментації становить приблизно 24-168 годин (наприклад, 24-96 годин) при температурах в діапазоні від 20 °C до 40 °C (наприклад, від 26 °C до 40 °C), однак для термофільних мікроорганізмів переважні більш високі температури.

[00185] Відповідно до деяких варіантів реалізації, наприклад, у випадку використання анаеробних організмів щонайменше частину ферментації здійснюють у відсутності кисню, наприклад, в атмосфері інертного газу, такого як N₂, Ar, He, CO₂ або їх суміші. Крім того, суміш може постійно очищуватися продувкою інертним газом, що прокачується через резервуар під час всього процесу ферментації або його частини. У деяких випадках анаеробні умови можуть

бути досягнуті або підтримуватися за рахунок утворення діоксиду вуглецю у процесі ферментації, при цьому додатковий інертний газ не потрібен.

[00186] Відповідно до деяких варіантів реалізації весь процес ферментації або його частина можуть бути перервані перед повним перетворенням низькомолекулярного цукру в продукт (наприклад, етанол). Проміжні продукти ферментації містять цукор і вуглеводи з високими концентраціями. Цукри та вуглеводи можуть бути виділені будь-яким відомим способом. Ці проміжні продукти ферментації можуть бути використані для приготування їжі для споживання тваринами або людиною. Додатково або альтернативно, проміжні продукти ферментації можуть бути подрібнені до розміру дрібних частинок в лабораторному млині з нержавіючої сталі для вироблення борошноподібної речовини. Під час ферментації може бути використане струминне змішування, та в деяких випадках оцукрювання та ферментацію виконують в тому ж самому резервуарі.

[00187] Під час оцукрювання та/або ферментації можуть бути додані живильні речовини для мікроорганізмів, наприклад, пакети з харчовими живильними речовинами, що описані у публікації патентної заявки США № 2012/0052536, що подана 15 липня 2011, яка за посиланням повністю включена в даний документ.

[00188] "Ферментування" включає способи та продукти, описані у публікаціях патентних заявок США РСТ/US2012/71093, що опублікована 27 червня 2013, РСТ/US2012/71907, що опублікована 27 червня 2012, та РСТ/US2012/71083, що опублікована 27 червня 2012, вміст яких за посиланням повністю включено в даний документ.

[00189] Можуть бути використані рухомі ферменти, як описано в міжнародній заявці № РСТ/US2007/074028 (що подана 20 липня 2007, яка опублікована англійською мовою як WO2008/011598 з вказівкою Сполучених Штатів), та виданому патенті США № 8,318,453, вміст яких за посиланням повністю включено в даний документ. Точно так само, обладнання для оцукрювання може бути пересувним. Крім того, оцукрювання та/або ферментація можуть бути виконані частково або повністю під час транспортування.

ФЕРМЕНТУЮЧІ АГЕНТИ

[00190] Мікроорганізми, що використовуються при ферментації, можуть бути мікроорганізмами природного походження та/або сконструйованими мікроорганізмами. Наприклад, мікроорганізм може являти собою бактерії (включаючи крім іншого, наприклад, бактерії, що розкладають клітковину), гриб (включаючи крім іншого, наприклад, дріжджі), рослини, найпростіші, наприклад, одноклітинні тваринні організми або грибоподібні найпростіші організми (включаючи крім іншого, наприклад, слизовик) або морські водорості. При сумісності організмів можна використовувати суміші організмів.

[00191] Відповідні ферментуючі мікроорганізми мають здатність перетворювати вуглеводи, такі як глюкоза, фруктоза, ксилоза, арабіноза, маноза, галактоза, олігосахариди або полісахариди, у продукти ферментації. Ферментуючі мікроорганізми містять штами роду *Saccharomyces* spp. (включаючи крім іншого *S. cerevisiae* (хлібопекарські дріжджі), *S. distaticus*, *S. uvarum*), роду *Kluveromyces*, (включаючи крім іншого *K. marxianus*, *K. fragilis*), роду *Candida* (включаючи крім іншого *C. pseudotropicalis*, та *C. brassicae*), *Pichia stipitis* (що належать до *Candida shehatae*), роду *Clavispora* (включаючи крім іншого *C. lusitaniae* та *C. opuntiae*), роду *Pachysolen* (включаючи крім іншого *P. tannophilus*), роду *Bretanomyces* (включаючи крім іншого, наприклад, *B. clausenii* (Philippidis, G. P., 1996, *Cellulose bioconversion technology*, в *Handbook on Bioethanol: Production and Utilization*, Wyman, C.E., ed., Taylor & Francis, Вашингтон, округ Колумбія, 179-212)). Інші відповідні мікроорганізми містять, наприклад, *Zymomonas mobilis*, *Clostridium* spp. (включаючи крім іншого *C. thermocellum* (Philippidis, 1996, див. вище), *C. saccharobutylacetonicum*, *C. tyrobutyricum*, *C. saccharobutylicum*, *C. Puniceum*, *C. beijerinckii*, і *C. acetobutylicum*), *Moniliella* spp. (включаючи крім іншого *M. pollinis*, *M. tomentosa*, *M. madida*, *M. nigrescens*, *M. oedocephali*, *M. megachiliensis*), *Yarrowia lipolytica*, *Aureobasidium* sp., *Trichosporonoides* sp., *Trigonopsis variabilis*, *Trichosporon* sp., *Moniliellaacetobutans* sp., *Typhula variabilis*, *Candida magnoliae*, *Ustilaginomycetes* sp., *Pseudozyma tsukubaensis*, дріжджові види родів *Zygosaccharomyces*, *Debaryomyces*, *Hansenula* та *Pichia*, і гриби роду дематоїдів *Torula* (наприклад, *T. corallina*).

[00192] Множини таких мікробних штамів є загальнодоступними комерційно або в депозитаріях, таких як ATCC (Американська колекція клітинних культур, м. Манасас, штат Вірджинія, США), NRRL (Колекція клітинних культур Служби сільськогосподарських досліджень, м. Пеорія, штат Іллінойс, США) або DSMZ (Німецька колекція мікроорганізмів та клітинних культур GmbH, м. Брауншвейг, Німеччина), наприклад.

[00193] Комерційно доступні дріжджі включають, наприклад, RED STAR®/Lesaffre Ethanol Red (наявні у продажу в компанії Red Star/Lesaffre, США), FALI® (наявні у продажу в компанії

Fleischmann's Yeast, підрозділі Burns Philip Food Inc., США), SUPERSTART® (Lallemand Biofuels та Distilled Spirits, Канада), EAGLE C6 FUEL™ або C6 FUEL™ (наявні у продажу в компанії Lallemand Biofuels та Distilled Spirits, Канада), (GERT STRAND® (наявні у продажу в компанії Gert Strand AB, Швеція) та FERMOL® (наявні у продажу в компанії DSM Specialties).

5 ДИСТИЛЯЦІЯ

[00194] Після ферментації отримані рідини можуть бути дистильовані з використанням, наприклад, "бражної колонії" для відділення етанолу та інших спиртів від основного об'єму води та залишкової твердої фази. Пара, що виходить з бражної колонії, може містити етиловий спирт в концентрації, наприклад, 35 % за масою та може бути подана в ректифікаційну колону. Суміш майже азеотропного (92,5 %) етанолу та води з ректифікаційної колонії може бути очищена з одержанням чистого етанолу (99,5 %) з використанням парофазних молекулярних сит. Кубові залишки бражної колонії можуть бути спрямовані у першу ступінь триступінчастої випарної установки. Зворотний холодильник ректифікаційної колонії може забезпечити тепло для такої першої ступені. Після першої ступені випарника тверду фазу можна відокремити з використанням центрифуги та висушити у барабанній сушарці. Частина (25 %) продукту з центрифуги може бути повторно використана для ферментації, у той час як інша частина може бути спрямована на другу та третю ступінь випарника. Більша частина конденсату з випарника може бути повернута у процес у вигляді досить чистого конденсату, при чому невелика частина цілком чистого конденсату використовується для очищення стоків для запобігання накопичення низькокиплячих сполук.

20 ВУГЛЕВОДВІСНІ МАТЕРІАЛИ

[00195] Відповідно до інших варіантів реалізації, в яких використані способи та системи, описані в даній заявці, можуть бути оброблені вуглеводвмісні матеріали. Будь-який процес, описаний в даній заявці, може бути використаний для обробки будь-якого вуглеводвмісного матеріалу, що описаний в даній заявці. Термін "вуглеводвмісні матеріали", що використовується в даній заявці, включає нафтоносні піски, нафтоносний сланець, бітумінозні піски, вугільний пил, вугільну суспензію, бітум, вугілля різних типів та інші природні та синтетичні матеріали, які містять компоненти вуглеводню та тверду речовину. Тверда речовина може включати гірську породу, пісок, глину, камінь, алевроит, буровий шлам або іншу тверду органічну та/або неорганічну речовину. Зазначений термін також може означати відходи виробництва, такі як відходи та побічні продукти буріння, відходи та побічні продукти очищення або інші відходи виробництва, що містять компоненти вуглеводню, такі як асфальтова покривельна плитка та покриття, асфальтовий тротуар, та т.п...

[00196] Відповідно до інших варіантів реалізації, в яких використані способи та системи, описані в даній заявці, можуть бути оброблені деревина та продукти, що містять деревину. Наприклад, можуть бути оброблені такі продукти, що містять деревину, як, наприклад, панелі, листи, шаруваті матеріали, балки, пресована деревина, композити, деревні друзки, м'яка деревина та тверда деревина. Крім того, можуть бути оброблені зрубані дерева, кущі, деревні стружки, деревні обпилювання, коріння, кора, пні, деревина, що розклалася, та інша деревина, що містить матеріал біомаси.

40 СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ

[00197] Для транспортування матеріалу біомаси, наприклад, в камеру та під електронним пучком у камері можуть бути використані різні системи транспортування, у тому числі включно та додатково вже описані в даній заявці. Приклади використовуваних транспортерів містять стрічкові транспортери, пневматичні транспортери, гвинтові транспортери, візки, вагонетки або рейкові візки, ліфти, фронтальні навантажувачі, екскаватори зі зворотною лопатою, підіймальні крани, різні шкребки та совки, вантажівки та розкидуючі пристрої.

[00198] Крім того, включно та на додаток до транспортувальних систем, описаних в даній заявці, можуть бути використані одна або більша кількість інших систем транспортування. При використанні кожуха закритий транспортер також може бути очищений інертним газом для підтримування атмосфери зі зменшеним вмістом кисню. Збереження низьких рівнів вмісту кисню дозволяє уникнути формування озону, що у деяких випадках небажаний через його реактивну та токсичну природу. Наприклад, вміст кисню може бути менше ніж приблизно 20 % (наприклад, менше ніж приблизно 10 %, менше ніж приблизно 1 %, менше ніж приблизно 0,1 %, менше ніж приблизно 0,01 % або навіть менше ніж приблизно 0,001 %). Очищення може бути здійснене інертним газом, включаючи, такий як крім іншого азот, аргон, гелій або двоокис вуглецю. Газ може бути отриманий, наприклад, випаровуванням рідкого джерела (наприклад, рідкого азоту або гелію), генеруванням або виділенням з повітря на місці, або поданий з резервуарів. Інертний газ може повторно використовуватися, та будь-який залишковий кисень може бути вилучений з використанням каталізатора, такого як мідний каталітичний шар.

Відповідно до іншого варіанту реалізації для збереження рівнів кисню низькими продувка, рециркуляція та видалення кисню можуть бути комбіновані.

[00199] Закритий транспортер може також бути очищений продувкою реактивним газом, що може реагувати з біомасою. Це може бути виконано до процесу опромінення, під час нього або після нього. Хімічно активним газом може бути крім іншого закис азоту, аміак, кисень, озон, вуглеводні, ароматичні сполуки, аміді, перексиди, азиди, галоїдні сполуки, оксигалогеніди, фосфіди, фосфористі водні, арсини, сульфіді, тіоли, борани та/або гідриди. Хімічно активний газ може бути активований в кожусі, наприклад, опроміненням (наприклад, пучком електронів, ультрафіолетовим випромінюванням, мікрохвильовим випромінюванням, нагріванням, інфрачервоним випромінюванням) таким чином, що він реагує з біомасою. Сама біомаса може бути активована, наприклад, опроміненням. Переважно біомаса активована пучком електронів для вироблення радикалів, які потім реагують з активованим або неактивованим хімічно активним газом, наприклад, шляхом сполучення або гасіння радикалів.

[00200] Продувні гази, доставлені до закритого транспортера, також можуть бути охолоджені, наприклад, нижче приблизно 25 °C, нижче приблизно 0 °C, нижче приблизно -40 °C, нижче приблизно -80 °C, нижче приблизно -120 °C. Наприклад, газ може бути випарений зі зрідженого газу, такого як рідкий азот, або отриманий сублімацією з твердого двоокису вуглецю. Як альтернативний приклад, газ може бути охолоджений у кристалізаторі, або може бути частково або повністю охолоджений транспортер.

ІНШІ ВАРІАНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ

[00201] Можуть бути використані будь-який матеріал, способи або оброблені матеріали, описані в даній заявці, для виготовлення продуктів і/або проміжних сполук, таких як композиційні матеріали, наповнювачі, сполучні речовини, полімерні добавки, адсорбуючі речовини та агенти контрольованого вивільнення. Способи можуть включати ущільнення, наприклад, застосуванням тиску та тепла до матеріалів. Наприклад, композиційні матеріали можуть бути виготовлені шляхом об'єднання волокнистих матеріалів із смолою або полімером. Наприклад, смолу, яку можна зшити під дією опромінення (наприклад, термопластичну смолу) можна об'єднати з волокнистим матеріалом для одержання комбінації волокнистого матеріалу/зшивана смола. Такі матеріали можуть бути, наприклад, придатними для використання як будівельні матеріали, захисні листи, контейнери та інші будівельні матеріали (наприклад, формованих і/або екструдованих продуктів). Абсорбенти можуть бути виконані, наприклад, у формі таблеток, стружок, волокон і/або листів. Адсорбуючі речовини можуть бути використані, наприклад, як підстилки для свійських тварин, пакувального матеріалу або в системах для контролю за забрудненням повітря. Матриці з керованим вивільненням також можуть бути виготовлені у формі, наприклад, таблеток, стружки, волокон і/або листів. Матриці з керованим вивільненням можуть бути використані, наприклад, для вивільнення препаратів, пестицидів, ароматизаторів. Наприклад, композиції, абсорбенти та агенти з керованим вивільненням, а також способи їх використання описані в заявці США № PCT/US2006/010648, що подана 23 березня 2006, та патенті США № 8,074,910, що поданий 22 листопада 2011, описи яких за посиланням повністю включені в даний документ.

[00202] У деяких випадках матеріал біомаси обробляють на першому рівні для зниження опору обробці, наприклад, з використанням прискорених електронів для вибіркового вивільнення одного або більшої кількості цукрів (наприклад, ксилози). Потім біомаса може бути оброблена на другому рівні для вивільнення одного або більшої кількості інших цукрів (наприклад, глюкози). Біомаса додатково може бути висушена між обробками. Способи обробки можуть включати застосування хімічних і біохімічних способів обробки для вивільнення цукрів. Наприклад, матеріал біомаси може бути оброблений до рівня менше ніж приблизно 20 Мрад (наприклад, менше ніж приблизно 15 Мрад, менше ніж приблизно 10 Мрад, менше ніж приблизно 5 Мрад, менше ніж приблизно 2 Мрад) та потім обробити розчином сірчаної кислоти з концентрацією менше ніж 10 % (наприклад, менше ніж приблизно 9 %, менше ніж приблизно 8 %, менше ніж приблизно 7 %, менше ніж приблизно 6 %, менше ніж приблизно 5 %, менше ніж приблизно 4 %, менше ніж приблизно 3 %, менше ніж приблизно 2 %, менше ніж приблизно 1 %, менше ніж приблизно 0,75 %, менше ніж приблизно 0,50 %, менше ніж приблизно 0,25 %) для вивільнення ксилози. Ксилоза, наприклад, яка вивільнена в розчин, може бути відділена від твердої фази та додаткової твердої фази, вимитої розчинником/розчином (наприклад, водою, та/або підкисленою водою). Додатково, тверда фаза може бути висушена, наприклад, у повітрі та/або під вакуумом з додатковим нагріванням (наприклад, нижче приблизно 150 °C, нижче приблизно 120 °C) до забезпечення вмісту води нижче приблизно 25 % за вагою (нижче приблизно 20 %, нижче приблизно 15 %, нижче приблизно 10 %, нижче приблизно 5 % за вагою). Потім тверда фаза може бути оброблена при рівні дози менше ніж приблизно 30 Мрад

(наприклад, менше ніж приблизно 25 Мрад, менше ніж приблизно 20 Мрад, менше ніж приблизно 15 Мрад, менше ніж приблизно 10 Мрад, менше ніж приблизно 5 Мрад, менше ніж приблизно 1 Мрад або зовсім без опромінення) та потім оброблені ферментом (наприклад, целюлазою) для вивільнення глюкози. Глюкоза (наприклад, глюкоза в розчині) може бути відділена від твердих частинок, що залишилися. Потім тверді частинки можуть бути піддані подальшій обробці, наприклад, використані для вироблення енергії або інших продуктів (наприклад, похідних з лігніну продуктів).

СМАКОВІ РЕЧОВИНИ, АРОМАТИЗАТОРИ ТА БАРВНИКИ

[00203] Будь-який з продуктів і/або проміжних сполук, описаних в даній заявці, наприклад, вироблених з використанням процесів, систем і/або встаткування, описаних в даній заявці, можуть бути комбіновані зі смаковими речовинами, ароматизаторами, барвниками та/або їх сумішами. Наприклад, будь-яке щонайменше одне (додатково поряд із смаковими речовинами, ароматизаторами та/або барвниками) з цукрів, органічних кислот, палив, багатоатомних спиртів, таких як цукрові спирти, біомаси, волокон і композитів можуть бути комбіновані (наприклад, сформовані, змішані або отримані в результаті реакції) або використані для виготовлення інших продуктів. Наприклад, один або більша кількість таких продуктів можуть бути використані для виготовлення мила, мийних засобів, цукерок, напоїв (наприклад, коли, вина, пива, лікерів, таких як джин або горілка, спортивних напоїв, кави, чаїв), фармацевтичних препаратів, адгезивів, листів (наприклад, тканих, нетканих, фільтрів, тканин) і/або композитів (наприклад, панелей). Наприклад, один або більша кількість таких продуктів можуть бути комбіновані з травами, квітами, пелюстками, спеціями, вітамінами, ароматичними сумішами або свічами. Наприклад, сформовані, змішані або отримані в результаті реакції комбінації можуть містити смакові речовини/ароматизатори грейпфрута, апельсина, яблука, малини, банана, салату, селери, кориці, шоколаду, ванілі, перцевої м'яти, м'яти, цибулі, часнику, перцю, шафрану, імбиру, молока, вина, пива, чаю, пісної яловичини, риби, молюсків, оливкової олії, кокосового жиру, свинячого жиру, молочного жиру, яловичого бульйону, бобів, картоплі, мармеладу, шинки, кави та сирів.

[00204] Смакові речовини, ароматизатори та барвники можуть бути додані у будь-якій кількості, такий як приблизно між 0,001 % мас. до приблизно 30 % мас., наприклад, приблизно між 0,01 % мас. та приблизно 20 % мас., приблизно між 0,05 % мас. та приблизно 10 % мас. або приблизно між 0,1 % мас. до приблизно 5 % мас... Вони можуть бути сформовані, змішані та/або отримані в результаті реакції (наприклад, з будь-яким щонайменше одним із продуктів або проміжних сполук, описаних в даній заявці) будь-яким способом та у будь-якому порядку або послідовності (наприклад, перемішані, змішані, емульговані, желатинізовані, настояні, нагріті, опромінені ультразвуком і/або суспендовані). Також можуть бути використані заповнювачі, сполучні речовини, емульгатори, антиоксиданти, наприклад, білкові гелі, крохмалі та силікагель.

[00205] В одному з варіантів реалізації смакові речовини, ароматизатори та барвники можуть бути додані у біомасу відразу після її опромінення, так що хімічно активні області, створені опроміненням, можуть реагувати з хімічно активними сумісними областями смакових речовин, ароматизаторів і барвників.

[00206] Смакові речовини, ароматизатори та барвники можуть бути природними та/або синтетичними матеріалами. Ці матеріали можуть містити щонайменше одне з сполуки, композиції або їх суміші (наприклад, сформовану або природну композицію декількох сполук). Крім того, смакові речовини, ароматизатори, антиоксиданти та барвники можуть бути отримані біологічним шляхом, наприклад, в результаті процесу ферментації (наприклад, ферментації оцукрених матеріалів, як описано в даній заявці). Відповідно до іншого варіанту реалізації або на додаток до даного ці смакові речовини, ароматизатори та барвники можуть бути відібрані у цілого організму (наприклад, рослини, цвілі, тварини, бактерії або дріжджів) або частини організму. Організм може бути зібраний та/або вилучений для одержання барвника, смакових речовин, ароматизаторів й/або антиоксиданту з використанням будь-якого засобу, включаючи використання способів, систем та обладнання, описаних в даній заявці, у тому числі екстрагування гарячою водою, надкритичну екстракцію з використанням текучого середовища, хімічне вилучення (наприклад, розчиняюче або реактивне вилучення, включаючи використання кислот й основ), механічне вилучення (наприклад, пресування, подрібнення, фільтрування), використання ферменту, використання бактерій, наприклад, розкладання вихідного матеріалу, та комбінації цих способів. Сполуки можуть бути отримані в результаті хімічної реакції, наприклад, комбінації цукрів (наприклад, вироблених як описано в даній заявці) з амінокислотою (в реакції Майяра). Смакова речовина, ароматизатор, антиоксидант і/або барвник можуть бути проміжною сполукою та/або продуктом, виробленим з використанням

способів, обладнання або систем, описаних в даній заявці, наприклад, продуктом, похідною зі складного ефіру та лігніну.

[00207] Деякими прикладами смакової речовини, ароматизаторів або барвників є поліфеноли. Поліфеноли являють собою пігменти, відповідальні за червоне, фіолетове та синє забарвлення багатьох фруктів, овочів, злакових зерен та квітів. Поліфеноли також можуть мати антиоксидантні властивості та часто мають гіркий смак. Завдяки своїм антиоксидантним властивостям вони є гарними консервуючими засобами. До класу поліфенолів також відносяться флавоноїди, такі як антоціанідини, флавоноли, флаван-3-ол, флаван-3-оли, флаванони та флавоноли. Інші похідні фенолу, які можуть бути використані, включають фенолокислоти та їх складні ефіри, такі як хлорогенові кислоти та полімерні таніни.

[00208] Серед неорганічних сполук, що забарвлюють, мінералів або органічних сполук можуть бути використані, наприклад, двоокис титану, окис цинку, електрокорунд, жовтий кадмій (наприклад, CdS), помаранчевий кадмій (наприклад, CdS з невеликою кількістю Se), алізариновий кармоїзин (наприклад, синтетична або несинтетична рожева марена), ультрамарин (наприклад, синтетичний ультрамарин, природний ультрамарин, синтетичний зеленувато-фіолетовий барвник), кобальтова синь, кобальтовий жовтий пігмент, кобальтова зелень, блакитнувато-зелений барвник (наприклад, гідратований хром(III)окис), халькофіліт, коніхальцит, корнубіт, корнваліт і ліроконіт. Можуть бути використані чорні пігменти, такі як сажа та чорні барвники, що самодиспергуються.

[00209] Деякі смакові речовини та ароматизатори, які можуть бути використані, включають ACALEA TBHQ, ACET C-6, АЛІЛ АМІЛ ГЛІКОЛЯТ, АЛЬФА-ТЕРПІНЕОЛ, АМБРЕТОЛІД, АМБРИНОЛ 95, ANDRANE, APHERMATE, APPLELIDE, BACDANOL®, BERGAMAL, БЕТА-ІОНОНОВИЙ ЕПОКСИД, БЕТА-НАФТИЛОВИЙ ІЗОБУТИЛОВИЙ ЕФІР, BICYCLONONALACTONE, BORNAFIX®, CANTHOXAL, КАШМЕРАН®, ОКСАМИТОВИЙ КАШМЕРАН®, CASSIFFIX®, CEDRAFIX, CEDRAMBER®, ЦЕДРИЛАЦЕТАТ, CELESTOLIDE, CINNAMALVA, ЦИТРАЛЬ ДИМЕТИЛ АЦЕТАТ, CITROLATE™, ЦИТРОНЕЛОЛ 700, ЦИТРОНЕЛОЛ 950, ЦИТРОНЕЛОЛ-КЕР (-КЕР - СУФІКС, ЩО ОЗНАЧАЄ КУПАЖ КРАЩИХ ЗА ЗАПАХОМ СЕРЕДИННИХ ФРАКЦІЙ ПРИ ВАКУУМ-РОЗГОНІ), ЦИТРОНЕЛІЛАЦЕТАТ, ЦИТРОНЕЛІЛАЦЕТАТ ЧИСТИЙ, ЦИТРОНЕЛІЛФОРМІАТ, CLARYCET, CLONAL, CONIFERAN, CONIFERAN PURE, CORTEX ALDEHYDE 50 % PEOMOSA, CYCLABUTE, CYCLACET®, CYCLAPROP®, CYCLEMAX™, ЦИКЛОГЕКСИЛОВИЙ ЕТИЛАЦЕТАТ, DAMASCOL, ДЕЛЬТА-ДАМАСКОН, DIHYDRO CYCLACET, ДИГІДРО МІРЦЕНОЛ, ДИГІДРО ТЕРПІНЕОЛ, ДИГІДРО ТЕРПІНІЛАЦЕТАТ, DIMETHYL CYCLOMOL, ДИМЕТИЛОВИЙ ОКТАНОЛ PQ, DIMYRCETOL, DIOLA, ДИПЕНТЕН, ДУЛЬЦИНІЛ® ПЕРЕКРИСТАЛІЗОВАНИЙ, ETHYL-3-PHENYL GLYCIDATE, FLEURAMONE, FLEURANIL, FLORAL SUPER, FLORALOZONE, FLORIFFOL, FRAISTONE, FRUCTIONE, ГАЛАКСОЛІД® 50, ГАЛАКСОЛІД® 50 BB, ГАЛАКСОЛІД® 50 IPM, НЕРОЗБАВЛЕНИЙ ГАЛАКСОЛІД®, GALBASONE, GERALDEHYDE, ГЕРАНІОЛ 5020, ГЕРАНІОЛ ТИПУ 600, ГЕРАНІОЛ 950, ГЕРАНІОЛ 980 (ЧИСТИЙ), ГЕРАНІОЛ-КЕР CFT, ГЕРАНІОЛ-КЕР, АЦЕТАТ ГЕРАНІОЛУ-КЕР, ГЕРАНІЛАЦЕТАТ ЧИСТИЙ, ГЕРАНІЛФОРМІАТ, GRISALVA, АЦЕТАТ МАСЛА ГУАЯКОВОГО ДЕРЕВА HELIONAL™, HERBAS, HERBALIME™, ГЕКСАДЕКАНОЛІД, HEXALON, HEXENYL SALICYLATE CIS 3-, СТЕБЛО ГІАЦИНТА, СТЕБЛО ГІАЦИНТА № 3, ГІДРАТРОПОВИЙ АЛЬДЕГІД, DMA, HYDROXYOL, INDOLAROME, INTRELEVEN ALDEHYDE, INTRELEVEN ALDEHYDE SPECIAL, АЛЬФА-ІОНОН, БЕТА-ІОНОН, ІЗОЦИКЛОЦИТРАЛЬ, ІЗОЦИКЛОГЕРАНІОЛ, ISO E SUPER®, ІЗОБУТИЛ ХІНОЛІН, JASMAL, JESSEMAL®, KHARISMAL®, KHARISMAL® SUPER, KHUSINIL, KOAVONE®, KOHINOOL®, LIFFAROME™, LIMOXAL, LINDENOL™, ЛІПАЛЬ®, LYRAME SUPER, MANDARIN ALD 10 % TRI ETH, CITR, MARITIMA, MCK CHINESE, MEIJIFF™, MELAFLEUR, MELOZONE, МЕТИЛАНТРАНІЛАТ, АЛЬФА-МЕТИЛІОНОН ЕКСТРА, ГАММА-МЕТИЛІОНОН А, ГАММА-МЕТИЛІОНОН-КЕР, ГАММА-МЕТИЛІОНОН ЧИСТИЙ, МЕТИЛ КЕТОН ЛАВАНДОВИЙ, MONTAVERDI®, MUGUESIA, ЦИТРОНЕЛІЛОКСІАЦЕТАТ АЛЬДЕГІД 50, МУСКУС Z4, MYRAC ALDEHYDE, МІРЦЕНІЛАЦЕТАТ, NECTARATE™, НЕРОЛ 900, НЕРИЛАЦЕТАТ, ОЦИМЕН, ОСТАСЕТАЛ, ЕФІР КВІТКОВИЙ АПЕЛЬСИНОВИЙ, ORIVONE, ORRINIFF 25 %, OXASPIRANE, OZOFLEUR, PAMPLEFLEUR®, PEOMOSA, PHENOXANOL®, PICONIA, PRECYCLEMONE B, ПРЕНІЛАЦЕТАТ, PRISMANTOL, СТЕБЛО РЕЗЕДИ, ROSALVA, ROSAMUSK, SANJINOL, SANTALIFF™, SYVERTAL, ТЕРПІНЕОЛ, ТЕРПІНОЛЕН 20, ТЕРПІНОЛЕН 90 PQ, ТЕРПІНОЛЕН ОЧИЩЕНИЙ, ТЕРПІНІЛАЦЕТАТ, ТЕРПІНІЛАЦЕТАТ JAX, ТЕТРАГІДРО МУГУОЛ®, ТЕТРАГІДРОМІРЦЕНОЛ, TETRAMERAN, ПАЧУЛІ ЕТАНОН™, TOBACAROL, TRIMOFIX® О ТТ, TRIPLAL®, TRISAMBER®, VANORIS, VERDOX™, VERDOX™ HC, VERTENEX®, VERTENEX® HC, VERTOFIX® -КЕР, VERTOLIFF, VERTOLIFF ISO, VIOLIFF, VIVALDIE, ZENOLIDE, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ІНДІЯ 75 % МІГЛІОЛ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО 50 % МОРОККО DPG,

АБСОЛЮТНЕ МАСЛО МАРОККО 50 % ТЕС, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ФРАНЦІЯ, АБСОЛЮТНЕ
 МАСЛО ІНДІЯ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО MD 50 % VLEMISH BALM, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО
 МОРОККО, КОНЦЕНТРАТ PG, НАСТІЙ 20 %, СІРА АМБРА, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО
 АБЕЛЬМОША МУСКАТНОГО, АМБРЕТОВЕ МАСЛО, МАСЛО ПОЛИНИ 70 % ТУЙОН,
 5 АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ВАСИЛЬКА ЧАГАРНИКОВОГО, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ВАСИЛЬКА
 ЧАГАРНИКОВОГО MD, МАСЛО ВАСИЛЬКА ЧАГАРНИКОВОГО, МАСЛО ВАСИЛЬКА З
 ВЕРБЕНОЮ, МАСЛО ВАСИЛЬКА В'ЄТНАМ, ЛАВРОВЕ МАСЛО БЕЗТЕРПЕНОВЕ, АБСОЛЮТНЕ
 МАСЛО БДЖОЛИНОГО ВОСКУ N G, АБСОЛЮТ БДЖОЛИНОГО ВОСКУ, БЕНЗОЙНИЙ
 РЕЗИНОЇД СІАМ, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ 50 % DRG, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ
 10 50 % DRG, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ 70,5 % ТЕС, АБСОЛЮТ БРУНЬОК ЧОРНОЇ
 СМОРОДИНИ 65 % PG, АБСОЛЮТ БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ MD 37 % ТЕС, АБСОЛЮТ
 БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ МІГЛІОЛ, АБСОЛЮТ БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ
 БУРГУНДІЯ, МАСЛО РОЖЕВОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮТ ВИСІВОК, РЕЗИНОЇД ВИСІВОК,
 15 АБСОЛЮТ ДРОКА ІТАЛІЯ, КАРДАМОН ГВАТЕМАЛА CO2 ЕКСТРАКТ, КАРДАМОНОВЕ МАСЛО
 ГВАТЕМАЛА, КАРДАМОННЕ МАСЛО ІНДІЯ, СЕРЦЕВИНА МОРКВИ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО
 КАСІЇ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО КАСІЇ MD 50 % IPM, АБСОЛЮТ КАСТОРЕУМУ 90 % ТЕС,
 АБСОЛЮТ КАСТОРЕУМУ С 50 % МІГЛІОЛ, АБСОЛЮТ КАСТОРЕУМУ, РЕЗИНОЇД
 КАСТОРЕУМУ, РЕЗИНОЇД КАСТОРЕУМУ 50 % DRG, ЦЕДРОЛ ЦЕДРЕН, МАСЛО КЕДРА
 АТЛАНТИЧНОГО REDIST (БЕЗ ОБМЕЖЕНЬ НА ВІЛЬНЕ ПОШИРЕННЯ), ЕФІРНЕ МАСЛО
 20 РИМСЬКОЇ РОМАШКИ, ЕФІРНЕ МАСЛО ДИКОЇ РОМАШКИ, ЕФІРНЕ МАСЛО ДИКОЇ РОМАШКИ
 НИЗЬКОЛИМОНЕНОВЕ, МАСЛО З КОРИ КОРИЧНОГО ДЕРЕВА ЦЕЙЛОН, АБСОЛЮТНЕ
 МАСЛО ЛАДАНИКА, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ЛАДАНИКА БЕЗБАРВНЕ, ЦИТРОНЕЛОВЕ МАСЛО
 АЗІЯ ЗНЕЗАЛІЗНЕ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ЦИВЕТИ 75 % PG, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО
 ЦИВЕТИ, НАСТОЙКА ЦИВЕТИ 10 %, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ФРАНЦІЯ
 25 ДЕКОЛЬ, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ФРАНЦІЯ, МАСЛО ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ
 С'LESS 50 % PG, МАСЛО ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ФРАНЦІЯ, КОПАЙСЬКИЙ БАЛЬЗАМ, МАСЛО
 КОПАЙСЬКОГО БАЛЬЗАМУ, МАСЛО НАСІННЯ КОРІАНДРУ, КІПАРИСОВЕ МАСЛО,
 КІПАРИСОВЕ МАСЛО НАТУРАЛЬНЕ, МАСЛО ПОЛИНІЮ ГІРКОГО, КАМЕДЕ-СМОЛА, АБСОЛЮТ
 КАМЕДЕ-СМОЛИ БЕЗБАРВНИЙ, МАСЛО КАМЕДЕ-СМОЛИ, РЕЗИНОЇД КАМЕДЕ-СМОЛИ,
 30 РЕЗИНОЇД КАМЕДЕ-СМОЛИ 50 % DRG, РЕЗИНОЇД КАМЕДЕ-СМОЛИ ЗАБІЙНА ТЕМПЕРАТУРА
 ГЕРКОЛІН ВНТ, РЕЗИНОЇД КАМЕДЕ-СМОЛИ ТЕС ВНТ, АБСОЛЮТ ТИРЛИЧУ MD 20 % ВВ,
 ТИРЛИЧ КОНКРЕТ (ТВЕРДИЙ ЕКСТРАКТ), АБСОЛЮТ ГЕРАНІ ЄГИПЕТ MD, АБСОЛЮТ ГЕРАНІ
 ЄГИПЕТ MD, АБСОЛЮТ ГЕРАНІ ЄГИПЕТ, МАСЛО ГЕРАНІ КИТАЙ, МАСЛО ГЕРАНІ ЄГИПЕТ,
 35 ІМБИРНЕ МАСЛО 624, ІМБИРНЕ МАСЛО РЕКТИФІКОВАНЕ РОЗЧИННЕ, ГВАЯКОВЕ ДЕРЕВО
 КУПАЖ, АБСОЛЮТ СІНА MD 50 % ВВ, АБСОЛЮТ СІНА, АБСОЛЮТ СІНА MD 50 % ТЕС,
 ЦІЛЮЩЕ ДЕРЕВО, МАСЛО ІСОПУ НАТУРАЛЬНЕ, АБСОЛЮТ БЕЗСМЕРТНИКА YUGO MD 50 %
 ТЕС, АБСОЛЮТ БЕЗСМЕРТНИКА ІСПАНІЯ, АБСОЛЮТ БЕЗСМЕРТНИКА YUGO, АБСОЛЮТ
 ЖАСМИНУ ІНДІЯ MD, АБСОЛЮТ ЖАСМИНУ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮТ ЖАСМИНУ ІНДІЯ, АБСОЛЮТ
 ЖАСМИНУ МАРОККО, АБСОЛЮТ АРАБСЬКОГО ЖАСМИНУ, АБСОЛЮТ НАРЦИС-ЖОНКІЛЬ
 40 MD 20 % ВВ, АБСОЛЮТ НАРЦИС-ЖОНКІЛЬ ФРАНЦІЯ, МАСЛО ЯГІД ЯЛІВЦЯ FLG, МАСЛО
 ЯГІД ЯЛІВЦЯ РЕКТИФІКОВАНЕ РОЗЧИННЕ, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА 50 % ТЕС, РЕЗИНОЇД
 ЛАБДАНУМА ВВ, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА MD, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА MD 50 % ВВ,
 АБСОЛЮТ ЛАВАНДИНУ Н, АБСОЛЮТ ЛАВАНДИНУ MD, ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО
 НАТУРАЛЬНЕ СОРТУ "АБРІАЛЬ", ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО НАТУРАЛЬНЕ СОРТУ "ГРОССО",
 45 ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО СОРТУ "СУПЕР", АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ЛАВАНДИ Н, АБСОЛЮТНЕ
 МАСЛО ЛАВАНДИ MD, МАСЛО ЛАВАНДИ БЕСКУМАРИНОВЕ, МАСЛО ЛАВАНДИ
 БЕСКУМАРИНОВЕ НАТУРАЛЬНЕ, МАСЛО ЛАВАНДИ НАТУРАЛЬНЕ МАІПЕТТЕ, ЛАВАНДОВЕ
 МАСЛО МТ, АБСОЛЮТ МУСКАТНОГО КОЛЬОРУ ВВ, МАСЛО КВІТОК МАГНОЛІЇ З НИЗЬКИМ
 50 ВМІСТОМ МЕТИЛЕВГЕНОЛУ, МАСЛО КВІТОК МАГНОЛІЇ, МАСЛО КВІТОК МАГНОЛІЇ MD,
 МАСЛО ЛИСТІВ МАГНОЛІЇ, МАНДАРИНОВЕ МАСЛО MD, МАНДАРИНОВЕ МАСЛО MD ВНТ,
 АБСОЛЮТ МАТЕ (ПАРАГВАЙСЬКОГО ЧАЮ) ВВ, АБСОЛЮТ ДЕРЕВНОГО МОХУ MD TEX IFRA
 43, АБСОЛЮТ МОХУ ДУБА MD ТЕС IFRA 43, АБСОЛЮТ МОХУ ДУБА IFRA 43, АБСОЛЮТ
 ДЕРЕВНИХ МОХІВ MD IPM IFRA 43, РЕЗИНОЇД МІРРИ ВВ, РЕЗИНОЇД МІРРИ MD, РЕЗИНОЇД
 МІРРИ ТЕС, МІРТОВЕ МАСЛО БЕЗЗАЛІЗНЕ, МІРТОВЕ МАСЛО ТУНІС РЕКТИФІКОВАНЕ,
 55 АБСОЛЮТ НАРЦИСА MD 20 % ВВ, АБСОЛЮТ НАРЦИСА ФРАНЦІЯ, НЕРОЛІЄВЕ МАСЛО
 ТУНІС, МАСЛО МУСКАТНОГО ГОРІХА БЕЗТЕРПЕНОВЕ, АБСОЛЮТ ГВОЗДИКИ САДОВОЇ,
 РЕЗИНОЇД ОЛІБАNUMУ, РЕЗИНОЇД ОЛІBANUMУ ВВ, РЕЗИНОЇД ОЛІBANUMУ DRG, РЕЗИНОЇД
 ОЛІBANUMУ ЕКСТРА 50 % DRG, РЕЗИНОЇД ОЛІBANUMУ MD, РЕЗИНОЇД ОЛІBANUMУ MD 50 %
 60 DRG, РЕЗИНОЇД ОЛІBANUMУ ТЕС, РЕЗИНОЇД ОПОПОНАКСУ ТЕС, МАСЛО АПЕЛЬСІНА
 ГІРКОГО MD ВНТ, МАСЛО АПЕЛЬСІНА ГІРКОГО MD SCFC, АБСОЛЮТ КВІТОК

АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНІС, АБСОЛЮТ ФЛЕРДПОМАРАНЧЕВОЇ ЕСЕНЦІЇ ТУНІС, АБСОЛЮТ ЛИСТА АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮТ ЕСЕНЦІЇ ЛИСТІВ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНІС, АБСОЛЮТ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ ІТАЛІЯ, КОНКРЕТ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ 15 % З ЗАПАХОМ ІРИСУ, КОНКРЕТ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ 8 % З ЗАПАХОМ ІРИСУ, ФІАЛКОВИЙ КОРІНЬ НАТУРАЛЬНИЙ 15 % З ЗАПАХОМ ІРИСУ 4095С, ФІАЛКОВИЙ КОРІНЬ НАТУРАЛЬНИЙ 8 % З ЗАПАХОМ ІРИСУ 2942С, РЕЗИНОЇД ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ, АБСОЛЮТ ОСМАНТУСА, АБСОЛЮТ ОСМАНТУСА MD 50 % ВВ, ПАЧУЛІ КУПАЖ №3, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ БЕЗ ЗАЛІЗА, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ MD, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО РЕДИСТРИБУТИВ, М'ЯТА БОЛОТНА КУПАЖ, АБСОЛЮТ М'ЯТИ MD, ПЕТИГРЕНОВЕ МАСЛО ПОМЕРАНЦА ТУНІС, ПЕТИГРЕНОВЕ МАСЛО ЦИТРУСОВЕ, ПЕТИГРЕНОВЕ МАСЛО ПАРАГВАЙ БЕЗТЕРПЕНОВЕ, ПЕТИГРЕНОВЕ МАСЛО БЕЗТЕРПЕНОВЕ СТАБІЛІЗОВАНЕ, МАСЛО ЗАПАШНОГО ПЕРЦЮ, МАСЛО ЛИСТІВ ЗАПАШНОГО ПЕРЦЮ, РОДІНОЛ З ГЕРАНІ КИТАЙСЬКОЇ, АБСОЛЮТ РОЗИ БОЛГАРСЬКОЇ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ МЕТИЛЕВГЕНОЛУ, АБСОЛЮТ РОЗИ МАРОККО З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ МЕТИЛЕВГЕНОЛУ, АБСОЛЮТ РОЗИ ТУРЕЦЬКОЇ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ МЕТИЛЕВГЕНОЛУ, АБСОЛЮТ РОЗИ, АБСОЛЮТ РОЗИ БОЛГАРСЬКОЇ, АБСОЛЮТ РОЗИ ДАМАСЬКОЇ, АБСОЛЮТ РОЗИ MD, АБСОЛЮТ РОЗИ МАРОККО, АБСОЛЮТ РОЗИ ТУРЕЦЬКОЇ, МАСЛО РОЗИ БОЛГАРСЬКОЇ, МАСЛО РОЗИ ДАМАСЬКОЇ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ МЕТИЛЕВГЕНОЛУ, МАСЛО РОЗИ ТУРЕЦЬКОЇ, РОЗМАРИНОВЕ МАСЛО З НАТУРАЛЬНОЮ КАМФОРОЮ, РОЗМАРИНОВЕ МАСЛО ТУНІС, САНТАЛОВЕ МАСЛО ІНДІЯ, САНТАЛОВЕ МАСЛО ІНДІЯ РЕКТИФІКОВАНЕ, САНТАЛОЛ, МАСЛО КАЛІФОРНІЙСЬКОГО ПЕРЦЕВОГО ДЕРЕВА, НАСТІЙ ПЛОДІВ РІЖКОВОГО ДЕРЕВА 10 %, РЕЗИНОЇД СТИРАКСУ, РЕЗИНОЇД СТИРАКСУ, МАСЛО БАРХАТЦІВ, КУПАЖ ЧАНОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮТ БОБІВ ДИПТЕРИКСУ ЗАПАШНОГО 50 % РОЗЧИН, АБСОЛЮТ БОБІВ ДИПТЕРИКСУ ЗАПАШНОГО, АБСОЛЮТНЕ МАСЛО ТУБЕРОЗИ ІНДІЯ, КУПАЖ ВЕТИВЕРА ЕКСТРА, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ГАЇТІ, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ГАЇТІ MD, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ЯВА, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ЯВА MD, АБСОЛЮТ ЛИСТА ФІАЛКИ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮТ ЛИСТА ФІАЛКИ ЄГИПЕТ ДЕКОЛЬ, АБСОЛЮТ ЛИСТА ФІАЛКИ ФРАНЦІЯ, АБСОЛЮТ ЛИСТА ФІАЛКИ MD 50 % ВВ, ПОЛИННЕ МАСЛО БЕЗТЕРПЕНОВЕ, МАСЛО ІЛАНГ-ІЛАНГА СОРТУ ЕКСТРА, МАСЛО ІЛАНГ-ІЛАНГА СОРТУ III та їх комбінації.

[00210] Можуть бути використані барвники, перераховані в Міжнародному довіднику барвників, що виданий Суспільством фарбарів і колористів. Барвники містять фарби та пігменти, що зазвичай використовуються для забарвлення текстилю, а також художні фарби, барвники та струминні барвники. Деякі барвники, які можуть бути використані, містять такі як каротиноїди, арилідні жовті пігменти, діарилідні жовті пігменти, бета-нафтоли, нафтоли, бензімідазолони, конденсаційні дісазопігменти, піразолони, нікель азо-жовтий пігмент, фталоціаніни, хінакридони, перилени та гіпоксантини, ізоіндолінонові та ізоіндолінові пігменти, триарилкарбонієві пігменти, дикето-піроло-пірольні пігменти, тіоіндигоїдні барвники. Каротиноїди містять такі речовини як альфа-каротин, бета-каротин, гамма каротин, лікопен, лютеїн та екстракт астаксантин Аннатто, дегідратовані бурякові пігменти (порошок буряка), кантаксантин, карамель, бета-апокаротинал-8', екстракт кошенілі, кармін, натрієво-мідний хлорофілін, частково підсмажене знежирене зварене бавовняне борошно, глюконат заліза, молочнокисле залізо, екстракт виноградної шкірочки (еноціанін), морквяне масло, червоний перець, олеорезин червоного перцю, перламутрові пігменти на основі слюди, рибофлавін, шафран, двоокис титану, екстракт лікопену томата; концентрат лікопену томата, куркума, живиця куркуми, барвник Fd&C синій № 1, барвник Fd&C синій № 2, барвник Fd&C зелений № 3, помаранчевий b, цитрусовий червоний № 2, барвник Fd&C червоний № 3, барвник Fd&C червоний № 40, барвник Fd&C жовтий № 5, барвник Fd&C жовтий № 6, оксид алюмінію (висушений гідрат окису алюмінію), вуглекислий кальцій, хлорофілін калійної натрієвої міді (хлорофілін-мідний комплексна сполука), дигідроксіацетон, хлористий вісмутил, залізистий гексаціано-залізо-кислий амоній, залізистосинеродисте залізо, гідроокис хрому зелений, окиси хрому зелені, гуанін, пірофіліт, тальк, алюмінієва пудра, металева пудра, мідна пудра, окис цинку, барвник D&C синій № 4, барвник D&C зелений № 5, барвник D&C зелений № 6, барвник D&C зелений № 8, барвник D&C помаранчевий № 4, барвник D&C помаранчевий № 5, барвник D&C помаранчевий № 10, барвник D&C Помаранчевий № 11, барвник FD&C Червоний № 4, барвник D&C Червоний № 6, барвник D&C червоний № 7, барвник D&C червоний № 17, барвник D&C червоний № 21, барвник D&C червоний № 22, барвник D&C червоний № 27, барвник D&C червоний № 28, барвник D&C червоний № 30, барвник D&C червоний № 31, барвник D&C червоний № 33, барвник D&C червоний № 34, барвник D&C червоний № 36, барвник D&C червоний № 39, барвник D&C фіолетовий № 2, барвник D&C жовтий № 7, барвник D&C жовтий № 7 для зовнішнього

використання, барвник D&C жовтий № 8, барвник D&C жовтий № 10, барвник D&C жовтий № 11, барвник D&C чорний № 2, барвник D&C чорний № 3(3), барвник D&C коричневий № 1, барвник D&C для зовнішнього використання, окис алюмінію кобальту-хрому, подвійна сіль лимоннокислого заліза (3) та лимоннокислого амонію, пірогалол, кампешевий екстракт; 1,4-біс[(2-гідроксіетил)аміно]-9,10-антрацендіон біс(2-акрил) ефірні співполімери; 1,4-біс[(2-метилфеніл)аміно]-9,10-антрацендіон; 1,4-біс[4-(2-метакрилоксіетил)феніламіно] антрахінонові співполімери, карбазол фіолетовий, хлорофілін-мідна комплексна сполука, окис алюмінію кобальту-хрому, барвник C.I. кубовий помаранчевий 1,2-[[2,5-діетокси-4-[(4-метилфеніл)тіол]феніл]азо]-1,3,5-оксигідрокінон; 16,23-дигідродинавто[2,3-а:2',3'-і]нафталін[2',3':6,7] індоло [2,3-с] карбазол-5,10,15,17,22,24-гексон; N, N'-(9,10-дигідро-9,10-діоксо-1,5-антраценедил) біс-бензамід; 7,16-дихлоро-6,15-дигідро-5,9,14,18-антразінтетрон; 16,17-диметоксидинафто(1,2,3-сd:3',2',1'-lm)перилен-5,10-діон; полі(гідроксіетил метакрилат)-барвні співполімери(3), барвник активний чорний № 5, барвник активний синій № 21, барвник активний помаранчевий № 78, барвник активний жовтий № 15; барвник активний синій № 19, барвник активний синій № 4; барвник активний червоний № 11; барвник активний жовтий № 86; барвник активний синій № 163; барвник активний червоний № 180; 4-[(2,4-диметилфеніл)азо]-2,4-дигідро-5-метил-2-феніл-3Н-піразол-3-один (аніліновий жовтий № 18); 6-етоксі-2-(6-етоксі-3-оксобензо[b]тієн-2(3Н)-ілідєн)бензо[b]тіофен-3(2Н)-один; зелений фталоціаніновий пігмент; барвні продукти реакції вінілового спирту/метил метакрилату; барвник реактивний червоний №180; барвник реактивний чорний № 5; барвник реактивний помаранчевий 78, барвник реактивний жовтий № 15; барвник реактивний синій № 21; двонатрієва 1-аміно-4-[[4-[(2-бromo-1-оксоаліл)аміно]-2-сульфонатофені]аміно]-9,10-дигідро-9,10-діоксоантрацен-2-сульфонат(барвник реактивний синій № 69); барвник D&C синій № 9; [фталоціанінат(2-)] мідь та їх суміші.

[00211] Крім прикладів, наведених в даній заявці, або якщо явно не визначене інше, всі числові діапазони, кількості, значення та відсотки, такі як кількість матеріалів, елементарного вмісту, часи та температури реакцій, відношення кількостей та інші, представлені в наступній частині опису та пунктах прикладеної формули, можуть бути прочитані як упереджені словом "приблизно", навіть при тому, що термін "приблизно" може бути явно відсутнім поряд із конкретним значенням, кількістю або діапазоном. Відповідно, якщо явно не зазначено інше, числові параметри, сформульовані в наступному нижче описі та пунктах прикладеної формули, є наближеннями, які можуть змінюватися залежно від властивостей, які необхідно одержати відповідно до даного винаходу. Принаймні, але не як спроба обмеження застосування доктрини еквівалентів до обсягу захисту пунктів прикладеної формули, кожний числовий параметр повинен тлумачитися щонайменше у світлі кількості зазначених значущих цифр із застосуванням звичайних способів округлення.

[00212] Незважаючи на те, що числові діапазони та параметри, що визначають широкий обсяг даного винаходу, є наближеннями, числові значення, наведені в конкретних прикладах, зазначені настільки точно, наскільки можливо. Однак, будь-яке числове значення за своєю природою містить помилку, що обов'язково впливає з середньоквадратичного відхилення, яке присутнє в основних відповідних випробувальних вимірах даного значення. Крім того, якщо числові діапазони зазначені в даній заявці, ці діапазони включають зазначені кінцеві точки діапазону (наприклад, можуть бути використані кінцеві точки). Якщо в даній заявці використовуються масові концентрації у відсотках, числові значення зазначені відносно загальної ваги.

[00213] Крім того, варто розуміти, що будь-який числовий діапазон, наведений в даній заявці, призначений для вмісту всіх піддіапазонів, що віднесені до його категорії. Наприклад, діапазон "1-10" призначений для вмісту всіх піддіапазонів між (та включаючи) зазначеним мінімальним значенням 1 та зазначеним максимальним значенням 10, тобто, що мають мінімальне значення, що дорівнює або більше, ніж 1, та максимальне значення, що дорівнює або менше, ніж 10. Терміни "один" та "деякий", якщо використовуються в даному описі, призначені для тлумачення у заключному сенсі: "щонайменше один" або "один або більша кількість", якщо не зазначено інше.

[00214] Будь-який патент, публікація або інший матеріал розкриття, який зазначений для включення повністю або частково за посиланням в даний документ, включений в даний документ тільки до того ступеня, при якому зазначений включений матеріал не суперечить існуючими визначеннями, твердженнями або іншим матеріалам даного винаходу, що сформульований в даній заявці. Як такий та до необхідного ступеня даний опис, що представлений в даній заявці, заміняє будь-який суперечливий матеріал, включений в даний документ за посиланням. Будь-який матеріал або його частина, який зазначений для включення

за посиланням в даний документ, але який знаходиться в протиріччі з існуючими визначеннями, твердженнями або іншим матеріалом даного винаходу, сформульованого в даній заявці, включений в даний документ тільки до того ступеня, при якому не виникає конфлікт між включеним матеріалом та існуючим матеріалом даного винаходу.

5 [00215] Незважаючи на те, що даний винахід конкретно зображений та описаний з посиланнями на переважні варіанти його реалізації, фахівцям зрозуміло, що різні зміни у формі та деталях даного винаходу можуть бути зроблені без відступу від обсягу даного винаходу, визначеного у пунктах прикладеної формули.

10 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб, який включає стадії, на яких:

поміщують керованим потоком матеріал біомаси у вигляді частинок на вібраційний транспортер з застосуванням розподільника;

15 піддають матеріал біомаси на вібраційному транспортері впливу іонізуючого випромінювання у вигляді скануючого електронного променя; та

при піддаванні впливу електронного променя, спричиняють вібрацію частинок матеріалу біомаси на вібраційному транспортері під час опромінення,

20 причому матеріал біомаси утворює шар по суті однорідної середньої товщини по ширині вібраційного транспортера, що становить 0,125-0,5 дюйма (3,2-12,7 мм), на транспортері у міру впливу на нього іонізуючого випромінювання.

2. Спосіб за п. 1, який додатково включає стадії, на яких розподіляють матеріал біомаси перед його транспортуванням на вібраційному транспортері та впливають на біомасу іонізуючим випромінюванням.

25 3. Спосіб за п. 2, відповідно до якого для розподілу матеріалу біомаси використовують подавальну транспортуючу систему, причому подавальна транспортуюча система необов'язково містить другу вібраційну транспортуючу систему.

4. Спосіб за п. 3, відповідно до якого 75 % або більше матеріалу біомаси розподіляють на рівні середньої товщини шару.

30 5. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який додатково включає стадію, на якій подрібнюють біомасу до впливу на біомасу іонізуючим випромінюванням, причому необов'язково подрібнення вибране з групи, що складається з прикладення зсувних зусиль, рубання, дроблення, розмелювання та їх комбінацій.

35 6. Спосіб за п. 5, відповідно до якого в результаті подрібнення одержують матеріал біомаси з частинками, причому більше ніж 80 % частинок мають щонайменше один розмір, який становить менше ніж 0,25 дюйма (6,35 мм) і де, необов'язково, не більше ніж 5 % частинок мають найбільший розмір менше ніж 0,03 дюйма (0,76 мм).

7. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який здійснюють принаймні з однією з наступних умов:

40 де біомасу опромінюють з дозою випромінювання 10-200 Мрад;

де енергія електронного пучка становить від 0,3 MeV до 2 MeV;

та де електронний пучок доставляють прискорювачем електронів, обладнаним скануючим розтрубом, розташованим над транспортером і виконаним з можливістю направляти електронний пучок на біомасу, розміщену на вібраційному транспортері.

45 8. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, відповідно до якого матеріал біомаси включає целюлозний або лігноцелюлозний матеріал, і де необов'язково целюлозний або лігноцелюлозний матеріал включає лігноцелюлозний матеріал, вибраний з групи, що складається з деревини, паперу, паперових продуктів, бавовни, трав, залишків зерна, сухих подрібнених волокон, джуту, коноплі, льону, бамбука, сизалю, абаки, стрижнів кукурудзяних качанів, кукурудзяної соломи, кокосових волокон, водоростей, морської трави, соломи, соломи пшениці та їх сумішей.

50 9. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який здійснюють принаймні за однією з наступних умов:

де джерело іонізуючого випромінювання виконано з можливістю надання матеріалу біомаси по суті рівномірного рівня іонізуючого випромінювання;

55 де щонайменше частина транспортера містить кожух;

де вібраційний транспортер транспортує матеріал біомаси з середньою швидкістю 3-100 фут/хв (0,915-30,5 м/хв);

де матеріал біомаси опромінюють випромінювачем з вихідною потужністю щонайменше 50 кВт;

де матеріал біомаси транспортують зі швидкістю від приблизно 1000 фут/годину (454 кг/годину) до приблизно 8000 фут/годину (3632 кг/годину); та де біомасу піддають впливу іонізуючого випромінювання більше ніж один раз.

10. Пристрій для виготовлення обробленого матеріалу біомаси, який містить:

5 джерело іонізуючого випромінювання; вібраційну транспортуючу систему, причому вібраційна транспортуюча система виконана з можливістю транспортування матеріалу біомаси повз джерело іонізуючого випромінювання; та розподільник для того, щоб поміщати керованим потоком матеріал біомаси у вигляді частинок на вібраційну транспортуючу систему;

10 причому матеріал біомаси на вібраційному транспортері піддають впливу іонізуючого випромінювання із джерела іонізуючого випромінювання у вигляді скануючого електронного променя; і при піддаванні впливу електронного променя, вібраційна транспортуюча система виконана з можливістю вібрації частинок матеріалу біомаси під час опромінення,

15 причому матеріал біомаси утворює шар по суті однорідної середньої товщини по ширині вібраційного транспортера, що становить 0,125-0,5 дюйма (3,2-12,7 мм), на транспортері у міру впливу на нього іонізуючого випромінювання.

11. Пристрій за п. 10, що додатково містить кожух, який оточує матеріал біомаси, коли матеріал біомаси наблизений до джерела випромінювання.

12. Пристрій за п. 11, відповідно до якого кожух містить діафрагму з фольги, вбудовану в стінку кожуха, причому діафрагма з фольги розташована нижче джерела випромінювання та забезпечує можливість передачі електронів через діафрагму з фольги в матеріал біомаси.

13. Пристрій за будь-яким із пп. 10-12, який додатково містить подавальну транспортуючу систему, розташовану вище за ходом руху вібраційної транспортуючої системи, причому подавальна транспортуюча система виконана з можливістю рівномірного розподілу матеріалу біомаси для формування шару матеріалу біомаси по суті однорідної глибини, при цьому подавальна транспортуюча система подає матеріал біомаси у вібраційну транспортуючу систему, розташовану вище за ходом руху відносно зони опромінення, та в якій, необов'язково, подавальна транспортуюча система являє собою вібраційну транспортуючу систему.

FIG. 1A

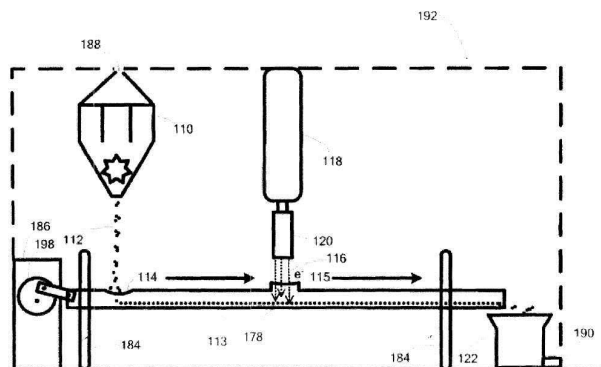


FIG. 1B

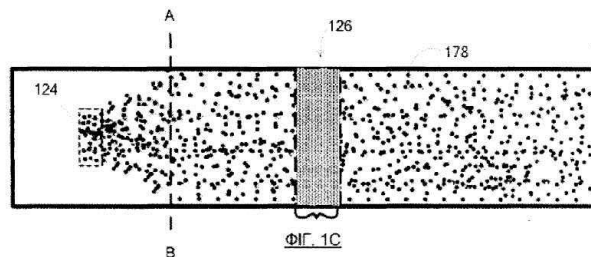


FIG. 1C

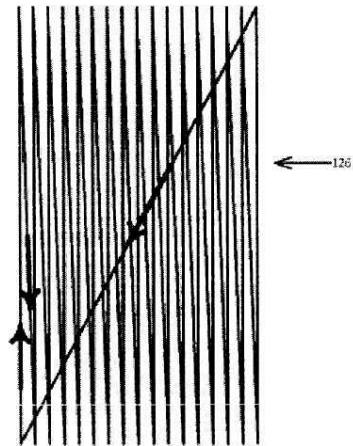
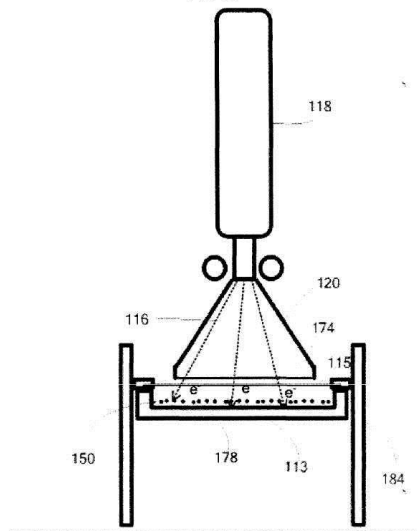
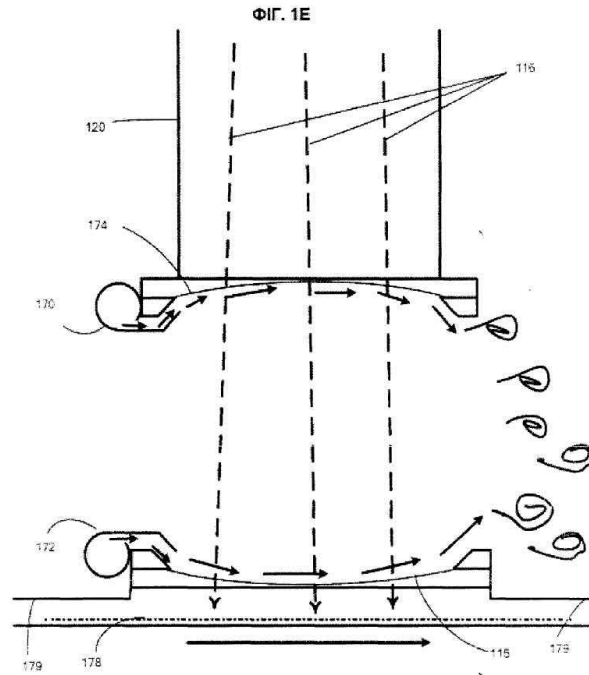
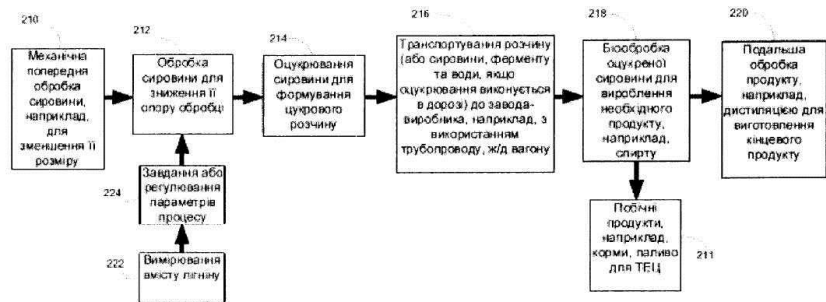


FIG. 1D

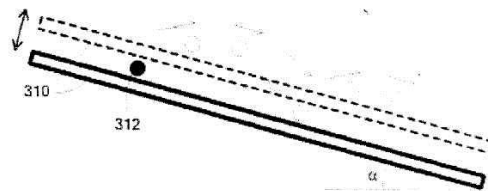




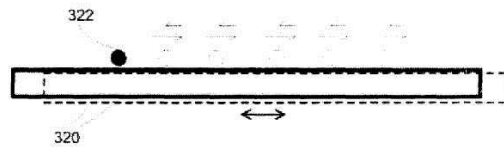
ФІГ. 2



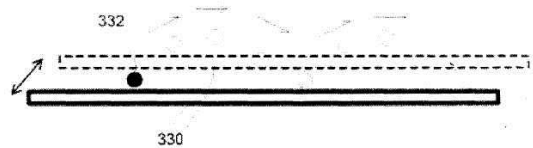
ФІГ. 3А



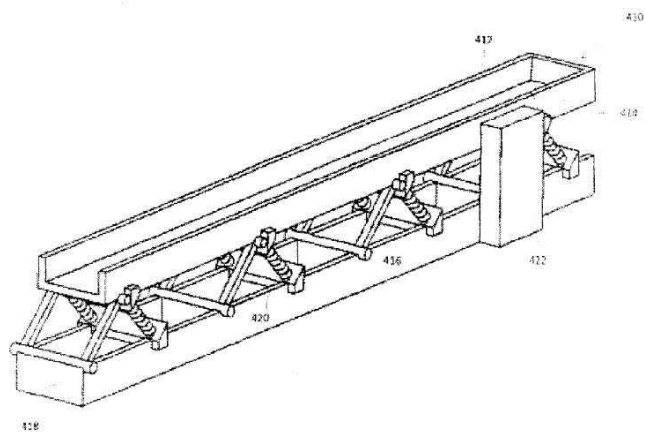
ФІГ. 3В



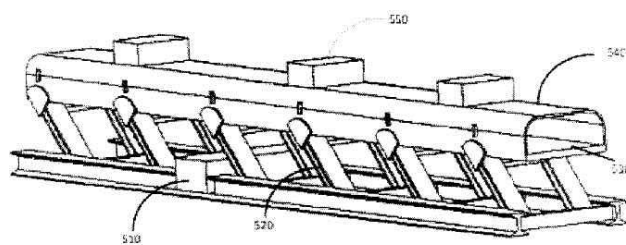
ФІГ. 3С



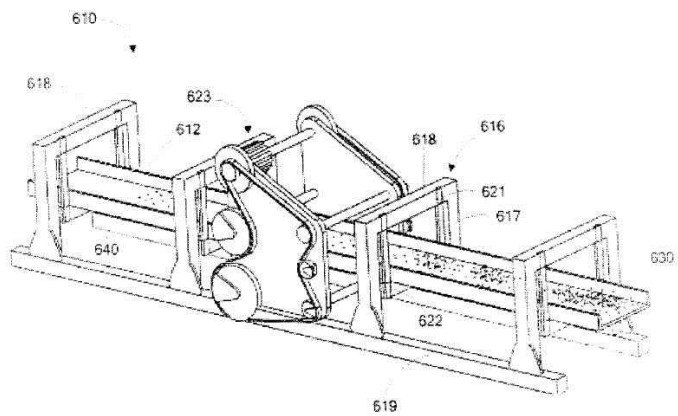
ФІГ. 4



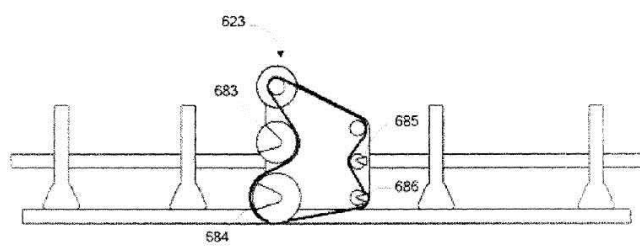
ФІГ. 5



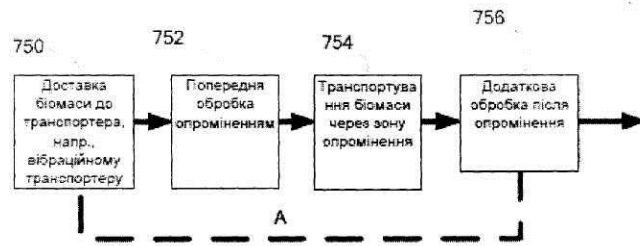
ФІГ. 6A



ФІГ. 6B



ФІГ. 7



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601