

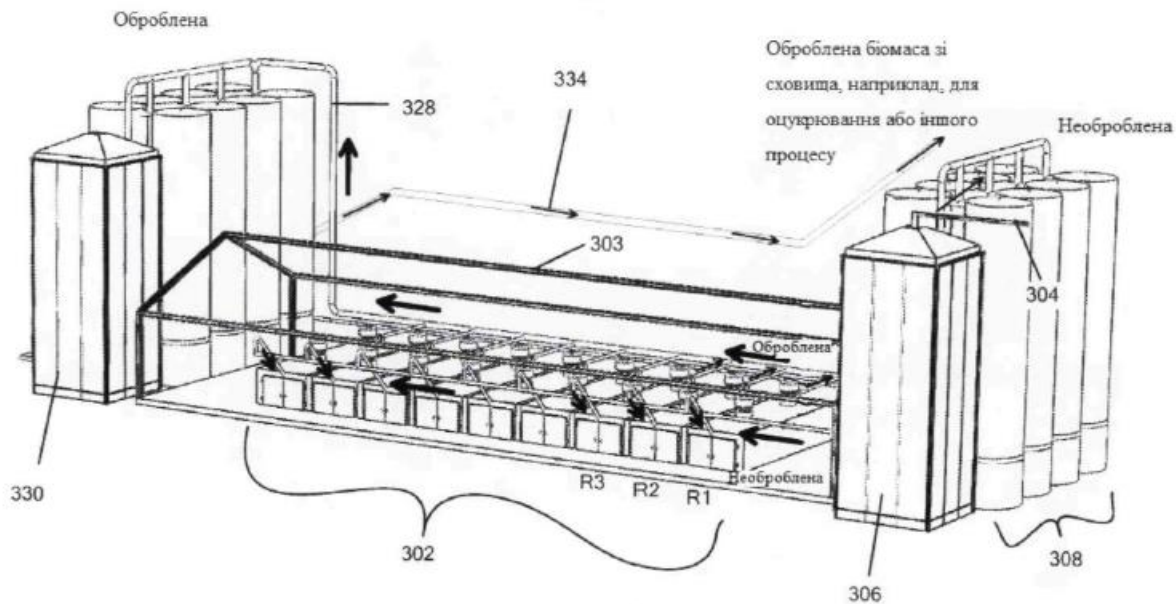
(19) **UA** (11) **119744** (13) **C2**  
 (51) МПК (2019.01)  
**D06M 10/00**  
**G21K 5/00**  
**G21K 5/04** (2006.01)

**UA 119744 C2**

**(57) Реферат:**

Матеріали (наприклад, рослинну біомасу, біомасу тварин і біомасу побутових відходів) обробляють для одержання корисних проміжних і кінцевих продуктів, таких як енергія, паливо, продукти або матеріали. Наприклад, описані обладнання систем і способи, які можуть бути використані для обробки сировинних матеріалів, таких як целюлозні і/або лігноцелюлозні матеріали, з використанням множини камер.

**Фіг. 3А**



## ПЕРЕХРЕСНЕ ПОСИЛАННЯ НА СПОРІДНЕНІ ЗАЯВКИ

[0001] За даною заявкою вимагається пріоритет на підставі наступних попередніх заявок на патент: США № 61/774,684, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,773, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,731, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,735, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,740, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,744, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,746, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,750, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,752, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,754, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,775, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,780, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/77,4761, поданої 8 березня 2013 року; США № 61/774,723, поданої 8 березня 2013 року; і США № 61/793,336, поданої 15 березня 2013 року. Повний опис кожної із зазначених попередніх заявок включено в даний документ за допомогою посилання.

## РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

[0002] На сьогоднішній день доступна велика кількість потенційної лігноцелюлозної сировини, що включає, зокрема, сільськогосподарські відходи, деревну біомасу, побутові відходи, олійні насіння/макуху і морські водорості. На даний час зазначені матеріали часто використовують недостатньо, застосовуючи їх, наприклад, у якості корму для тварин, біогумусних матеріалів, паливо для спалювання в устаткуванні для спільного виробництва теплової і електричної енергії, або навіть поховання на смітниках.

[0003] Лігноцелюлозна біомаса містить кристалічні целюлозні фібрили, вбудовані в геміцелюлозну матрицю, оточену лігніном. Це забезпечує компактну матрицю, важкодоступну для ферментів і для інших хімічних, біохімічних і/або біологічних процесів. Матеріали целюлозної біомаси (наприклад, матеріал біомаси, з якого був вилучений лігнін) є більш доступними для ферментів і інших процесів перетворення, але навіть у цьому випадку природні целюлозні матеріали часто забезпечують низький вихід (щодо теоретичного виходу) при приведенні в контакт із гідролізуючими ферментами. Лігноцелюлозна біомаса має навіть більшу опірність впливу ферментів. Крім того, кожен тип лігноцелюлозної біомаси має свій власний специфічний склад целюлози, геміцелюлози і лігніну.

## РОЗКРИТТЯ ВІНАХОДУ

[0004] У цілому, дані винаходи відносяться до оболонок для обробки матеріалів, таких як матеріали біомаси. Дані винаходи також відносяться до обладнання, способів і систем для вироблення продуктів, наприклад, з матеріалу біомаси. Способи і системи включають використання масиву камер для обробки матеріалу біомаси. У цілому, різні способи включають обробку біомаси, що важко розкладається, у камерах пучками електронів і, потім, біохімічну і хімічну обробку матеріалу зі зменшеною опірністю, наприклад, для одержання етанолу, ксиліту і інших продуктів.

[0005] В одному аспекті даний винахід відноситься до способу виготовлення оброблених матеріалів, таких як матеріали біомаси або матеріали, що містять вуглеводень, що включає розподіл матеріалів на численну кількість частин, переміщення частин у численну кількість камер, причому кожна камера приймає одну із частин, обробку частин матеріалу в камерах, (наприклад, для зменшення опірності частин біомаси), переміщення частин з камер і об'єднання частин матеріалу.

[0006] В іншому аспекті даний винахід відноситься до способів виготовлення оброблених матеріалів, (наприклад, обробленого матеріалу біомаси, обробленого вуглеводневомісткого матеріалу), що включають розділення матеріалу на численну кількість частин матеріалу, переміщення частин у численну кількість перших камер, причому кожна перша камера приймає одну частину із частин матеріалу. Потім, частини оброблюють у кожній з перших камер (наприклад, якщо матеріалом є біомаса, її обробляють для зменшення опірності). Після цієї обробки частини матеріалу переміщують із перших камер і поєднують із виробленням об'єднаного обробленого матеріалу. Обробка може бути обрана із групи, що складається з дозування іонізуючого випромінювання, обробки ультразвуком, окиснення, піролізу, обробки паром, хімічної обробки, механічної обробки, подрібнення заморожуванням і комбінацій перерахованого вище. При необхідності, опромінення може бути виконане пучком електронів, наприклад, з дозою приблизно між 10 Мрад і приблизно 150 Мрад (наприклад, обробляють опроміненням у першій камері з дозою приблизно між 10 Мрад і приблизно 50 Мрад, або приблизно між 5 Мрад і приблизно 20 Мрад). Матеріал може бути переміщено (наприклад, в камери, з камер і/або крізь камери) пневматичним способом. При необхідності матеріал переміщують вібраційним транспортером при обробці частин матеріалу.

[0007] Згідно з деякими варіантами реалізації етапи способу є безперервними, так що матеріал безупинно обробляється зазначеним способом. Наприклад, згідно з даним способом

матеріал безупинно розділяють, частини матеріалу безупинно переміщують у перші камери, частини матеріалу безупинно обробляють і оброблені частини матеріалу безупинно переміщують із перших камер і безупинно поєднують.

[0008] Згідно з деякими варіантами реалізації температура кожної частини матеріалу під час етапу обробки не перевищує приблизно 150 °С. Наприклад, при необхідності кожна частина матеріалу може бути охолоджена при обробці матеріалу або може бути охолоджена перед обробкою матеріалу або після неї, наприклад, матеріал може бути охолоджений між обробками за допомогою гвинтового охолоджувача. Оброблений матеріал може вироблятися зі швидкістю щонайменше 500 фунт/год (227 кг/год) на одну камеру (наприклад, більше ніж приблизно 1000 фунт/год (454 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 1500 фунт/год (681 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 2000 фунт/год (908 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 2500 фунт/год (1135 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 3000 фунт/год (1362 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 3500 фунт/год (1589 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 4000 фунт/год (1816 кг/год) на камеру, більше ніж приблизно 4500 фунт/год (2043 кг/год) на камеру). При необхідності обробку матеріалу виконують зі швидкістю приблизно між 1000 фунтів на годину (454 кг/год) і приблизно 10000 фунтів на годину (4540 кг/год), такий як приблизно між 2000 фунт/год (908 кг/год) і приблизно 6000 фунт/год (2724 кг/год) або приблизно між 2000 фунт/год (908 кг/год) і приблизно 5000 фунт/год (2270 кг/год). При необхідності обробку можна виконувати зі швидкістю навіть більше ніж приблизно 10000 фунтів на годину (4540 кг/год), наприклад, більше ніж приблизно 15000 фунтів на годину (6810 кг/год), більше ніж приблизно 20000 фунтів на годину (9080 кг/год), більше ніж приблизно 25000 фунтів на годину (11350 кг/год). Наприклад, матеріал можна переміщати крізь камеру зі швидкістю приблизно між 1000 фунтів на годину (454 кг/год) і приблизно 10000 фунтів на годину (4540 кг/год), приблизно між 2 000 фунтів на годину і приблизно 6 000 фунтів на годину, приблизно між 2000 фунт/год (908 кг/год) і приблизно 5000 фунт/год (2270 кг/год). При необхідності матеріал можна переміщати крізь оболонки (наприклад, під час обробки) зі швидкістю більше ніж приблизно 10000 фунтів на годину (4540 кг/год), більше ніж приблизно 15000 фунтів на годину (6810 кг/год), більше ніж приблизно 20000 фунтів на годину (9080 кг/год) або ще більше ніж приблизно 25000 фунтів на годину (11350 кг/год).

[0009] Згідно з деякими варіантами реалізації спосіб додатково включає після переміщення частин матеріалу з перших камер переміщення частин матеріалу в численну кількість других камер, причому кожна друга камера приймає одну із частин матеріалу. Згідно з даним варіантом реалізації частини матеріалу можуть бути оброблені, наприклад, опроміненням пучком електронів або будь-яким з інших зазначених вище способів (наприклад, іонізуючим випромінюванням, ультразвуком, окисненням, піролізом, парою, хімічною обробкою, механічною обробкою, подрібненням заморожуванням і комбінаціями перерахованого вище). Наприклад, якщо матеріалом є біомаса, обробка в другій камері може додатково зменшувати опірність біомаси. Наприклад, обробка в другій камері може доставляти в матеріал дозу випромінювання приблизно між 1 Мрад і приблизно 100 Мрад (наприклад, приблизно між 5 Мрад і приблизно 20 Мрад). Після цієї другої обробки частини матеріалу можуть бути переміщені із других камер і об'єднані. При необхідності перша і друга камери мають загальну стіну. При необхідності частини матеріалу можуть бути охолоджені між першим етапом обробки і другим етапом обробки.

[00010] Як описано вище, згідно з деякими варіантами реалізації матеріал біомаси включає целюлозні або лігноцелюлозні матеріали. Обробка може зменшувати або додатково зменшувати опірність біомаси. Наприклад матеріал може бути обраний із групи, що складається з паперу, паперових виробів, паперових відходів, паперової маси, пігментного паперу, крейдованого паперу, паперу з покриттям, паперу з наповнювачами, журналів, друкованої продукції, паперу для принтера, паперу з полімерним покриттям, карток, картону, паперового картону, бавовни, деревини, пресованої деревини, відходів лісвництва, тирси, деревини осики, деревної стружки, трави, проса прутикоподібного, китайського очерету, спартини, двокитичника очеретоподібного, зернових відходів, рисової лушпайки, полови вівса, полови пшениці, ячмінної полови, сільськогосподарських відходів, силосу, соломи канолі, соломи пшениці, соломи ячменя, соломи вівса, рисової соломи, джуту, коноплі, льону, бамбука, сизалю, абаки, стрижнів кукурудзяних качанів, кукурудзяної соломи, соєвої соломи, кукурудзяного волокна, люцерни, сіна, волокон кокоса, відходів від переробки цукру, макухи, буякового жому, макухи агави, водоростей, морських водоростей, гною, стічних вод, аракачі їстівної, гречаної крупи, банана, ячменя, маніюки, кудзу, окри, саго, сорго, картоплі, солодкої картоплі, таро, ямса, бобів, кінських бобів, сочевиці, гороху і сумішей будь-яких з них.

[0011] В іншому аспекті даний винахід відноситься до обробки до обробного робочого блоку,

що містить численну кількість оболонкових систем, причому кожна оболонкова система містить одну або більшу кількість камер, при цьому усередині кожної камери розміщені опромінюючі пристрої (наприклад, прискорювач електронів) і обробний транспортер (наприклад, вібраційний транспортер). При необхідності оболонкові системи можуть бути розташовані рядами, наприклад, що проходять у першому напрямку, причому кожна оболонкова система містить дві або більшу кількість камер (наприклад, першу камеру і другу камеру), що проходять у напрямку, у цілому перпендикулярному першому напрямку.

[0012] Згідно з деякими варіантами реалізації, наприклад, у яких оболонки містять першу і другу камеру, причому кожна оболонка може мати загальну стіну. При необхідності кожна перша камера виконана з можливістю приймання необробленої біомаси зі сховища, причому матеріал біомаси обробляється в кожній камері з використанням опромінюючого пристрою і обробного транспортера (наприклад, вібраційного транспортера). Крім того, кожна перша камера кожної оболонкової системи додатково оточує обладнання, виконане з можливістю передачі обробленої біомаси з кожної першої камери в кожную другу камеру оболонкової системи.

[0013] Обмеження обробки біомаси опроміненням продиктоване тим, що в деяких випадках, у яких обробка, наприклад, обробка для зменшення опірності, вимагає конкретного дозування для всього матеріалу, при використанні однієї або двох обробних камер продуктивність може бути дуже низькою. Використання масиву камер, у яких кожна камера обладнана опромінюючим пристроєм, може значно підвищити продуктивність. Крім того, якщо масиви камер з'єднані з використанням загальних стін, витрати будівельних матеріалів можуть бути значно зменшені.

[0014] Варіанти реалізації винаходу можуть включати одну або більше із наступних сумарних ознак. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу обрані ознаки можна застосовувати або використовувати в будь-якому порядку, тоді як згідно з іншими варіантами реалізації винаходу застосовують або використовують конкретну обрану послідовність. Окремі ознаки можна застосовувати або використовувати більше одного разу в будь-якій послідовності і навіть безупинно. Крім того, усю послідовність або частину послідовності застосовуваних або використовуваних ознак можна застосовувати або використовувати один раз, неодноразово або безупинно в будь-якому порядку. Відповідно деяким можливим варіантам реалізації винаходу зазначені ознаки можна застосовувати або використовувати з іншими або, де це застосовне, цими ж, заданими або варіюючими, кількісними або якісними параметрами, обумовленими фахівцем у даній області техніки.

Наприклад, параметри таких ознак, як розмір, індивідуальні розміри (наприклад, довжина, ширина, висота), місце, ступінь (наприклад, у якому ступені, наприклад, ступені опірності обробці), тривалість, частота застосування, щільність, концентрація, інтенсивність і швидкість, можна змінювати або встановити, де це застосовне, як визначається фахівцем у даній області техніки.

[0015] Ознаки, наприклад, включають: обробний робочий блок, що містить численну кількість оболонкових систем, причому кожна оболонкова система включає одну або більшу кількість камер, і усередині кожної камери розташовані опромінюючі пристрої і обробний транспортер; оболонкові системи, які розташовані рядами; оболонкові системи, розташовані рядами, що проходять у першому напрямку, причому кожна оболонкова система містить дві або більшу кількість камер, що проходять у напрямку, у цілому, перпендикулярному першому напрямку; оболонки, які мають загальну стіну між першою і другою камерою усередині оболонки; оболонкова система з першою камерою, виконаною з можливістю приймання зі сховища необробленої біомаси; камери виконані з можливістю обробки матеріалу біомаси з використанням розміщених у них опромінюючого пристрою і обробного транспортеру; обладнання в оболонковій системі виконане з можливістю передачі обробленої біомаси з першої камери оболонкової системи в другу камеру оболонкової системи; опромінюючі пристрої в камері оболонкової системи виконані з можливістю опромінення матеріалу в камері; транспортер або система транспортерів містить вібраційний транспортер, закритий у камері.

[0016] Ознаки, наприклад, також можуть включати: спосіб одержання оброблених матеріалів, який включає розподіл матеріалу на численну кількість частин матеріалу; переміщення численної кількості частин матеріалу в численну кількість перших камер, причому кожна перша камера приймає одну із частин матеріалу; обробку частини матеріалу в першій камері; переміщення частини матеріалу з першої камери; об'єднання частин матеріалу, які переміщені з численної кількості перших камер; обробку матеріалів іонізуючим випромінюванням; обробку матеріалів ультразвуком; обробку матеріалів окисненням; обробку матеріалів піролізом; обробку матеріалів парою; хімічну обробку матеріалів; механічну обробку матеріалів; обробку матеріалів заморожуванням; обробку матеріалів пучком електронів;

обробку матеріалу опроміненням з дозою приблизно між 10 Мрад і приблизно 150 Мрад; обробку матеріалу опроміненням з дозою приблизно між 10 Мрад і приблизно 50 Мрад; переміщення матеріалу на етапі переміщення пневматичним способом; переміщення частини матеріалу розташованим у камері вібраційним транспортером під час обробки частини матеріалу в камері; безперервний розподіл матеріалу; безперервне переміщення частин матеріалу в перші камери; безперервну обробку частин матеріалу і безперервне об'єднання частин матеріалу; безперервне виготовлення обробленого матеріалу; температуру частини матеріалу, що не перевищує 150 °C під час етапу обробки; охолодження частини матеріалу при її обробці; використання першої і другої камери, що мають загальну стіну; охолодження частини матеріалу між першим етапом обробки і другим етапом обробки; обробку матеріалу біомаси для зменшення або додаткового зменшення його опірності; обробку целюлозного або лігноцелюлозного матеріалу для зменшення або додаткового зменшення його опірності; обробку матеріалу, який містить папір; обробку матеріалу, який містить паперові вироби; обробку матеріалу, який містить паперові відходи; обробку матеріалу, який містить паперову масу; обробку матеріалу, який містить пігментний папір; обробку матеріалу, який містить крейдований папір; обробку матеріалу, який містить папір з покриттям; обробку матеріалу, який містить папір з наповнювачами; обробку матеріалу, який містить журнали; обробку матеріалу, який містить друковану продукцію; обробку матеріалу, який містить папір для принтера; обробку матеріалу, який містить папір з полімерним покриттям; обробку матеріалу, який містить картки; обробку матеріалу, який містить картон; обробку матеріалу, який містить паперовий картон; обробку матеріалу, який містить бавовну; обробку матеріалу, який містить деревину; обробку матеріалу, який містить пресовану деревину; обробку матеріалу, який містить відходи лісівництва; обробку матеріалу, який містить тирсу; обробку матеріалу, який містить деревину осики; обробку матеріалу, який містить деревні стружки; обробку матеріалу, який містить трави; обробку матеріалу, який містить просо прутикоподібне; обробку матеріалу, який містить китайський очерет; обробку матеріалу, який містить спартину; обробку матеріалу, який містить двокитичник очеретоподібний; обробку матеріалу, який містить зернові відходи; обробку матеріалу, який містить рисову лушпайку; обробку матеріалу, який містить полову вівса; обробку матеріалу, який містить полову пшениці; обробку матеріалу, який містить ячмінну полову; обробку матеріалу, який містить сільськогосподарські відходи; обробку матеріалу, який містить силос; обробку матеріалу, який містить соломі каноли; обробку матеріалу, який містить соломі пшениці; обробку матеріалу, який містить соломі ячменя; обробку матеріалу, який містить соломі вівса; обробку матеріалу, який містить рисову соломі; обробку матеріалу, який містить джут; обробку матеріалу, який містить коноплі; обробку матеріалу, який містить льон; обробку матеріалу, який містить бамбук; обробку матеріалу, який містить сизаль; обробку матеріалу, який містить абаку; обробку матеріалу, який містить стрижні кукурудзяних качанів; обробку матеріалу, який містить кукурудзяну соломі; обробку матеріалу, який містить соєву соломі; обробку матеріалу, який містить кукурудзяне волокно; обробку матеріалу, який містить люцерну; обробку матеріалу, який містить сіно; обробку матеріалу, який містить волосяний покрив кокоса; обробку матеріалу, який містить відходи від переробки цукру; обробку матеріалу, який містить макухи; обробку матеріалу, який містить буряковий жом; обробку матеріалу, який містить макуху агави; обробку матеріалу, який містить водорості; обробку матеріалу, який містить морські водорості; обробку матеріалу, який містить гній; обробку матеріалу, який містить стічні води; обробку матеріалу, який містить аракачу їстівну; обробку матеріалу, який містить гречану крупу; обробку матеріалу, який містить банан; обробку матеріалу, який містить ячмінь; обробку матеріалу, який містить маніоку; обробку матеріалу, який містить кудзу; обробку матеріалу, який містить окру; обробку матеріалу, який містить саго; обробку матеріалу, який містить сорго; обробку матеріалу, який містить звичайну домашню картоплю; обробку матеріалу, який містить солодку картоплю; обробку матеріалу, який містить таро; обробку матеріалу, який містить ямс; обробку матеріалу, який містить боби; обробку матеріалу, який містить кінські боби; обробку матеріалу, який містить сочевицю; обробку матеріалу, який містить горох; обробку матеріалу, який виробляють шляхом обробки в численній кількості послідовних камер зі швидкістю щонайменше 500 фунт/год (152,5 кг/год) на одну камеру.

[0017] Інші ознаки і переваги даного винаходу будуть очевидні з наступного нижче докладного опису і пунктів прикладеної формули.

#### КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

[0018] На фіг. 1 показана блок-схема способу виготовлення цукрових розчинів і продуктів, похідних з них.

[0019] На фіг. 2 показана функціональна схема процесу обробки біомаси.

[0020] На фіг. 3А показаний перспективний вид масиву камер для обробки біомаси. На

фіг.3В показаний вид зверху масиву камер для обробки біомаси, що показує можливий шлях потоку біомаси. На фіг. 3С показаний докладний вид масиву камер, що показує чотири камери, що мають загальну стіну.

#### ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

5 [0021] При застосуванні способів і систем, описаних у даній заявці, матеріали, такі як целюлозні і лігноцелюлозні сировинні матеріали, наприклад, які можуть бути отримані з біомаси (наприклад, біомаси рослин, біомаси тварин, паперу і біомаси комунально- побутових відходів) і які часто є легко доступними, але обробка яких ускладнена, можуть бути перетворені в придатні для використання продукти (наприклад, цукри, такі як ксиліза і глюкоза, і спирти, такі як етанол і бутанол). Також сюди включені способи і системи для обробки матеріалів (наприклад, матеріалів, що містять біомасу і вуглеводні), у яких використовується масив камер.

10 [0022] Як показано на фіг. 1, способи виготовлення цукрових розчинів і продуктів включають, наприклад, якщо буде потреба механічну обробку целюлозної і/або лігноцелюлозної сировини 110. Перед цією обробкою і/або після неї зазначена сировина може бути піддана фізичній обробці іншого типу, наприклад, опроміненню для зниження або додаткового зменшення його опірності 112. Цукровий розчин формують опроміненням сировини 114, наприклад, шляхом додавання одного або більше ферментів 111. Продукт може бути зроблений із цукрового розчину, наприклад, шляхом ферментації в спирт 116. Додаткова обробка 124 може включати очищення розчину, наприклад, дистиляцією. Якщо буде потреба етапи вимірювання вмісту лігніну 118 і завдання або регулювання технологічних параметрів на підставі результатів цього вимірювання 120 можуть бути виконані в різних етапах процесу, наприклад, як описано в патенті США № 8,415,122 від 9 квітня 2013, який по посиланню повністю включений у дану заявку.

25 [0023] Етап 112 обробки може бути опроміненням пучком електронів. Переважний спосіб підвищення продуктивності обробки і більш рівномірного поширення загальних рівнів обробки представлений на фіг. 2. Згідно з даним способом матеріал біомаси, наприклад, необроблений матеріал біомаси ділять на численну кількість частин (або рядів) біомаси, наприклад 1, 2, 3... N частин (або рядів). Частини або ряди біомаси розміщують в N рядах камер, причому кожен ряд камер може містити 1, 2, 3... M камер (наприклад, 1, 2, 3... M колонок камер). Згідно з даним варіантом реалізації, наприклад, біомаса може бути оброблена до необхідного загального рівня обробки із застосуванням численної кількості зменшених рівнів обробки. Це може бути переважним, наприклад, якщо матеріал не здатний витримувати високу температуру повного рівня обробки, але витримує температуру зниженого рівня обробки. Кількість рядів може бути між 1 і 100 (наприклад, 2-50, 3-30, 4-20 або 10-20). Кількість колонок камер може бути між 1 і 10 (наприклад, між 1 і 6, між 2 і 6 або між 2 і 4).

35 [0024] Згідно з іншим варіантом реалізації способу, показаного на фіг. 2, біомаса в одній частині (або ряду) може бути оброблена в камерах у різних рядах. Наприклад, спосіб може включати перенесення біомаси з Камери (1, 1) у Камеру (2, 2) і потім у Камеру (N, 4). Таким чином, перенесення частини біомаси може бути корисним для обходу конкретних камер, якщо вони є неробочими (наприклад, ремонтуються, обслуговуються або не є необхідними).

40 [0025] На фіг. 3А показаний перспективний вид варіант реалізації масиву обробних камер і деяких пов'язаних з ними систем. Можливий шлях потоку біомаси в системі позначений стрілками. На фіг. 3В показаний вид зверху цього варіанта реалізації. Даний варіант реалізації містить масив 9х2 обробних камер 302 або масив з 9 рядів і 2 колонок, причому ряди 1, 2 і 3 позначені як R1, R2 і R3. Камери розміщені усередині каркаса оболонки 303. Вихідну біомасу переміщують пневматичним способом по трубі 304 до вхідного отвору у верхній частині накопичувального бункера 306. Накопичувальний бункер містить обладнання для передачі біомаси в передпідготовчий бункер-сховище 308. Наприклад, накопичувальний бункер може містити пиловловлюючі камери і різні транспортери і ліфти. Накопичувальний бункер 306 також містить обладнання для випуску біомасу з бункера- сховища 308 у масив обробних камер 302. У прикладі, показаному на фіг. 3В, біомасу доставляють пневматичним способом по трубі 310, яка функціонально з'єднана (наприклад, з'єднана по текучому середовищу, пневматично з'єднана) із трубами 312, які пов'язані по текучому середовищу із вхідними отворами 314 для доставки біомаси в 9 камер, які є першими в кожній колонці (камери 316). Ці вхідні отвори можуть проходити крізь стіни (як показано на кресленні) або потовк відповідних камер.

50 [0026] Частини біомаси подають у кожну з камер 316 для опромінення, як описано вище. Під час кожного сеансу обробки опроміненням системи, що містять транспортери, можуть переміщати біомасу в кожному блоці під опромінюючими пристроями (наприклад, що містять скануючий розтруб і прискорювач пучка електронів). Над камерами розміщена частина опромінюючого пристрою, наприклад, електронно-променеве устаткування 320 і 322. Таким

чином, наприклад, забезпечена можливість обробки біомаси до більш високого загального рівня, наприклад, 30-50 Мрад при двох рівних внесках, наприклад, по 15-25 Мрад від кожного устаткування, у результаті чого відвернена небезпека перегріву біомаси. Наприклад, адіабатичне збільшення температури ( $\Delta T$ ) у результаті поглинання іонізуючої радіації визначене рівнянням:  $\Delta T = D/C_p$ , де  $D$  - середня доза в кГр,  $C_p$  - теплоємність у Дж/(г·°C), і  $\Delta T$  - зміна температури в °C. Зазвичай матеріал сухої біомаси має теплоємність, близьку до 2 Дж/(г·°C). Якщо, наприклад, біомасі відразу буде передана сумарна доза 40 Мрад, зміна температури  $\Delta t$  складе приблизно 200 °C. Враховуючи, наприклад, що біомаса перед опроміненням може мати температуру приблизно 25 °C, її температура після опромінення може швидко вирости приблизно до 225 °C, у результаті чого матеріал біомаси перетерпить значне розкладання. Згідно з іншим варіантом реалізації при опроміненні у два етапи з рівними дозами по 20 Мрад і з охолодженням між сеансами опромінення викликає збільшення температури  $\Delta t$  приблизно до 100 °C. Якщо біомаса вже має температуру приблизно 25 °C, її температура може вирости тільки приблизно до 125 °C, яка є більш прийнятною температурою, яка з урахуванням додаткового охолодження швидше за все не викличе розкладання матеріалу до надмірного ступеня.

[0027] Після обробки в першій камері в зазначеному ряді (камерах 316, наприклад, у рядах R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 і R9) у першій колонці камер (наприклад, C1) кожен частину біомаси передають у другу камеру (друга колонка, C2) у її ряді (наприклад, рядах R1-R9) для додаткової обробки. Між сеансами обробки, наприклад, під час переміщення від колонки C1 до колонки C2 біомаса може бути охолоджена. Таким чином, у прикладі, показаному на фіг. 3В, біомасу передають із кожної з перших камер 316 колонки C1 до відповідній їй другій колонці C2 камер 318, наприклад, з використанням пневматичної системи. Згідно з варіантом реалізації, у якому ряди включають більше ніж дві камери, кожен частину біомаси передають в одну або більшу кількість наступних камер у даному ряді.

[0028] Після обробки в кожній з камер у даному ряді (камерах 316 і 318 у показаному на кресленні прикладі) біомасу переміщують пневматичним способом крізь вихідний отвір 324 у труби 326, які з'єднують свої потоки в одній трубі 328. За допомогою труби 328 оброблену біомасу пневматичним способом переміщують у накопичувальний бункер 330. Накопичувальний бункер 330 містить обладнання, подібне обладнанню в накопичувальному бункері 306 (наприклад, пиловловлюючі камери, транспортер і ліфти). Накопичувальний бункер приймає біомасу із труби 328 за допомогою вхідного отвору, після чого може переміщувати матеріал у бункер-сховище 332. Потім, накопичувальний бункер може передавати оброблену біомасу з бункера-сховища для подальшої обробки, розподілу або в інші склади пневматичним способом за допомогою труби 334.

[0029] Згідно з варіантом реалізації, показаному на фіг. 3В, шлях потоку, позначений стрілками, показує, що кожна частина біомаси може бути опромінена двічі, наприклад, у перший раз у першій колонці камер 316 і в другий раз у другій колонці камер 318. Біомаса може бути переміщена під скануючим розтрубом тобто, наприклад, шириною 70 дюймів (1,12 м), і біомаса може перебувати у формі шару тобто, наприклад, приблизно товщиною 0,25 дюймів (6,35 мм). Якщо біомаса має щільність приблизно 34,5 фунтів/куб. фут (552,6 кг/м<sup>3</sup>) і переміщується зі швидкістю 20 фут/хв (6,1 м/хв), в обох камерах 316 і 318 може бути оброблене приблизно 4740 фунт/год (2152 кг/год) біомаси. Таким чином, з використанням усього масиву камер, показаного на фіг. 3А-3С, при обробці дев'яти частин біомаси в 9 рядах камер, можуть бути оброблені приблизно 42660 фунт/год (19368 кг/год) біомаси. При необхідності можуть бути використані більшу або меншу кількість камер, у результаті чого може бути збільшена або зменшена загальна продуктивність при заданій швидкості обробки.

Крім того, згідно з деякими варіантами реалізації середня швидкість обробки біомаси становить більше ніж приблизно 500 фунт/год (227 кг/год) на одну частину біомаси (наприклад, більше ніж приблизно 1000 фунт/год (454 кг/год), більше ніж приблизно 1500 фунт/год (681 кг/год), більше ніж приблизно 2000 фунт/год (908 кг/год), більше ніж приблизно 2500 фунт/год (1135 кг/год), більше ніж приблизно 3000 фунт/год (1362 кг/год), більше ніж приблизно 3500 фунт/год (1589 кг/год), більше ніж приблизно 4000 фунт/год (1816 кг/год), більше ніж приблизно 4500 фунт/год (2043 кг/год), більше ніж приблизно 5000 фунт/год (2270 кг/год), більше ніж приблизно 6000 фунт/год (2724 кг/год), або приблизно між 1000 фунт/год (454 кг/год) і 5000 фунт/год (2270 кг/год)). Якщо потужність випромінювача є досить високою, можуть бути досягнуті ще більш високі швидкості обробки, наприклад, більше ніж приблизно 15000 фунтів на годину (6810 кг/год), більше ніж приблизно 20000 фунтів на годину (9080 кг/год), більше ніж приблизно 25000 фунтів на годину (11350 кг/год) або навіть приблизно до 30000 фунтів на годину (13620 кг/год). Матеріал також може бути оброблений зі зниженими швидкостями.



Швидкості переміщення матеріалу під пучком електронів при необхідності можуть різнитися в значній мірі і незалежно між випромінювачами в різних камерах. Наприклад, швидкість переміщення може бути знижена для збільшення дози опромінення або підвищена для зменшення дози опромінення під однією або більшою кількістю випромінювачів.

5 [0030] Камери, які утворюють масив устаткування для обробки, можуть включати камери, що мають одну або більшу кількість загальних стінок, як докладно показано на збільшеному виді на фіг. 3С. Наприклад, камера 318 і камера 316 мають загальну стіну 350. Камери, наприклад 316 і 318 можуть містити обладнання і системи для обробки матеріалу, такого як біомаса.

10 [0031] Доза опромінення, застосована в кожній з камер, може бути приблизно тією ж самою. Згідно з іншим варіантом реалізації доза опромінення в кожній з камер може бути різною. Наприклад, як тільки пучок електронів досяг оптимальної і/або цільової напруги, доза опромінення, застосована в кожній камері, може різнитися незалежно приблизно між 1 Мрад і приблизно 200 Мрад (наприклад, між 10 Мрад і приблизно 150 Мрад, приблизно між 10 Мрад і приблизно 100 Мрад, приблизно між 10 Мрад і приблизно 50 Мрад, приблизно між 1 і приблизно 50 Мрад). Доза опромінення в кожній камері може бути менше ніж приблизно 50 Мрад (наприклад, менше ніж приблизно 45 Мрад, менше ніж приблизно 40 Мрад, менше ніж приблизно 35 Мрад, менше ніж приблизно 30 Мрад, менше ніж приблизно 25 Мрад, менше ніж приблизно 20 Мрад, менше ніж приблизно 15 Мрад, менше ніж приблизно 10 Мрад). Доза опромінення при кожному значенні може незалежно становити щонайменше 1 Мрад (наприклад, щонайменше 2 Мрад, щонайменше 3 Мрад, щонайменше 4 Мрад, щонайменше 5 Мрад, щонайменше 6 Мрад, щонайменше 7 Мрад, щонайменше 8 Мрад, щонайменше 9 Мрад, щонайменше 10 Мрад, щонайменше 20 Мрад, щонайменше 30 Мрад, щонайменше 40 Мрад, щонайменше 50 Мрад).

25 [0032] Камери виконані з можливістю утримання випромінювання, а також розміщення опромінюючих пристроїв і відповідних до них обладнань. Переважно камери виконані з непрозорих для випромінювання матеріалів, наприклад, бетону, свинцю, сталі, ґрунту або їх комбінацій. Типовим матеріалом для камери є бетон, який має половинну товщину (товщину, при якій випромінювання послабляються наполовину) 2,4 дюйма (60,9 мм). Таким чином, стіни можуть мати товщину приблизно 4 фути (1,22 м), у результаті чого випромінювання, опромінююче стіни, буде ослаблено до 1/1000000 вихідної інтенсивності. Для дози 250 кГр, застосованої усередині конструкції результуюче випромінювання за межами конструкції, з врахуванням F-фактор, рівного 1,0, складе 0,00025 мбер, що значно нижче меж безпеки. Стіни можуть бути більш тонкими або більш товстими, наприклад, можуть мати товщину між 3 і 12 футами (0,9-3,7 м). На додаток до стін, підлоги і стелі камери можуть мати двері, виконані з непрозорих для випромінювання матеріалів. Матеріали можуть бути багатощаровими, наприклад, двері можуть бути виконані зі сталі товщиною 6 дюймів (152,4 мм), покритої по обидва боки шарами свинцю товщиною 1 дюйм (25,4 мм).

35 [00033] Нижче будуть описані деякі подробиці і варіанти способів обробки сировини, які можуть бути використані, наприклад, з варіантами реалізації, уже описаними вище, або в інших варіантах реалізації, описаних нижче.

#### ОБРОБКА ВИПРОМІНЮВАННЯМ

45 [0034] Сировинний матеріал можна обробити шляхом опромінення для модифікації його структури для зменшення опірності матеріалу обробці. Така обробка дозволяє, наприклад, понизити середню молекулярну масу вихідної сировини, змінити кристалічну структуру вихідної сировини і/або збільшити площу поверхні і/або пористість вихідної сировини. Опромінення можна здійснити за допомогою, наприклад, пучка електронів, іонного пучка, ультрафіолетового (УФ) випромінювання з довжиною хвилі від 100 нм до 280 нм, гама-випромінювання або рентгенівського випромінювання. Обробка опроміненням і системи для такої обробки описані в патенті США 8,142,620 і в патентній заявці США № 12/417,731, повний опис яких включено в даний документ за допомогою посилання.

50 [0035] Кожна форма випромінювання іонізує біомасу за допомогою конкретних взаємодій, які визначаються енергією випромінювання. Важкі заряджені частки в основному іонізують речовини за рахунок кулонівського розсіювання; крім того, зазначені взаємодії генерують швидкі електрони, які можуть додатково іонізувати речовину. Альфа-частинки ідентичні ядру атома гелію і утворюються при альфа-розпаді різних радіоактивних ядер, таких як ізотопи вісмуту, полонію, астату, радону, францію, радію, деяких актинидів, таких як актиній, торій, уран, нептуній, кюрій, каліфорній, америцій і плутоній. Електрони взаємодіють через кулоновське розсіювання і гальмівне випромінювання, що виникає при зміні швидкості електронів.

60 [0036] Частки у випадку їх використання можуть бути нейтральними (незарядженими), позитивно зарядженими або негативно зарядженими. Будучи зарядженими, заряджені частки

можуть нести один позитивний або негативний заряд або численну кількість зарядів, наприклад, один, два, три або навіть чотири або більше зарядів. У тих випадках, коли необхідно розщеплення ланцюгів для зміни молекулярної структури вуглеводмісткого матеріалу, переважними можуть бути позитивно заряджені частки, у тому числі, завдяки їхній кислотній природі. При застосуванні часток зазначені частки можуть мати масу спочиваючого електрона або більше, наприклад, в 500, 1000, 1500 або 2000 або більше раз більше маси спочиваючого електрона. Наприклад, частки 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 до приблизно 25, наприклад, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12 або 15 атомних одиниць.

[0037] Гама опромінення має перевагу, що складається в значній глибині проникнення в різні матеріали в зразку.

[0038] Згідно з варіантами реалізації винаходу, у яких опромінення здійснюють за допомогою електромагнітного випромінювання, енергія на фотон (в електрон-вольтах) електромагнітного опромінення може становити, наприклад, більше, ніж  $10^2$  еВ, наприклад, більше  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  або навіть більше  $10^7$  еВ. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу енергія на фотон електромагнітного випромінювання становить від  $10^4$  до  $10^7$ , наприклад, від  $10^5$  до  $10^6$  еВ. Частота електромагнітного випромінювання може становити, наприклад, більше  $10^{16}$  Гц, більше  $10^{17}$  Гц,  $10^{18}$ ,  $10^{19}$ ,  $10^{20}$  або навіть більше  $10^{21}$  Гц. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу частота електромагнітного опромінення становить від  $10^{18}$  до  $10^{22}$  Гц, наприклад, від  $10^{19}$  до  $10^{21}$  Гц.

[0039] Бомбардування електронами можна здійснити за допомогою електроннопроменевого обладнання, номінальна енергія якого становить менше 10 MeV, наприклад, менше 7 MeV, менше 5 MeV або менше 2 MeV, наприклад, від приблизно 0,5 до 1,5 MeV, від приблизно 0,8 до 1,8 MeV або від приблизно 0,7 до 1 MeV. Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу номінальний енергія становить від приблизно 500 до 800 кеВ.

[0040] Пучок електронів може мати порівняно високу сумарну потужність (об'єднану потужність пучка всіх прискорювальних головок, або, при застосуванні численної кількості прискорювачів, усіх прискорювачів і всіх головок), наприклад, щонайменше 25 кВт, наприклад, щонайменше 30, 40, 50, 60, 65, 70, 80, 100, 125 або 150 кВт. У деяких випадках потужність навіть становить 500 кВт, 750 кВт або навіть 1000 кВт або більше. У деяких випадках потужність пучка електронів становить 1200 кВт або більше, наприклад, 1400, 1600, 1800 або навіть 3000 кВт.

[0041] Таку високу сумарну потужність пучка зазвичай досягають шляхом застосування численної кількості прискорювальних головок. Наприклад, електроннопроменеве обладнання може включати дві, чотири або більше прискорювальних головок. Застосування численної кількості головок, кожна з яких має порівняно низьку потужність пучка, запобігає надмірному підвищенню температури матеріалу, запобігаючи, тим самим, горінню матеріалу, і також збільшує однорідність дози, що проходить через товщину шару матеріалу.

[0042] У цілому, переважно, що шар матеріалу біомаси має порівняно рівномірну товщину. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу товщина становить менше приблизно 1 дюйма (2,54 см) (наприклад, менше приблизно 0,75 дюйма (1,905 см), менше приблизно 0,5 дюйма (1,27 см), менше приблизно 0,25 дюйма (0,635 см), менше приблизно 0,1 дюйма (0,254 см), від приблизно 0,1 (0,254 см) до 1 дюйма (2,54 см), від приблизно 0,2 (0,508 см) до 0,3 дюйма (0,762 см)).

[0043] Бажано обробляти матеріал якнайшвидше. У цілому, переважно, коли обробку можна виконати при потужності дози випромінювання більшій, ніж приблизно 0,25 Мрад на сек, наприклад, більше приблизно 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2, 5, 7, 10, 12, 15 або навіть більше приблизно 20 Мрад на сек, наприклад, від приблизно 0,25 до 2 Мрад на сек. Більш високі потужності дози дозволяють забезпечити більш високу пропускну здатність заданої (наприклад, необхідної) дози. Більш високі потужності дози в цілому вимагають більш високі лінійні швидкості для запобігання термічного розкладання матеріалу. Відповідно до одного з варіантів реалізації винаходу прискорювач встановлюють на 3 MeV, струм пучка 50 мА і лінійна швидкість становить 24 футів/хвилину (731,52 см/хвилину), для товщини зразка приблизно 20 мм (наприклад, подрібненого матеріалу зі стрижня кукурудзяного качана з об'ємною щільністю  $0,5 \text{ г/см}^3$ ).

[0044] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу бомбардування електронами здійснюють до одержання матеріалом сумарної дози щонайменше 0,1 Мрад, 0,25 Мрад, 1 Мрад, 5 Мрад, наприклад, щонайменше 10, 20, 30 або щонайменше 40 Мрад. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу обробку здійснюють до одержання матеріалом дози від

приблизно 10 Мрад до приблизно 50 Мрад, наприклад, від приблизно 20 Мрад до приблизно 40 Мрад або від приблизно 25 Мрад до приблизно 30 Мрад. Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу переважною є сумарна доза від 25 до 35 Мрад, що застосовується в ідеалі протягом декількох циклів, наприклад, при 5 Мрад/цикл, при цьому кожен цикл триває протягом

5 приблизно однієї секунди. Способи, системи і обладнання для охолодження можна використовувати перед, під час, після і між циклами опромінення, наприклад, шляхом застосування охолоджуючого гвинтового транспортера і/або охолоджуваного вібраційного транспортера.

10 [0045] Використовуючи численну кількість головок, як описано вище, матеріал можна обробити за численну кількість циклів, наприклад, за два цикли при дозі від 10 до 20 Мрад/цикл, наприклад, від 12 до 18 Мрад/цикл, розділених декількома секундами охолодження, або за три цикли при дозі від 7 до 12 Мрад/цикл, наприклад, від 5 до 20 Мрад/цикл, від 10 до 40 Мрад/цикл, від 9 до 11 Мрад/цикл. Як описано в даній заявці, обробка матеріалу за допомогою декількох порівняно низьких доз зазвичай краща, ніж одна висока доза, запобігає перегріванню матеріалу

15 і також підвищує однорідність дози, що проходить через товщину матеріалу. Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу матеріал перемішують або іншим способом змішують під час або після кожного циклу і потім перед наступним циклом знову вирівнюють із одержанням рівномірного шару для додаткового підвищення однорідності при обробці.

[0046] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу електрони прискорюються,

20 наприклад, до швидкості більше ніж 75 відсотків відносно швидкості світла, наприклад, більше ніж 85, 90, 95 або 99 відсотків відносно швидкості світла.

[0047] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу будь-яку обробку, описану в даній заявці, проводять із застосуванням лігноцелюлозного матеріалу, який залишається сухим, як при покупці, або який був висушений, наприклад, за допомогою тепла і/або зниженого тиску.

25 Наприклад, згідно з деякими варіантами реалізації винаходу целюлозний і/або лігноцелюлозний матеріал містить менше приблизно 25 % мас. утримуваної води, виміряної при 25 °C і при відносній вологості п'ятдесят відсотків (наприклад, менше приблизно 20 % мас., менше приблизно 15 % мас., менше приблизно 14 % мас., менше приблизно 13 % мас., менше приблизно 12 % мас., менше приблизно 10 % мас., менше приблизно 9 % мас., менше

30 приблизно 8 % мас., менше приблизно 7 % мас., менше приблизно 6 % мас., менше приблизно 5 % мас., менше приблизно 4 % мас., менше приблизно 3 % мас., менше приблизно 2 % мас., менше приблизно 1 % мас. або менше приблизно 0,5 % мас.

[0048] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу можна застосовувати два або більше іонізуючих джерел, таких як два або більше джерел електронів. Наприклад, проби можна обробити, у будь-якому порядку, за допомогою пучка електронів, з наступним гама-опроміненням і УФ опроміненням з довжинами хвиль від приблизно 100 нм до приблизно 280 нм. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу проби обробляють за допомогою трьох джерел іонізуючого опромінення, таких як пучок електронів, гама-опромінення і УФ опромінення з високою енергією. Біомасу переміщують через зону обробки, де її можна піддати

40 бомбардуванню електронами.

[0049] Може бути переважним повторити обробку для більш ґрунтовного зменшення опірності біомаси обробці і/або додаткової модифікації біомаси. Зокрема, технологічні параметри можна відрегулювати після першого (наприклад, другого, третього, четвертого або більше) циклу залежно від опірності матеріалу обробці. Згідно з деякими варіантами реалізації

45 винаходу можна використовувати транспортер, який містить кругову систему, у якій біомасу численну кількість разів переміщують через різні процеси, описані вище. Відповідно до деяких інших варіантів реалізації винаходу для багаторазової обробки біомаси (наприклад, 2, 3, 4 або більше разів) застосовують численну кількість оброблюючих пристроїв (наприклад, електронно-променеві генератори). Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу єдиний електронно-

50 променевий генератор може бути джерелом численної кількості пучків (наприклад, 2, 3, 4 або більше пучків), які можна використовувати для обробки біомаси.

[0050] Ефективність при зміні молекулярної/супермолекулярної структури і/або зменшенні опірності вуглеводмісткої біомаси обробці залежить від застосовуваної енергії електронів і одержуваної дози, при цьому час впливу залежить від потужності і дози. Згідно з деякими

55 варіантами реалізації винаходу потужність дози і сумарну дозу регулюють таким чином, щоб не зруйнувати (наприклад, не обвуглити або не спалити) матеріал біомаси. Наприклад, вуглеводи не повинні бути ушкоджені при обробці, щоб вони могли вивільнятися з біомаси неушкодженими, наприклад, у вигляді мономерних цукрів.

[0051] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу обробку (із застосуванням будь-якого джерела електронів або комбінації джерел) здійснюють до одержання матеріалом дози,

що становить щонайменше приблизно 0,05 Мрад, наприклад, щонайменше приблизно 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 125; 150; 175 або 200 Мрад. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу обробку здійснюють до одержання матеріалом дози, що становить від 0,1 до 100 Мрад, від 1 до 200, від 5 до 200, від 10 до 200, від 5 до 150, від 50 до 150 Мрад, від 5 до 100, від 5 до 50, від 5 до 40, від 10 до 50, від 10 до 75, від 15 до 50, від 20 до 35 Мрад.

[0052] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу використовують порівняно низькі дози опромінення, наприклад, для збільшення молекулярної маси целюлозного або лігноцелюлозного матеріалу (із застосуванням будь-якого джерела випромінювання або комбінації джерел, описаних у даній заявці). Наприклад, дозу щонайменше приблизно 0,05 Мрад, наприклад, щонайменше приблизно 0,1 Мрад або щонайменше приблизно 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 або щонайменше приблизно 5,0 Мрад. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу опромінення здійснюють доти, поки матеріал не одержить дозу від 0,1 Мрад до 2,0 Мрад, наприклад, від 0,5 Мрад до 4,0 Мрад або від 1,0 Мрад до 3,0 Мрад.

Також може бути бажаним здійснювати опромінення з численної кількості напрямків, одночасно або послідовно, для забезпечення необхідного ступеня проникнення випромінювання в матеріал. Наприклад, залежно від щільності і вологовмісту матеріалу, такого як деревина, і типу застосовуваного джерела випромінювання (наприклад, гама-випромінювання або пучок електронів), максимальне проникнення випромінювання в матеріал може становити лише приблизно 0,75 дюйма (приблизно 1,9 см). У таких випадках, більш товсту секцію (до 1,5 дюймів (приблизно 3,8 см)) можна піддати опроміненню за допомогою першого опромінення матеріалу з однієї сторони і потім перевернути матеріал і опромінювати з іншої сторони. Опромінення з численної кількості напрямків може бути особливо корисним при застосуванні опромінення пучком електронів, при якому опромінення відбувається швидше, ніж гама-опромінення, але яке зазвичай не забезпечує такої великої глибини проникнення.

#### НЕПРОЗОРИ ДЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ МАТЕРІАЛИ

[0053] Як зазначено вище, винахід може включати обробку матеріалу у камері і/або бункері, сконструйованому із застосуванням непрозорих для випромінювання матеріалів. Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу, непрозорі для випромінювання матеріали обрані таким чином, щоб мати можливість захистити компоненти від рентгенівського випромінювання з високою енергією (короткохвильовою), яка може проникати через багато матеріалів. Одним з важливих факторів при конструюванні кожуха, екрануючого випромінювання, є довжина загасання застосовуваних матеріалів, яка буде визначати необхідну товщину конкретного матеріалу, суміші матеріалів або шаруватої структури. Довжина загасання являє собою глибину проникнення, при якій випромінювання зменшується в приблизно  $1/e$  ( $e$  = Число Ейлера) разів відносно падаючого випромінювання.

Хоча фактично всі матеріали непрозорі для опромінення при достатній товщині, матеріали з високим відсотковим вмістом (наприклад, щільністю) елементів, що мають високе значення  $Z$  (атомне число), мають більш коротку довжину загасання випромінювання і, таким чином, при застосуванні таких матеріалів, можна використовувати більш тонкий і більш легкий екрануючий кожух. Прикладами матеріалів з високим значенням  $Z$ , застосовуваних при радіаційному захисті, є тантал і свинець. Іншим важливим параметром при радіаційному захисті є половина відстані, що представляє собою товщину конкретного матеріалу, яка буде зменшувати інтенсивність гама-променів на 50%. Як приклад, для рентгенівського випромінювання з енергією 0,1 MeV половина товщини становить приблизно 15,1 мм для бетону, приблизно 2,7 мм для свинцю, тоді як при енергії рентгенівського випромінювання 1,5 MeV половина товщини для бетону становить приблизно 44,45 мм і для свинцю становить приблизно 7,9 мм. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть являти собою матеріали, які є товстими або тонкими за умови, що вони можуть зменшувати випромінювання, що проходить через них у напрямку до іншої сторони матеріалу. Таким чином, якщо необхідно, щоб конкретна оболонка мала низьку товщину стінки, наприклад, для забезпечення невеликої ваги або внаслідок обмеження розмірів, обраний матеріал має мати достатнє значення  $Z$  і/або таку довжину загасання, щоб половина його довжини була менше або дорівнює необхідній товщині стінки оболонки.

[0054] У деяких випадках, непрозорий для випромінювання матеріал може являти собою шаруватий матеріал, наприклад такий, що містить шар з матеріалу з більш високим значенням  $Z$  для забезпечення ефективного екранування і шар з матеріалу з більш низьким значенням  $Z$  для забезпечення інших властивостей (наприклад, конструктивної цілісності, міцності при ударі і т.д.). У деяких випадках шаруватий матеріал може являти собою ламінат «підібраний згідно зі значенням  $Z$ », наприклад, у тому числі ламінат, у якому шари забезпечують градієнт  $Z$  у діапазоні від послідовно розташованих елементів з високим значенням  $Z$  до елементів з більш

низьким значенням Z. У деяких випадках непрозорі для випромінювання матеріали можуть являти собою блоки, що перекриваються, наприклад, свинцевими і/або бетонними блоками може забезпечити компанія NELCO Worldwide (Берлінгтон, Масачусетс), і можна використовувати камери зі змінною конфігурацією.

[0055] Непрозорий для випромінювання матеріал може зменшувати випромінювання, що проходить через структуру (наприклад, стінку, двері, стелю, оболонку, ряд зазначених структур або їх комбінацій), виготовлену із 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. Отже, оболонка, виконана з непрозорого для випромінювання матеріалу, може зменшувати вплив на обладнання/систему/компоненти на таку ж величину. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть включати нержавіючу сталь, метали зі значеннями Z вище за 25 (наприклад, свинець, залізо), бетон, порожню породу, пісок і їх комбінації. Непрозорі для випромінювання матеріали можуть включати бар'єрний шар у напрямку падаючого випромінювання, що становить щонайменше приблизно 1 мм (наприклад, 5 мм, 10 мм, 5 см, 10 см, 100 см, 1 м і навіть щонайменше приблизно 10 м).

#### ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ

[0056] Тип випромінювання визначає види застосовуваних джерел випромінювання, а також випромінюючих обладнань і допоміжного обладнання. Способи, системи і обладнання, описані в даній заявці, наприклад, для обробки матеріалів за допомогою випромінювання, можуть використовувати джерела, описані в даній заявці, а також будь-яке інше джерело, що підходить.

[0057] Джерела гама-випромінювання включають радіоактивні ядра, такі як ізотопи кобальту, кальцію, технецію, хрому, галію, індію, йоду, заліза, криптону, самарію, селену, натрію, талію і ксенону.

[0058] Джерела рентгенівського випромінювання включають зіткнення пучка електронів з металевими мішенями, такими як вольфрам або молібден, або сплави, або компактні джерела світла, такі як джерела, комерційно вироблені компанією Lyncean.

[0059] Альфа-частинки ідентичні ядру атома гелію і утворюються при альфа-розпаді різних радіоактивних ядер, таких як ізотопи вісмуту, полонію, астату, радону, франція, радію, деяких актиноїдів, таких як актиній, торій, уран, нептуній, кюрій, каліфорній, америцій і плутоній.

[0060] Джерела ультрафіолетового випромінювання включають дейтерієві або кадмієві лампи.

[0061] Джерела інфрачервоного випромінювання включають керамічні лампи із сапфіровими, цинковими або селенідними діафрагмами.

[0062] Джерела мікрохвиль включають клістри, радіочастотні джерела типу Slevin або джерела з атомними пучками, у які застосовують газоподібні водень, кисень або азот.

[0063] Прискорювачі, що застосовуються для прискорення часток (наприклад, електрони або іони), можуть бути постійного струму (наприклад, електростатичними постійного струму або електродинамічними постійного струму), радіочастотними лінійними, магнітоіндукційними лінійними або безперервного випромінювання. Наприклад, у способах, описаних у даному документі, можна використовувати різні обладнання опромінення, у тому числі джерела іонізації електричним полем, електростатичні іонні сепаратори, генератори іонізації електричним полем, джерела термоелектронної емісії, джерела іонів з надвисокочастотним розрядом, рециркуляційні або статичні прискорювачі, динамічні лінійні прискорювачі, прискорювачі Ван-Де-Граафа, прискорювачі марки Cockroft Walton (наприклад, прискорювачі ПЕЛЛЕТРОН (PELLETRON®)), LINACS, Dynamitrons (наприклад, прискорювачі ДИНАМІТРОН (DYNAMITRON®)), циклотрони, синхротрони, бетатрони, прискорювачі трансформаторного типу, мікротрони, плазмові генератори, каскадні прискорювачі і складчасті тандемні прискорювачі. Наприклад, у компанії IBA, Бельгія можна придбати прискорювачі циклотронного типу, такі як система РОДОТРОН (RHODOTRON®), при цьому в компанії RDI, тепер IBA Industrial, можна придбати прискорювачі постійного струму, такі як ДИНАМІТРОН (DYNAMITRON®). Інші підходящі системи прискорювачів включають, наприклад: системи типу трансформатора постійного струму з ізольованою магнітною сіткою (ICT), які можна придбати в компанії Nissin High Voltage, Японія; прискорювачі S-band LINAC, які можна придбати в компанії L3-PSD (США), прискорювачі Linac Systems (Франція), Mevex (Канада) і Mitsubishi Heavy Industries (Японія); прискорювачі L-band LINAC, які можна придбати в компанії Iotron Industries

(Канада); і прискорювачі на основі ІЛУ, які можна придбати в компанії Лабораторії Будкера (Росія). Іони і іонні прискорювачі розглянуті в 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» Columbus-Ohio, ICRU-IAEA Meeting, 18-20 березня 2006 року, Iwata, Y. et al., «Alternating-Phase-Focused IH-DTL for Heavy-Ion Medical Accelerators» Proceedings of EPAC 2006, Единбург, Шотландія) і Leaner, C.M. et al., «Status of the Superconducting ECR Ion Heavy Venus» Proceedings of EPAC 2000, Відень, Австрія. Деякі прискорювачі часток і їх застосування описані, наприклад Medoff у патенті США № 7,931,784, повний опис якого включено в даний документ за допомогою посилання.

[0064] Електрони можна одержати за допомогою радіоактивних ядер, які зазнають бета-розпаду, таких як ізотопи йоду, цезію, технецію і іридію. Альтернативно, у якості джерела електронів можна використовувати електронну гармату завдяки її термоелектронній емісії і прискорювати за рахунок прискорювального потенціалу. Електронна гармата генерує електрони, які потім прискорюються за рахунок великої різниці потенціалів (наприклад, більше приблизно 500 тисяч, більше приблизно 1 мільйона, більше приблизно 2 мільйонів, більше приблизно 5 мільйонів, більше приблизно 6 мільйонів, більше приблизно 7 мільйонів, більше приблизно 8 мільйонів, більше приблизно 9 мільйонів або навіть більше 10 мільйонів вольт) і потім їх сканують магнітним способом у площині X-Y, де електрони спочатку прискорюються в напрямку Z униз по трубі прискорювача і виділяються через діафрагму з фольги. Сканування пучків електронів можна використовувати для збільшення поверхні опромінення при опроміненні матеріалів, наприклад, біомаси, переміщуваної через скануючий пучок. Сканування пучків електронів також дозволяє рівномірно розподілити теплове навантаження на діафрагмі і допомагає зменшити руйнування діафрагми з фольги внаслідок місцевого нагрівання під дією пучка електронів. Руйнування діафрагми з фольги є причиною значного часу простою через наступні необхідні ремонтні роботи і повторного запуску електронної гармати.

[0065] У способах, описаних у даній заявці, можна використовувати різні інші обладнання опромінення, у тому числі джерела іонізації електричним полем, електростатичні іонні сепаратори, генератори іонізації електричним полем, джерела термоелектронної емісії, джерела іонів з надвисокочастотним розрядом, рециркуляційні або статичні прискорювачі, динамічні лінійні прискорювачі, прискорювачі Ван-Де-Граафа і складчасті тандемні прискорювачі. Такі обладнання розглянуті, наприклад, Medoff у патенті США № 7,931,784, повний опис якого включено в даний документ за допомогою посилання.

[0066] У якості джерела випромінювання можна використовувати пучок електронів. Перевагами пучка електронів є високі потужності дози (наприклад, 1, 5 або навіть 10 Мрад на сек), висока пропускна здатність, устаткування з меншою герметизацією і з меншою ізоляцією. Пучки електронів також можуть мати високий електричний коефіцієнт корисної дії (наприклад, 80%), що дозволяє використовувати менше енергії відносно інших способів опромінення, що може обумовлювати більш низьку вартість експлуатації і знижені викиди парникових газів, які відповідні меншій кількості застосовуваної енергії. Пучки електронів можна одержати, наприклад, за допомогою електростатичних генераторів, каскадних генераторів, трансформаторних генераторів, низькоенергетичних прискорювачів із системою сканування, низькоенергетичних прискорювачів з лінійним катодом, лінійних прискорювачів і імпульсних прискорювачів.

[0067] Електрони також можуть бути більш ефективні з погляду виклику змін молекулярної структури вуглеводмістких матеріалів, наприклад, за допомогою механізму розщеплення ланцюгів. Крім того, електрони з енергіями від 0,5 до 10 MeV можуть проникати в матеріали з низькою щільністю, такі як матеріали біомаси, описані в даній заявці, наприклад, матеріали з об'ємною щільністю менше  $0,5 \text{ г/см}^3$  і глибиною від 0,3 до 10 см. Електрони як джерело іонізуючого випромінювання можна застосовувати, наприклад, для порівняно тонких штабелів, шарів або підкладок матеріалів, наприклад, з товщиною менше приблизно 0,5 дюйма (1,27 см), наприклад, менше приблизно 0,4 дюйма (1,016 см), 0,3 дюйма (0,762 см), 0,25 дюйма (0,635 см) або менше приблизно 0,1 дюйма (0,254 см). Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу енергія кожного електрона з пучка електронів становить від приблизно 0,3 MeV до приблизно 2,0 MeV (мільйон електрон-вольт), 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 в публікації заявки на патент США 2012/0100577 A1, поданої 18 жовтня 2011 року, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[0068] Пристрої для електронно-променевого опромінення можна придбати або сконструювати. Наприклад, елементи або компоненти, такі як індуктори, конденсатори, кожухи, джерела живлення, кабелі, електропроводка, системи з регульованою напругою, елементи з

регулюванням сили струму, ізоляційний матеріал, мікроконтролери і обладнання для охолодження, можна придбати і змонтувати з одержанням пристрою. У деяких випадках серійне обладнання можна модифікувати і/або адаптувати. Наприклад, обладнання і компоненти можна придбати в будь-якому з комерційних джерел, описаних в даному документі, включаючи Ion Beam Applications (Лувен-ля-Нев, Бельгія), Wasik Associates Inc. (Дракат, Массачусетс), NHV Corporation (Японія), the Titan Corporation (Сан-Дієго, Каліфорнія), Vivirad High Voltage Corp (Білліеріка, Массачусетс) і/або Лабораторії Будкера (Росія). Типові енергії електронів можуть становити 0,5 МеВ, 1 МеВ, 2 МеВ, 4,5 МеВ, 7,5 МеВ або 10 МеВ. Потужність типового обладнання для електронно-променевого опромінення 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 кВт, 800 кВт, 900 кВт або навіть 1000 кВт. Прискорювачі, які можна використовувати, включають опромінювачі NHV середньої енергії серії EPS-500 (наприклад, з напругою прискорювача 500 кВ і струмом пучка 65, 100 або 150 мА), EPS-800 (наприклад, з напругою прискорювача 800 кВ і струмом пучка 65 або 100 мА) або EPS-1000 (наприклад, з напругою прискорювача 1000 кВ і струмом пучка 65 або 100 мА). Крім того, можна використовувати прискорювачі із серії NHV з високою енергією, 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) і EPS-5000 (наприклад, 5000 і струмом пучка 30 мА).

[0069] Вибір оптимального рішення при розгляді технічних характеристик потужності обладнання для електронно-променевого опромінення включає вартість експлуатації, капітальні витрати, амортизаційні витрати і габарити обладнання. Вибір оптимального рішення при розгляді рівнів експозиційної дози електронно-променевого опромінення може бути засновано на витратах на енергію і турботі про екологію, безпеку і здоров'я. Зазвичай, генератори розміщують у камері, наприклад, зі свинцю або бетону, особливо при використанні рентгенівського випромінювання, яке генерується в процесі. Вибір оптимального рішення при розгляді енергій електронів включає вартість енергії.

[0070] За допомогою обладнання для електронно-променевого опромінення можна створити або нерухомий пучок, або скануючий пучок. Скануючий пучок може бути переважним завдяки великій довжині розгортки сканування і високим швидкостям сканування, оскільки ці властивості ефективно замінюють більшу ширину нерухомого пучка. Крім того, доступні ширини розгорнення становлять 0,5 м, 1 м, 2 м або більше. Скануючий пучок є переважним згідно з більшістю варіантів реалізації винаходу, описаних у даній заявці, внаслідок більшої ширини розгортки і зниженої ймовірності місцевого нагрівання і поломки діафрагм.

#### ЕЛЕКТРОННІ ГАРМАТИ - WINDOWS

[0071] Система витягування для прискорювача електронів може містити дві діафрагми з фольги. Охолоджувальний газ у системі витягування із двома діафрагмами з фольги може являти собою продувальний газ або суміш, наприклад, повітря, або чистий газ. Відповідно до одного з варіантів реалізації винаходу газ являє собою інертний газ, такий як азот, аргон, гелій і/або діоксид вуглецю. Переважно застосовувати газ, а не рідину, оскільки втрати енергії в пучку електронів мінімізовані. Можна також використовувати суміші чистого газу, або попередньо змішані, або змішані на лінії перед влученням на діафрагми або в простір між діафрагмами. Охолоджувальний газ можна остудити, наприклад, за допомогою системи теплообміну (наприклад, холодильника) і/або шляхом випаровування з конденсованого газу (наприклад, рідкого азоту, рідкого гелію). Діафрагми з фольги описані в РСТ/US2013/064332, поданої 10 жовтня 2013 року, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

#### НАГРІВАННЯ І ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ПРИ ОБРОБЦІ ОПРОМІНЕННЯМ

[0072] При непружних зіткненнях у біомасі при взаємодії електронів з пучка електронів з речовиною може відбуватися декілька процесів. Наприклад, іонізація матеріалу, розщеплення ланцюга полімерів у матеріалі, зшивання полімерів у матеріалі, окиснення матеріалу, генерування рентгенівського випромінювання («гальмівного випромінювання») і коливального збудження молекул (наприклад, генерування фононів). Не будучи пов'язаними з конкретним механізмом, зменшення опірності обробці може бути обумовлено декількома із зазначених ефектів непружного зіткнення, наприклад, іонізацією, розщепленням ланцюгів полімерів, окисненням і генеруванням фононів. Деякі із зазначених ефектів (наприклад, зокрема, генерування рентгенівського випромінювання), вимагають екранування і технічних бар'єрів, наприклад, розташування процесів опромінення в бетонній камері (або камері з іншого непрозорого для випромінювання матеріалу). Інший ефект опромінення, коливальне збудження, еквівалентне нагріванню зразка. Нагрівання зразка шляхом опромінення може допомогти

зменшити опірність обробці, але перегрів може зруйнувати матеріал, як буде описано нижче.

[0073] Адіабатичне підвищення температури ( $\Delta T$ ) у результаті поглинання іонізуючого випромінювання описується рівнянням:  $\Delta T = D/C_p$ , де  $D$  являє собою середню дозу в кГр,  $C_p$  являє собою теплоємність у Дж/г°C і  $\Delta t$  являє собою зміну температури в°C. Теплоємність типового сухого матеріалу біомаси буде становити близько 2. Волога біомаса буде мати більш високу теплоємність залежно від кількості води, оскільки теплоємність води дуже висока (4,19 Дж/г°C). Метали мають набагато нижчі теплоємності, наприклад, теплоємність нержавіючої сталі 304 становить 0,5 Дж/г°C. Зміна температури внаслідок миттєвого поглинання випромінювання біомасою і нержавіючою сталлю для різних доз опромінення показана в Таблиці 1. На практиці при більш високих температурах біомаса розкладається, що приводить до максимального відхилення від передбачуваних змін у температурі.

Таблиця 1:

Розраховане збільшення температури для біомаси і нержавіючої сталі

Доза (Мрад)	Біомаса розраховане $\Delta T$ (°C)	Сталь $\Delta T$ (°C)
10	50	200
50	250, (Розкладання)	1000
100	500, (Розкладання)	2000
150	750, (Розкладання)	3000
200	1000, (Розкладання)	4000

[0074] Високі температури можуть зруйнувати і/або модифікувати біополімери в біомасі, так що полімери (наприклад, целюлоза) не підходять для додаткової обробки. Біомаса, що зазнає впливу високих температур, може стати темною, липкою і пахнути, що вказує на розкладання. Липкість може навіть ускладнити переміщення матеріалу. Запахи можуть бути неприємними і створювати проблему безпеки. Фактично, було виявлено, що в процесах, описаних у даній заявці, доцільно 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, від приблизно 60 °C до 180 °C, від приблизно 60 °C до 160 °C, від приблизно 60 °C до 150 °C, від приблизно 60 °C до 140 °C, від приблизно 60 °C до 130 °C, від приблизно 60 °C до 120 °C, від приблизно 80 °C до 180 °C, від приблизно 100 °C до 180 °C, від приблизно 120 °C до 180 °C, від приблизно 140 °C до 180 °C, від приблизно 160 °C до 180 °C, від приблизно 100 °C до 140 °C, від приблизно 80 °C до 120 °C).

[0075] Було виявлено, що для процесів, описаних у даній заявці (наприклад, для зменшення опірності обробці), необхідне опромінення дозою вище приблизно 10 Мрад. Крім того, необхідна висока пропускна здатність, щоб опромінення не стало вузьким місцем при обробці біомаси. Обробка відповідає рівнянню потужності дози:  $M = FP/D \times \text{час}$ , де  $M$  являє собою масу опроміненого матеріалу (кг),  $F$  являє собою частку потужності, яка поглинається (безрозмірна величина),  $P$  являє собою потужність випромінювання (кВт = напруга в МеВ  $\times$  струм у мА), час являє собою час обробки (сек) і  $D$  являє собою поглинену дозу (кГр). У типовому процесі, у якому частка поглиненої потужності фіксована, потужність випромінювання залишається постійною і необхідна певна доза, пропускна здатність (наприклад,  $M$ , обробленої біомаси) можна підвищити шляхом збільшення часу опромінення. Однак збільшення часу опромінення без можливості охолодження матеріалу може привести до надмірного його нагрівання, як проілюстровано за допомогою розрахунків, наведених вище. Оскільки біомаса має низьку питому теплопровідність (менше приблизно  $0,1 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ), розсіювання тепла відбувається повільно, на відміну, наприклад, від металів (більше приблизно  $10 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ), які можуть розсіювати енергію швидко, за умови, що є стік тепла для передачі енергії.

#### ЕЛЕКТРОННІ ГАРМАТИ - ПОГЛИНАЧІ ПУЧКА

[0076] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу системи і способи включають поглинач пучка (наприклад, затвор). Наприклад, поглинач пучка можна використовувати для швидкого припинення або зменшення опромінення матеріалу без вимикання електроживлення електроннопроменевого обладнання. Альтернативно, поглинач пучка можна використовувати при підключенні живлення пучка електронів, наприклад, поглинач пучка може зупинити пучок електронів, поки струм пучка не досягся необхідного рівня.

Поглинач пучка можна помістити між першою діафрагмою з фольги і другою діафрагмою з



фольги. Наприклад, поглинач пучка можна встановити таким чином, щоб він був пересувним, тобто так, щоб його можна було переміщувати на траєкторію пучка і забирати із зазначеної траєкторії. Навіть можна використовувати часткове перекриття пучка, наприклад, для регулювання дози опромінення. Поглинач пучка можна встановити на підлозі, на транспортері для біомаси, прикріпити до стінки, до обладнання випромінювання (наприклад, до кронштейна для сканування) або до будь-якої опорної конструкції. Поглинач пучка переважно закріплюють відносно кронштейна для сканування таким чином, щоб пучок можна було ефективно регулювати за допомогою поглинача пучка. Поглинач пучка може містити шарнір, рейку, колеса, прорізи або інші засоби, що дозволяють йому функціонувати при переміщенні в пучок і з пучка.

[0077] Поглинач пучка можна виконати з металу, у тому числі, але не обмежуючись ними, з нержавіючої сталі, свинцю, заліза, молібдену, срібла, золота, титану, алюмінію, олова або сплавів перерахованих металів, 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).

[0078] Поглинач пучка можна остудити, наприклад, за допомогою охолоджуючого текучого середовища, такого як водяний розчин або газ. Поглинач пучка може бути частково або повністю порожнім, наприклад, містити порожнини. Внутрішній простір поглинача пучка можна використовувати для охолоджуючих рідин і газів. Поглинач пучка може мати будь-яку форму, у тому числі, плоску, вигнуту, круглу, овальну, квадратну, прямокутну, скошену і клиноподібну форми.

[0079] Поглинач пучка може мати перфораційні отвори, що дозволяє деяким електронам проходити через них, регулюючи (наприклад, зменшуючи), таким чином, рівні опромінення по всій площі діафрагми або в деяких областях діафрагми. Поглинач пучка може являти собою сітку, виготовлену, наприклад, з волокон або дроту. Для регулювання опромінення можна використовувати численну кількість поглиначів пучка, спільно або незалежно. Поглинач пучка можна регулювати дистанційно, наприклад, за допомогою радіосигналу, або жорстко вмонтувати у двигун для пересування пучка в різні положення.

#### ПОГЛИНАЧІ ПУЧКА

[0080] Варіанти реалізації винаходу, описані в даній заявці, у випадку обробки випромінюванням також можуть включати уловлювач для пучка. Мета уловлювача для пучка полягає в безпечному поглинанні пучка заряджених часток. Подібно поглиначу пучка, уловлювач для пучка можна використовувати для блокування пучка заряджених часток. Однак уловлювач для пучка є набагато більш надійний, ніж поглинач пучка і призначений для блокування повної потужності пучка електронів протягом тривалого періоду часу.

Зазначені уловлювачі часто використовують для блокування пучка при підключенні прискорювача до живлення.

[0081] Крім того, уловлювачі для пучка виконані з можливістю витримування тепла, виділюваного зазначеними пучками, і зазвичай виготовлені з таких матеріалів, як мідь, алюміній, вуглець, берилій, вольфрам або ртуть. Уловлювач для пучка можна остудити, наприклад, за допомогою охолоджуючого текучого середовища, яке може перебувати в тепловому контакті з уловлювачем для пучка.

#### МАТЕРІАЛИ БІОМАСИ

[0082] Лігноцелюлозні матеріали, включають але не обмежуються ними, деревину, пресовану деревину, деревні відходи (наприклад, тирса, деревинна осика, деревинна стружка), трави (наприклад, просо прутікоподібне, китайський очерет, спартина, двопензлик очеретяний), зернові відходи, (наприклад, рисову лушпайку, лушпайку вівса, соломі пшениці, ячмінну лушпайку), сільськогосподарські відходи (наприклад, силос, соломі канолі, соломі пшениці, соломі ячменю, соломі вівса, соломі рису, джут, коноплі, льон, бамбук, сизаль, абаку, стрижні кукурудзяних качанів, кукурудзяну соломі, соєву соломі, кукурудзяне волокно, люцерну, сіно, волосяний покрив кокоса), відходи від переробки цукру (наприклад, макуха, буряковий гніт, макуха агаві), водорості, морські водорості, гній, стічні води і суміші будь-яких з перерахованих речовин.

[0083] У деяких випадках, лігноцелюлозний матеріал включає стрижні кукурудзяних качанів. Подрібнені або роздроблені молотом стрижні кукурудзяних качанів можна розділити у вигляді шару досить рівномірної товщини для опромінення і після опромінення їх легко диспергувати у

середовищі для подальшої обробки. У деяких випадках для полегшення збиральних робіт і збору використовують кукурудзяну рослину цілком, включаючи кукурудзяні стебла, кукурудзяні зерна і у деяких випадках навіть кореневу систему рослини.

[0084] Переважно не потрібно додаткових поживних речовин (крім джерела азоту, наприклад, сечовини або аміаку) у процесі ферментації стрижнів кукурудзяних качанів або целюлозних або лігноцелюлозних матеріалів, що містять значні кількості стрижнів кукурудзяних качанів.

[0085] Крім того, стрижні кукурудзяних качанів, перед і після подрібнення, легше перемішувати і диспергувати і вони проявляють меншу схильність до утворення вибухових сумішей у повітрі в порівнянні з іншими целюлозними або лігноцелюлозними матеріалами, такими як сіно і трави.

[0086] Целюлозні матеріали включають, наприклад, папір, паперові вироби, паперові відходи, паперову масу, пігментний папір, крейдований папір, папір з покриттям, папір з наповнювачами, журнали, друковану продукцію (наприклад, книги, каталоги, довідники, етикетки, календарі, вітальні листівки, брошури, проспекти, газетний папір), папір для принтера, папір з полімерним покриттям, картки, картон, паперовий картон, матеріали з високим вмістом  $\alpha$ -целюлози, такі як вата, і суміші будь-яких з перерахованих матеріалів.

Наприклад, паперові вироби, описані в заявці на патент США № 13/396,365 («Magazine Feedstocks» Medoff зі співавторами, поданої 14 лютого 2012 року), повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[0087] Целюлозні матеріали також можуть включати лігноцелюлозні матеріали, які були частково або повністю делігніфіковані.

[0088] У деяких випадках можна використовувати інші матеріали біомаси, наприклад, крохмальні матеріали. Крохмальні матеріали включають сам крохмаль, наприклад, кукурудзяний крохмаль, пшеничний крохмаль, картопляний крохмаль або рисовий крохмаль, похідні крохмалю або матеріал, що містить крохмаль, такий як їстівний продукт харчування або сільськогосподарська культура. Наприклад, крохмальний матеріал може являти собою аракачу їстівну, гречану крупу, банан, ячмінь, маніоку, кудзу, округу, саго, сорго, звичайну домашню картоплю, солодку картоплю, таро, ямс або один або більше видів бобових, таких як кінські боби, сочевиця або горох. Суміші будь-яких двох або більше крохмальних матеріалів також є крохмальними матеріалами. Крім того, можна використовувати суміші крохмальних, целюлозних і/або лігноцелюлозних матеріалів. Наприклад, біомаса може являти собою рослину повністю, частину рослини або різні частини рослини, наприклад, пшениці, бавовни, кукурудзи, рису або дерева. Крохмальні матеріали можна обробити із застосуванням будь-яких способів, описаних у даній заявці.

[0089] Мікробні матеріали, які можна використовувати в якості сировини, включають, але не обмежуються ними, будь-який природний або генетично модифікований мікроорганізм або організм, який містить або здатний забезпечити джерело вуглеводів (наприклад, целюлозу), наприклад, протисти, наприклад, тварини протисти (наприклад, найпростіші, такі як флагелати, амебоїдні найпростіші, інфузорії і споровики) і рослинні протисти (наприклад, водорості, такі як альвеолярні, хлорарахнофітові, криптомонадові, еугленіди, глаукофітові, гаптофітові, червоні водорості, страменопили і зелені водорості). Інші приклади включають морські водорості, планктони (наприклад, макропланктони, мезопланктон, мікропланктони, нанопланктон, пікопланктон і фемтопланктон), фітопланктон, бактерії (наприклад, грампозитивні бактерії, грамнегативні бактерії і екстремофіли), дріжджі і/або їх суміші. У деяких випадках, мікробну біомасу можна одержати із природних джерел, наприклад, океану, озер, водних об'єктів, наприклад, солоної води або прісної води, або на суші. У якості альтернативи або на додаток, мікробну біомасу можна одержати із систем культивування клітин, наприклад, великомасштабних систем сухого і вологого культивування і ферментації.

[0090] Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу матеріали біомаси, такі як целюлозні, крохмальні і лігноцелюлозні вихідні матеріали, можна одержати із трансгенних мікроорганізмів і рослин, які були модифіковані відносно сорту дикого типу. Такі модифікації можна здійснити, наприклад, за допомогою повторюваних стадій селекції і розведення з одержанням у рослині необхідних ознак. Крім того, зазначені рослини могли містити в порівнянні із сортом дикого типу вилучений, модифікований, з подавленою експресією і/або доданий генетичний матеріал. Наприклад, генетично модифіковані рослини можна одержати за допомогою технологій рекомбінантних ДНК, у яких генетичні модифікації включають внесення або модифікації специфічних генів з батьківських сортів, або, наприклад, шляхом застосування трансгенного розведення, при якому в рослину вводять специфічний ген або гени з іншого виду рослини і/або бактерій. Інший шлях створення генетичної мінливості реалізують через мутаційне розведення,

при якому з ендогенних генів штучно створюють нові алелі. Штучні гени можна створити різними способами, включаючи обробку рослини або насіння, наприклад, за допомогою хімічних мутагенів (наприклад, із застосуванням алкілюючих агентів, епоксидів, алкалоїдів, пероксидів, формальдегіду), опромінення (наприклад, рентгенівського опромінення, гама-опромінення, нейтронів, бета-частинок, альфа-частинок, протонів, дейтронів, УФ-опромінення) і теплового удару або із застосуванням іншого зовнішнього навантаження і наступних методів селекції.

Інші способи одержання модифікованих генів реалізують із застосуванням ПЦР зниженої точності і перестановки в ДНК із наступною вставкою необхідної модифікованої ДНК у необхідну рослину або насіння. Способи внесення необхідної генетичної мінливості в насіння або рослину включають, наприклад, застосування бактеріального носія, балістичну трансфекцію, осадження фосфату кальцію, електропорацію, сплайсинг генів, придушення експресії генів, ліпофекцію, мікроін'єкцію і застосування вірусних носіїв. Додаткові генетично модифіковані матеріали були описані в заявці на патент США № 13/396369, поданої 14 лютого 2012 року, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[0091] Будь-які з способів, описаних у даній заявці, можна реалізувати за допомогою сумішей будь-яких матеріалів біомаси, описаних у даній заявці.

#### ІНШІ МАТЕРІАЛИ

[0092] Інші матеріали (наприклад, природні або синтетичні матеріали), наприклад, полімери, можна обробити і/або одержати за допомогою способів, обладнання і систем, описаних у даній заявці. Наприклад, поліетилену (наприклад, лінійного поліетилену низкої щільності і поліетилену високої щільності), полістиролів, сульфонованих полістиролів, полівінілхлориду, складних поліефірів (наприклад, нейлону, DACRON™, KODEL™), поліалкіленових ефірів, полівінілових ефірів, поліамідів (наприклад, KEVLAR™), поліетилентерефталату, ацетату целюлози, ацеталю, поліакрилонітрилу, полікарбонатів (наприклад, LEXAN™), акрилових матеріалів [наприклад, полі(метилметакрилату)], поліакрилонітрилів, поліуретанів, поліпропілену, полібутадієну, поліізобутилену, поліакрилонітрилу, поліхлоропрену (наприклад, неопрену), полі(цис-1,4- ізопрену) [наприклад, природного каучуку], полі(транс-1,4-ізопрену) [наприклад, гутаперчі], фенолформальдегіду, меламінформальдегіду, епоксидів, складних поліефірів, поліамінів, полікарбонатових кислот, полімолочних кислот, полівінілових спиртів, поліангідридів, поліфторвуглеців (наприклад, TEFLON™), сполук органічного кремнію (наприклад, силіконового каучуку), полісиланів, простих поліефірів (наприклад, поліетиленоксиду, поліпропіленоксиду), восків, масел і із сумішей. У даний винахід також включені пластмаси, гуми, еластomers, волокна, воски, гелі, масла, адгезиви, термопластмаси, термореактивні пластмаси, полімери що розкладаються мікроорганізмами, смоли, отримані із застосуванням зазначених полімерів, інші полімери, інші матеріали і їх комбінації. Зазначені полімери можна одержати за допомогою будь-якого прийнятного способу, у тому числі, за допомогою катіонної полімеризації, аніонної полімеризації, радикальної полімеризації, полімеризації за механізмом метатезиса, полімеризації з розкриттям кільця, привитий полімеризації, адитивній полімеризації. У деяких випадках способи обробки, описані в даному документі, можна використовувати, наприклад, для привитий полімеризації, що ініціюється радикалами, і зшивання. Також можна обробити і/або виготовити композиційні матеріали полімерів, наприклад, зі склом, металами, біомасою (наприклад, волокнами, частками) і керамікою.

[0093] Інші матеріали, які можна обробити із застосуванням способів, систем і обладнання, описаного в даному документі, являють собою керамічні матеріали, мінеральні речовини, метали, неорганічні сполуки. Наприклад, кристали кремнію і германію, нітриди кремнію, оксиди металів, напівпровідники, ізолятори, цементи і/або провідники.

[0094] Крім того, можна обробити промислові багатокомпонентні або штамповані матеріали (наприклад, відформовані, екструдовані, зварені, склепані, багат шарові або поєднані будь-яким способом), наприклад, кабелі, труби, плити, оболонки, інтегральні напівпровідникові кристали, монтажні плати, провід, шини, скло, ламіновані матеріали, приводи, реміні, машини і їх комбінації. Наприклад, обробка матеріалу способами, описаними в даному документі, дозволяє модифікувати поверхні, наприклад, роблячи їх такими, що піддаються подальшій функціоналізації, поєднанню (наприклад, зварюванню), і/або обробка дозволяє зшивати матеріали.

#### ОДЕРЖАННЯ МАТЕРІАЛУ БІОМАСИ - МЕХАНІЧНА ОБРОБКА

[0095] Біомаса може перебувати в сухій формі, наприклад, містити менше приблизно 35% вологи (наприклад, менше приблизно 20 %, менше приблизно 15 %, менше приблизно 10 % менше приблизно 5 %, менше приблизно 4%, менше приблизно 3 %, менше приблизно 2 % або навіть менше приблизно 1 %). Біомасу також можна поставляти у вологому стані, наприклад, у

вигляді вологої твердої речовини, шламу або суспензії, що містить щонайменше приблизно 10 % мас. твердої фази (наприклад, щонайменше приблизно 20 % мас., щонайменше приблизно 30 % мас., щонайменше приблизно 40 % мас., щонайменше приблизно 50 % мас., щонайменше приблизно 60 % мас., щонайменше приблизно 70 % мас.).

5 [0096] У способах, описаних у даній заявці можна використовувати матеріали з низькою об'ємною щільністю, наприклад, целюлозну або лігноцелюлозну сировину, яка була попередньо оброблена фізичними способами для забезпечення об'ємної щільності, що становить менше приблизно  $0,75 \text{ г/см}^3$ , наприклад, менше приблизно 0,7; 0,65; 0,60; 0,50; 0,35; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10; 0,05 або менше, наприклад, приблизно  $0,025 \text{ г/см}^3$ . Об'ємну щільність визначають за допомогою ASTM D1895B. Зазначений спосіб включає заповнення вимірювального циліндра відомого об'єму пробю і вимірювання маси проби. Об'ємну щільність розраховують шляхом поділу маси проби в грамах на відомий об'єм циліндра в кубічних сантиметрах. При необхідності, матеріали з низькою об'ємною щільністю можна ущільнити, наприклад, способами, описаними в патенті США № 7,971,809, який належить Medoff, повний опис якого

15 включено за допомогою посилання.  
[0097] У деяких випадках попередня обробка включає просіювання матеріалу біомаси. Просіювання можна здійснити через сітку або перфоровану пластину з необхідним розміром отворів, наприклад, менше приблизно 6,35 мм (1/4 дюйма, 0,25 дюйма), (наприклад, менше приблизно 3,18 мм (1/8 дюйма, 0,125 дюйма), менше приблизно 1,59 мм (1/16 дюйма, 0,0625 дюйма), менше приблизно 0,79 мм (1/32 дюйма, 0,03125 дюйма), наприклад, менше приблизно 0,51 мм (1/50 дюйма, 0,02000 дюйма), менше приблизно 0,40 мм (1/64 дюйма, 0,015625 дюйма), менше приблизно 0,23 мм (0,009 дюйма), менше приблизно 0,20 мм (1/128 дюйма, 0,0078125 дюйма), менше приблизно 0,18 мм (0,007 дюйма), менше приблизно 0,13 мм (0,005 дюйма) або навіть менше приблизно 0,10 мм (1/256 дюйма, 0,00390625 дюйма)). В одній з конфігурацій необхідна біомаса провалюється через перфораційні отвори або сито і таким чином, біомаса з розміром, більшим, ніж перфораційні отвори або сито, не зазнає опромінення. Такі більші матеріали можна обробити повторно, наприклад, шляхом подрібнення, або їх можна просто вилучити з обробки. В іншій конфігурації матеріал, розміри якого більше, ніж перфораційні отвори, опромінюють і більш дрібний матеріал видаляють шляхом просіювання або

20 використовують повторно. У такого роду конфігурації транспортер сам (наприклад, частина транспортера) може бути перфорований або виготовлений із застосуванням сітки. Наприклад, відповідно одному з конкретних варіантів реалізації винаходу матеріал біомаси може бути вологим, при цьому перфораційні отвори або сітка дозволяють воді витікати з біомаси перед опроміненням.

35 [0098] Просіювання матеріалу також можна здійснити ручним способом, наприклад, за допомогою оператора або механічного обладнання (наприклад, автомата, обладнаного колірним, відбивним або іншим датчиком), яке видаляє небажаний матеріал. Просіювання також можна здійснити шляхом магнітного просіювання, при цьому магніт розміщують близько до матеріалу, що переміщується, і магнітний матеріал видаляють шляхом магнітного впливу.

40 [0099] Можлива попередня обробка може включати нагрівання матеріалу. Наприклад, частина транспортера, що переміщує біомасу або інший матеріал, може проходити через зону нагрівання. Зону нагрівання можна створити, наприклад, за допомогою ІЧ-випромінювання, мікрохвиль, спалювання (наприклад, газу, вугілля, нафти, біомаси), резистивного нагрівання і/або індуктивних котушок. Тепло можна застосовувати щонайменше з однієї сторони або більш ніж однієї сторони, нагрівання може бути безперервним або періодичним і нагрівати можна тільки частину матеріалу або весь матеріал. Наприклад, частину переміщуючого жолоба можна нагріти за допомогою нагрівальної сорочки. Нагрівання можна здійснити, наприклад, з метою сушіння матеріалу. У випадку сушіння матеріалу зазначене сушіння можна полегшити, при нагріванні або без нього, шляхом переміщення газу (наприклад, повітря, кисню, азоту, He, CO<sub>2</sub>, аргону) над біомасою і/або через біомасу при її переміщенні.

50 [00100] У деяких випадках попередня обробка може включати охолодження матеріалу. Охолодження матеріалу описане в патенті США № 7,900,857, який належить Medoff, опублікованому 8 березня 2011 року, опис якого включено в даний документ за допомогою посилання. Наприклад, охолодження можна здійснити шляхом подачі охолоджуючого текучого середовища, наприклад, води (наприклад, із гліцерином) або азоту (наприклад, рідкого азоту) у нижню частину переміщуючого жолоба. Згідно з альтернативним варіантом реалізації винаходу охолоджувальний газ, наприклад, охолоджений азот, можна продувати поверх матеріалу біомаси або під переміщуючою системою.

60 [00101] Інший можливий спосіб попередньої обробки може включати додавання матеріалу в біомасу або інші види сировини. Додатковий матеріал можна додати, наприклад, шляхом

зрошення, розбризкування і/або вливання матеріалу в біомасу при її переміщенні. Матеріали, які можна додати, включають, наприклад, метали, керамічні матеріали і/або іони, як описано в публікації заявки на патент США 2010/0105119 A1 (поданої 26 жовтня 2009 року) і публікації заявки на патент США 2010/0159569 A1 (поданої 16 грудня 2009 року), повний опис яких включено в даний документ за допомогою посилання. Можливі матеріали, які можна додати, включають кислоти і основи. Інші матеріали, які можна додати, являють собою окиснювачі (наприклад, пероксиди, хлорати), полімери, полімеризовувані мономері (наприклад такі, що містять ненасичені сполуки), воду, каталізатори, ферменти і/або організми. Матеріал можна додати, наприклад, у чистій формі, у вигляді розчину в розчиннику (наприклад, воді або органічному розчиннику) і/або у вигляді розчину. У деяких випадках розчинник є летучим і може бути приготований з метою випаровування, наприклад, шляхом нагрівання і/або продування газу, як описано раніше. Доданий матеріал може утворювати рівномірне покриття на біомасі або являти собою гомогенну суміш різних компонентів (наприклад, біомаси і додаткового матеріалу). Доданий матеріал може модулювати наступну стадію опромінення шляхом збільшення ефективності опромінення, демпфірування опромінення або зміни впливу опромінення (наприклад, від пучків електронів до рентгеновського випромінювання або нагрівання). Зазначений спосіб може не впливати на опромінення, але може бути застосований для подальшої послідовної обробки.

Доданий матеріал може допомогти при переміщенні матеріалу, наприклад, за рахунок зниження рівнів пилу.

[00102] Біомасу можна направляти на транспортер (наприклад, вібраційні транспортери, що використовуються в камерах, описаних у даній заявці) за допомогою стрічкового транспортера, пневматичного транспортера, гвинтового транспортера, бункера, труби, вручну або за допомогою комбінації перерахованих вище обладнань. Біомасу можна, наприклад, скидати, виливати і/або поміщати на транспортер будь-яким із зазначених способів. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу матеріал доставляють до транспортера, застосовуючи укладену в оболонку систему розподілу матеріалу, що допомагає підтримати атмосферу з низьким вмістом кисню і/або регулювати пил і дрібні частки. Зважені або суспендовані в повітрі дрібні частки біомаси і пилу є небажаними, оскільки вони можуть створити небезпеку вибуху або пошкодити фольгу діафрагми електронної гармати (при застосуванні такого пристрою для обробки матеріалу).

[00103] Матеріал можна вирівняти для формування рівномірної товщини, що становить від приблизно 0,0312 (приблизно 0,7925 мм) до 5 дюймів (приблизно 127 мм) (наприклад, від приблизно 0,0625 (приблизно 1,5875 мм) до 2,000 дюймів (приблизно 50,8 мм), від приблизно 0,125 (приблизно 3,175 мм) до 1 дюйма (приблизно 25,7 мм), від приблизно 0,125 (приблизно 3,175 мм) до 0,5 дюйма (приблизно 12,7 мм), від приблизно 0,3 (приблизно 7,62 мм) до 0,9 дюйма (приблизно 22,86 мм), від приблизно 0,2 (приблизно 5,08 мм) до 0,5 дюйма (приблизно 12,7 мм), від приблизно 0,25 (приблизно 6,35 мм) до 1 дюйма (приблизно 25,4 мм), від приблизно 0,25 (приблизно 6,35 мм) до 0,5 дюйма (приблизно 12,7 мм), 0,100 (приблизно 2,54 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,150 (приблизно 3,81 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,200 (приблизно 5,08 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,250 (приблизно 6,35 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,300 (приблизно 7,62 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,350 (приблизно 8,89 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,400 (приблизно 10,16 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,450 (приблизно 11,43 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,500 (приблизно 12,7 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,550 (приблизно 13,97 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,600 (приблизно 15,24 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,700 (приблизно 17,78 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,750 (приблизно 19,05 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,800 (приблизно 20,32 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,850 (приблизно 21,59 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,900 (приблизно 22,86 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм), 0,900 (приблизно 22,86 мм) +/- 0,025 дюйма (приблизно 0,635 мм).

[00104] У цілому, переважно переміщувати матеріал через пучок електронів якнайшвидше для максимізації пропускної здатності. Наприклад, матеріал можна перемішати зі швидкостями, що становлять щонайменше 1 фут/хв (приблизно 0,305 м/хв), наприклад, щонайменше 2 фут/хв (приблизно 0,610 м/хв), щонайменше 3 фут/хв (приблизно 0,914 м/хв), щонайменше 4 фут/хв (приблизно 1,219 м/хв), щонайменше 5 фут/хв (приблизно 1,524 м/хв), щонайменше 10 фут/хв (приблизно 3,048 м/хв), щонайменше 15 фут/хв (приблизно 4,572 м/хв), 20 (приблизно 6,093 м/хв), 25 (приблизно 7,62 м/хв), 30 (приблизно 9,144 м/хв), 35 (приблизно 10,668 м/хв), 40 (приблизно 12,192 м/хв), 45 (приблизно 13,716 м/хв), 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв). Швидкість переміщення пов'язана зі струмом пучка, наприклад, у випадку біомаси товщиною ¼

дуюма (приблизно 0,635 см) і 100 мА, для забезпечення достатньої дози опромінення транспортер може переміщуватися зі швидкістю приблизно 20 футів/хв (приблизно 6,096 м/хв), при 50 мА транспортер може переміщуватися зі швидкістю приблизно 10 футів/хв (приблизно 3,048 м/хв) для забезпечення приблизно такої ж дози опромінення.

[00105] Після переміщення матеріалу через зону опромінення, можна здійснити додаткову попередню обробку. Можлива додаткова попередня обробка може, наприклад, являти собою процес, описаний стосовно до обробки шляхом попереднього опромінення. Наприклад, біомасу можна обробити шляхом просіювання, нагрівання, охолодження і/або об'єднання з добавками. Винятково при попередньому опроміненні може мати місце гасіння радикалів, наприклад, гасіння радикалів шляхом додавання текучих середовищ або газів (наприклад, кисню, закису азоту, аміаку, рідин), при застосуванні тиску, теплоти і/або додавання акцепторів радикалів. Наприклад, біомасу можна переміщувати з транспортера, яку помістили в оболонку і піддати її впливу газу (наприклад, кисню), при цьому відбувається гасіння біомаси з утворенням карбоксильованих груп. Відповідно до одного з варіантів реалізації винаходу біомасу під час опромінення піддають впливу хімічно активного газу або рідини. Гасіння біомаси, яка зазнала опромінення, описано в патенті США № 8.083.906, який належить Medoff, повний опис якого включено в даний документ за допомогою посилання.

[00106] При необхідності, поряд з опроміненням можна використовувати один або більше способів механічної обробки для додаткового зменшення опірності обробці вуглеводмісткого матеріалу. Зазначені способи можна застосовувати перед опроміненням, під час і/або після нього.

[00107] У деяких випадках механічна обробка може включати початкову підготовку вихідної сировини безпосередньо після одержання, наприклад, зменшення розмірів матеріалів, наприклад, шляхом подрібнення, наприклад, різанням, дробленням, прикладанням зсувних зусиль, розпиленням або рубанням. Наприклад, у деяких випадках, рихлу вихідну сировину (наприклад, папір вторинної переробки, крохмальні матеріали або просо прутикоподібне) підготовляють шляхом прикладання зсувних зусиль або подрібнення (shredding). Механічна обробка дозволяє зменшити об'ємну щільність вуглеводмісткого матеріалу, збільшити площу поверхні вуглеводмісткого матеріалу і/або зменшити один або більше розмірів вуглеводмісткого матеріалу.

[00108] Згідно з іншим варіантом реалізації або на додаток до наведеного, вихідний матеріал можна обробити за допомогою іншого способу обробки, такого як хімічні способи обробки, наприклад, за допомогою кислоти ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), основи (наприклад,  $\text{KOH}$  і  $\text{NaOH}$ ), хімічного окиснювача (наприклад, пероксидів, хлоратів, озону), опромінення, парового вибуху, піролізу, обробки ультразвуком, окиснення, хімічної обробки. Зазначені способи обробки можна реалізувати в будь-якому порядку і у будь-якій послідовності і комбінаціях. Наприклад, вихідний матеріал можна спочатку обробити фізично із застосуванням одного або більше способів обробки, наприклад, шляхом хімічної обробки, у тому числі і у комбінації з кислотним гідролізом (наприклад, при застосуванні  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), опроміненням, обробкою ультразвуком, окисненням, піролізом або паровим вибухом, і потім піддати механічній обробці. Така послідовність може бути переважною, оскільки матеріали, оброблені за допомогою одного або більш інших способів обробки, наприклад, за допомогою опромінення або піролізу, зазвичай є більш крихкими і, отже, може бути легше здійснена подальша зміна структури матеріалу при механічній обробці. У якості ще одного прикладу, вихідний матеріал можна пропускати через іонізуюче опромінення, використовуючи транспортер, як описано в даній заявці, і потім піддавати механічній обробці. Хімічна обробка дозволяє вилучити деяку частину або весь лігнін (наприклад, при хімічному варінні целюлози) і дозволяє частково або повністю гідролізувати матеріал. Зазначені способи також можна використовувати з попередньо гідролізованим матеріалом. Крім того, зазначені способи можна використовувати з матеріалом, який не був попередньо гідролізований. Перераховані способи можна використовувати із сумішами гідролізованого і негідролізованого матеріалів, наприклад, із сумішами, що містять 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.

[00109] Поряд зі зменшенням розміру, яке можна виконати спочатку і/або пізніше при обробці, механічна обробка також може бути переважною з погляду «розкриття», «напруги», руйнування або розпушення вуглеводмістких матеріалів, одержання целюлози з матеріалів більш сприйнятливих до розщеплення ланцюгів і/або руйнуванню кристалічної структури в ході фізичної обробки.

[00110] Способи механічної обробки вуглеводмісткого матеріалу включають, наприклад,

розмелювання або дроблення. Розмелювання можна виконати із застосуванням, наприклад, молоткової дробарки, кульового млина, колоїдного млина, конічного або конусного млина, дискового млина, бігункового млина, млина Уайлі, зернового млина або іншого млина. Дроблення можна здійснити із застосуванням, наприклад, різальної дробарки/дробарки ударної дії. Деякі типові дробарки включають жорнові дробарки, штифтові дробарки, кавові дробарки і 5 гратознімачі. Дроблення або розмелювання можна забезпечити, наприклад, за допомогою зворотно-поступального штифта або іншого елемента, як це має місце в штифтовому млині. Інші механічні способи обробки включають механічне поздовжнє різання або розривання, інші способи, у яких волокна зазнають тиску, і дроблення шляхом стирання під дією повітря. 10 Підходящі способи механічної обробки додатково включають будь-який інший спосіб, що продовжує руйнування внутрішньої структури матеріалу, яке було ініційовано попередніми стадіями обробки.

[00111] Системи механічної підготовки сировини можна виконати з можливістю одержання потоків з конкретними характеристиками, такими як, наприклад, конкретні максимальні розміри, 15 конкретні співвідношення довжини до ширини або конкретні співвідношення площ поверхні. Фізична підготовка дозволяє збільшити швидкість реакцій, поліпшити рух матеріалу на транспортері, поліпшити профіль опромінення матеріалу, поліпшити однорідність опромінення матеріалу або знизити необхідний час обробки шляхом розкриття матеріалів і перетворення їх у більш доступні матеріали для процесів і/або реагентів, таких як реагенти в розчині.

[00112] Об'ємною щільністю вихідної сировини можна керувати (наприклад, збільшувати). У 20 деяких випадках може бути бажаним одержати матеріал з низькою об'ємною щільністю, наприклад, шляхом ущільнення матеріалу (наприклад, ущільнення може зробити більш легким і менш дорогим переміщення матеріалу в інше місце) і потім повернення матеріалу до стану з більш низькою об'ємною щільністю (наприклад, після переміщення). Матеріал можна ущільнити, 25 наприклад, від менше приблизно 0,2 г/см. куб. до більше приблизно 0,9 г/см. куб. (наприклад, менше приблизно 0,3 до більше приблизно 0,5 г/см. куб., менше приблизно 0,3 до більше приблизно 0,9 г/см. куб., менше приблизно 0,5 до більше приблизно 0,9 г/см. куб., менше приблизно 0,3 до більше приблизно 0,8 г/см. куб., менше приблизно 0,2 до більше приблизно 0,5 г/см. куб.). Наприклад, матеріал можна ущільнити за допомогою способів і обладнання, описаних Medoff у патенті США № 7.932.065 і міжнародної публікації № WO 2008/073186 (яка 30 була подана 26 жовтня 2007 року, опублікована англійською мовою і призначена для Сполучених Штатів), повні описи яких включені в даний документ за допомогою посилання. Ущільнені матеріали можна обробити будь-якими способами, описаними в даній заявці, або будь-який матеріал, оброблений за допомогою будь-якого зі способів, описаних у даній заявці, 35 можна згодом піддати ущільненню.

[00113] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу матеріал, що підлягає обробці, перебуває у формі волокнистого матеріалу, що містить волокна отримані при прикладанні зсувних зусиль до джерела волокон. Наприклад, зазначене прикладання зсувних зусиль можна виконати за допомогою ротаційного ножеподібного інструмента.

[00114] Наприклад, до джерела волокон, наприклад, яке є важко розкладаємим або яке 40 мало знижені рівні опірності обробці, можна прикласти зсувні зусилля, наприклад, у ротаційному ножеподібному інструменті, з одержанням першого волокнистого матеріалу. Перший волокнистий матеріал пропускають через перше сито, наприклад, із середнім розміром отворів 1,59 мм або менше (1/16 дюйма, 0,0625 дюйма), і одержують другий волокнистий матеріал. При 45 необхідності, джерело волокон можна розрізати перед прикладанням зсувних зусиль, наприклад, за допомогою шредера. Наприклад, при використанні паперу в якості джерела волокон, папір можна спочатку нарізати на смужки, які, наприклад, мають ширину від 1/4 (приблизно 0,635 см) до 1/2-дюйма (приблизно 1,27 см), використовуючи шредер, наприклад шнековий шредер, що обертається в протилежних напрямках, такий як шредери, вироблені 50 компанією Munson (Ютика, Нью-Йорк). У якості альтернативи роздрібненню (shredding), розмір паперу можна зменшити шляхом різання до необхідного розміру за допомогою гільйотинної різальної машини. Наприклад, гільйотинну різальну машину можна використовувати для розрізування паперу на аркуші, наприклад, шириною 10 дюймів (приблизно 25,4 см) і довжиною 12 дюймів (приблизно 30,5 см).

[00115] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу прикладання зсувних зусиль до джерела волокон і пропущення отриманого першого волокнистого матеріалу через перше сито виконують одночасно. Прикладання зсувних зусиль і пропущення також можна здійснити в процесі з періодичним завантаженням.

[00116] Наприклад, ротаційний ножеподібний інструмент можна використовувати для 60 одночасного нарізання джерела волокон і просіювання першого волокнистого матеріалу.

Ротаційний ножеподібний інструмент містить бункер, який можна завантажити обрізками джерела волокна, отриманими при нарізанні зазначеного джерела.

[00117] Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу перед оцукренням і/або ферментацією вихідну сировину обробляють фізичним способом. Фізичні способи обробки можуть включати один або більше із будь-яких способів, описаних у даній заявці, такі як механічна обробка, хімічна обробка, опромінення, обробка ультразвуком, окиснення, піроліз або паровий вибух. Способи обробки можна використовувати при комбінації двох, трьох, чотирьох або навіть усіх з описаних технологій (у будь-якому порядку). При застосуванні більше ніж одного способу обробки зазначені способи можна застосовувати одночасно або в різний час.

Крім того, можна використовувати інші способи, що змінюють молекулярну структуру вихідної сировини на основі біомаси, окремо або в комбінації зі способами, описаними в даній заявці.

[00118] Механічні способи обробки, які можна використовувати, і характеристики механічно оброблених вуглеводмістких матеріалів більш докладно описані в публікації заявки на патент США 2012/0100577 A1, поданої 18 жовтня 2011 року, повний опис яких включено в даний документ за допомогою посилання.

#### ОБРОБКА УЛЬТРАЗВУКОМ, ПІРОЛІЗ, ОКИСНЕННЯ, ПАРОВИЙ ВИБУХ

[00119] При необхідності, замість опромінення або поряд з ним можна використовувати один або більше способів, обраних з обробки ультразвуком, піролізу, окисних способів або способів на основі парового вибуху, для зменшення або подальшого зменшення опірності вуглеводмісткого матеріалу обробці. Наприклад, зазначені способи можна застосовувати перед опроміненням, під час і/або після нього. Такі способи докладно описані Medoff у патенті США № 7.932.065, повний опис якого включено в даний документ за допомогою посилання.

#### ПРОМІЖНІ СПОЛУКИ І ПРОДУКТИ

[00120] Застосовуючи процеси, що описані в даній заявці, матеріал біомаси можна перетворити в один або більше продуктів, таких як енергія, паливо, продукти харчування і матеріали. Наприклад, проміжні сполуки і продукти, такі як органічні кислоти, солі органічних кислот, ангідриди, ефіри органічних кислот і палива, наприклад, паливо для двигунів внутрішнього згоряння або сировинні матеріали для паливних елементів. У даній заявці описані системи і процеси, у яких можна використовувати в якості вихідної сировини целюлозні і/або лігноцелюлозні матеріали, які є легкодоступними, але часто важко піддаються обробці, наприклад, потоки побутових відходів і потоки макулатури, такі як потоки, що містять газетний папір, крафт-папір, гофрований папір або їх суміші.

[00121] Специфічні приклади продуктів включають, але не обмежуються ними, водень, цукри (наприклад, глюкозу, ксилозу, арабінозу, манозу, галактозу, фруктозу, дисахариди, олігосахариди і полісахариди), спирти (наприклад, одноатомні спирти або двоатомні спирти, такі як етанол, н-пропанол, ізобутанол, вторинний бутанол, трет-бутанол або н- бутанол), спирти гідратовані або такі, що містять воду (наприклад, що містять більше 10%, 20%, 30% або навіть більше 40% води), біодизельне паливо, органічні кислоти, вуглеводні (наприклад, метан, етан, пропан, ізобутен, пентан, н-гексан, біодизельне паливо, біобензин і їх суміші), супутні продукти (наприклад, білки, такі як білки, що розщеплюють клітковину (ферменти) або одноклітинні білки) і суміші будь-яких із зазначених сполук у будь-якій комбінації або відносній концентрації і, можливо, у комбінації з будь-якими добавками (наприклад, паливними добавками). Інші приклади включають карбонові кислоти, солі карбонової кислоти, суміш карбонових кислот і солей карбонових кислот і складні ефіри карбонових кислот (наприклад, метиловий, етиловий і н-пропілові складні ефіри), кетони (наприклад, ацетон), альдегіди (наприклад, ацетальдегід), альфа- і бета-ненасичені кислоти (наприклад, акрилову кислоту) і олефіни (наприклад, етилен). Інші спирти і похідні спиртів включають пропанол, пропіленгліколь, 1,4-бутандіол, 1,3-пропандіол, цукрові спирти (наприклад, еритрітол, гліколь, гліцерин, сорбіт, треїтол, арабітол, рибітол, манітол, дульцит, фусітол, ідітол, ізомальт, мальтітол, лактітол, ксиліт і інші поліоли) і метилові або етилові складні ефіри будь-якого з перерахованих спиртів. Інші продукти включають метилакрилат, метилметакрилат, D-молочну кислоту, L-молочну кислоту, піровиноградну кислоту, полімолочну 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, ліноленову кислоту, гліколеву кислоту, гама-гідроксимасляну кислоту і їх суміші, солі будь-яких з перерахованих кислот, суміші будь-яких кислот і їх відповідні солі.

[00122] Будь-яку комбінацію перерахованих вище продуктів один з одним і/або перерахованих вище продуктів з іншими продуктами, при цьому інші продукти можна одержати із застосуванням способів, описаних у даній заявці або іншим способом, можна упаковувати



разом і продавати у вигляді продуктів. Продукти можна поєднувати, наприклад, перемішувати, змішувати, або спільно розчиняти або можна просто упаковувати або продавати разом.

[00123] Будь-який із продуктів або комбінацій продуктів, описаних у даній заявці, можна дезінфікувати або стерилізувати перед продажем продуктів, наприклад, після очищення або виділення або навіть після упакування, для нейтралізації одного або більше потенційно небажаних забруднюючих речовин, які можуть бути присутніми у продукті (продуктах). Таку санацію можна здійснити шляхом бомбардування електронами, наприклад, з дозою менше приблизно 20 Мрад, наприклад, від приблизно 0,1 до 15 Мрад, від приблизно 0,5 до 7 Мрад або від приблизно 1 до 3 Мрад.

[00124] Процеси, що описані в даній заявці, дозволяють одержувати потоки різних побічних продуктів, які можна використовувати для генерування пари і електрики для застосування в інших частинах підприємства (спільне виробництво теплової і електричної енергії) або продавати на відкритому ринку. Наприклад, пара, що утворюється при згоранні потоків побічних продуктів, можна використовувати в процесі дистиляції. У якості іншого прикладу, електрику, що генерується при згоранні потоків побічних продуктів, можна використовувати в електронно-променевих генераторах, застосовуваних при попередній обробці.

[00125] Побічні продукти, що використовуються для генерування пари і електрики, одержують із певної кількості джерел протягом всього процесу. Наприклад, анаеробне зброджування стічних вод дозволяє одержати біогаз із високим рівнем метану і маленькою кількістю відпрацьованої біомаси (шламу). У якості іншого прикладу, можна використовувати тверді речовини, отримані після оцукрення і/або після дистиляції (наприклад, непрореагувавший лігнін, целюлозу і геміцелюлозу, що залишилися від попередньої обробки і первинних процесів), наприклад, спалюючи їх у якості палива.

[00126] Інші проміжні сполуки і продукти, у тому числі продукти харчування і фармацевтичні продукти, описані в публікації заявки на патент США 2010/0124583 A1, що належить Medoff, опублікованої 20 травня 2010 року, повний опис якої тим самим включено в даний документ за допомогою посилання.

#### ПРОДУКТИ, ОТРИМАНІ З ЛІГНІНУ

[00127] Вважається, що відпрацьована біомаса (наприклад, відпрацьований лігноцелюлозний матеріал), отриманий в результаті лігноцелюлозної обробки описаними способами, має високий вміст лігніну і крім того, що її можна використовувати для одержання енергії за допомогою спалювання в устаткуванні для спільного виробництва теплової і електричної енергії, може застосовуватися в якості інших цінних продуктів. Наприклад, лігнін можна використовувати як є в якості пластмаси або його властивості можна поліпшити синтетичними способами для одержання іншої пластмаси. У деяких випадках, лігнін також можна перетворити в лігносульфонати, які можна використовувати в якості зв'язувальних речовин, диспергаторів, емульгаторів або в якості комплексують агентів.

[00128] При застосуванні в якості зв'язувальної речовини, лігнін або лігносульфонат можна, наприклад, використовувати у вугільних брикетах, у керамічних матеріалах, для зв'язування чорного вуглецю, для зв'язування добрив і гербіцидів, у якості пиловгамовувача, при одержанні фанери і пресованої деревини, для зв'язування кормів для тварин, у якості зв'язувальної речовини для скловолокна, у якості зв'язувальної речовини в мастиці для приклеювання лінолеуму і у якості стабілізатора ґрунтів.

[00129] При застосуванні в якості диспергатора лігнін або лігносульфонати можна використовувати, наприклад, у бетонних сумішах, глиняних і керамічних матеріалах, барвниках і пігментах, при вичиненні шкіри і у сухій штукатурці.

[00130] При застосуванні в якості емульгатора лігнін або лігносульфонати можна використовувати, наприклад, в асфальті, пігментах і барвниках, пестицидах і парафінових емульсіях.

[00131] При застосуванні в якості комплексують агента, лігнін або лігносульфонати можна використовувати, наприклад, у системах поживних мікроелементах, чистячих сполуках, і системах водопідготовки, наприклад, для систем котлів і систем охолодження.

[00132] У випадку виробництва енергії лігнін у цілому має більш високий енерговміст, ніж голоцелюлоза (целюлоза і геміцелюлоза), оскільки він містить більше вуглецю, ніж голоцелюлоза. Наприклад, сухий лігнін може мати енерговміст від приблизно 11000 БТЕ (приблизно 25,6 МДж/кг) до 12500 БТЕ на фунт (приблизно 29,1 МДж/кг) у порівнянні з діапазоном від 7000 (приблизно 16,3 МДж/кг) до 8000 БТЕ на фунт (приблизно 18,6 МДж/кг) голоцелюлози. По суті, лігнін можна ущільнити і перетворити в брикети і гранули, застосовувані для спалювання. Наприклад, лігнін можна перетворити в гранули за допомогою будь-якого способу, описаного в даній заявці. Для одержання більш повільнозгораючої гранули або

брикету лігнін можна піддати зшиванню, наприклад, застосовуючи дозу опромінення від приблизно 0,5 Мрад до 5 Мрад. Зшивання дозволяє одержати більш повільнозгораючий форм-фактор. Форм-фактор, такий як гранула або брикет, можна перетворити в «синтетичне вугілля» або деревне вугілля за допомогою піролізу під час відсутності повітря, наприклад, при температурі від 400 до 950 °С. Перед піролізом може бути бажаним зшивання лігніну для підтримки конструктивної цілісності.

#### ОЦУКРЕННЯ

[00133] Для перетворення вихідної сировини у форму, яку можна легко обробити, глюкан- або ксиланмістку целюлозу у вихідній сировині можна піддавати гідролізу з одержанням низькомолекулярних вуглеводів, таких як цукру, за допомогою оцукровуючого агента, наприклад, ферменту або кислоти, даний процес називається оцукрення. Потім низькомолекулярні вуглеводи можна використовувати, наприклад, на існуючому виробничому підприємстві, такому як підприємство з виробництва одноклітинного білка, підприємство з виробництва ферментів або підприємство з виробництва палива, наприклад, підприємство з виробництва етанолу.

[00134] Вихідну сировину можна піддавати гідролізу шляхом використання ферменту, наприклад, шляхом об'єднання матеріалів і ферменту в розчиннику, наприклад, у водяному розчині.

[00135] Згідно з альтернативним варіантом реалізації винаходу ферменти можуть надходити за рахунок організмів, які розкладають біомасу, таку як целюлозні і/або лігнінові частини біомаси, містять або продукуються різні розщеплюючі клітковину ферменти (целюлази), лігнінази або різні руйнуючі біомасу метаболіти з маленькими молекулами. Зазначені ферменти можуть являти собою комплекс ферментів, які діють сиєнергічно і розщеплюють кристалічні целюлозні або лігнінові частини біомаси. Приклади розщеплюючих клітковину ферментів включають: ендоглюканази, целобіогідролази і целобіази (бета-глюкозидази).

[00136] Під час оцукрення целюлозний субстрат можна спочатку гідролізувати за допомогою ендоглюканаз у випадкових місцях з одержанням олігомерних проміжних сполук. Далі зазначені проміжні сполуки стають субстратами для екзотермічного розщеплення глюканаз, таких як целобіогідролаза, з одержанням целобіози з кінцевих груп целюлозного полімеру.

Целобіоза являє собою водорозчинний 1,4-зв'язаний димер глюкози. І нарешті, целобіаза розщеплює целобіозу з одержанням глюкози. Ефективність (наприклад, час гідролізу і/або повнота гідролізу) такого процесу залежить від опірності обробці целюлозного матеріалу.

[00137] Відповідно, оброблені матеріали біомаси можна оцукровувати шляхом об'єднання матеріалу і ферменту целюлаза в рідкому середовищі, наприклад, водяному розчині. У деяких випадках, перед оцукренням матеріал кип'ятять, замочують або варять у гарячій воді, як описано Medoff і Masterman у публікації заявки на патент США 2012/0100577 A1, опублікованої 26 квітня 2012 року, повний опис якої включено в даний документ.

[00138] Процес оцукрення можна частково або повністю здійснити в баку (наприклад, у баку з об'ємом щонайменше 4000, 40000 або 500000 л), на виробничому підприємстві і/або його можна частково або повністю здійснити при переміщенні, наприклад, у залізничній цистерні, автоцистерні або в супертанкері або трюмі судна. Час, необхідний для повного оцукрення, буде залежати від умов обробки і застосовуваних вуглеводмісткого матеріалу і ферменту.

При проведенні оцукрення на виробничому підприємстві в контрольованих умовах целюлозу можна по суті повністю перетворити в цукор, наприклад, глюкозу, протягом від приблизно 12 до 96 годин. Якщо оцукрення здійснюють частково або повністю при переміщенні, оцукрення може зайняти більше часу.

[00139] У цілому, переважно, щоб вміст баку в ході оцукрення перемішували, наприклад, використовуючи струминеве перемішування, як описано в міжнародній заявці на патент № PCT/US2010/035331, поданої 18 травня 2010 року, яка була опублікована англійською мовою як WO 2010/135380 і призначена для Сполучених Штатів, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[00140] Додавання поверхнево-активних речовин може збільшити швидкість оцукрення. Приклади поверхнево-активних речовин включають неіонні поверхнево-активні речовини, такі як поліетилєнглїколевї поверхнево-активні речовини Твін (Tween®) 20 або Твін (Tween®) 80, іонні поверхнево-активні речовини або амфотерні поверхнево-активні речовини.

[00141] У цілому, переважно, щоб концентрація розчину цукру, отриманого в результаті оцукрення, була порівняно високою, наприклад, більше 40% або більше 50, 60, 70, 80, 90 або навіть більше 95% за масою. Воду можна вилучити, наприклад, шляхом випаровування, для збільшення концентрації розчину цукру. Це зменшить об'єм який піддається переміщенню, а також дозволить придушити ріст мікробів у розчині.

[00142] Згідно з альтернативним варіантом реалізації винаходу можна використовувати

розчини цукру з більш низькими концентраціями, у цьому випадку може бути бажаним додавання протимікробної добавки, наприклад, антибіотика широкого спектра дії, при низькій концентрації, наприклад, від 50 до 150 ppm. Інші підходящі антибіотики включають амфотерицин В, ампіцилін, хлорамфенікол, цiproфлоксацин, гентаміцин, гігromіцин В, канаміцин, неоміцин, пеніцилін, пуроміцин, стрептоміцин. Антибіотики будуть пригнічувати ріст мікроорганізмів під час переміщення і зберігання і їх можна використовувати при підходящих концентраціях, наприклад, від 15 до 1000 ppm за масою, наприклад, від 25 до 500 ppm або від 50 до 150 ppm. При необхідності, можна додати антибіотик, навіть якщо концентрація цукру порівняно висока. Згідно з альтернативним варіантом реалізації винаходу можна використовувати інші добавки із протимікробними або консервуючими властивостями. Протимікробна добавка (добавки) переважно являє собою харчові добавки.

[00143] Розчин з порівняно високою концентрацією можна одержати за рахунок обмеження кількості води, що додається до вуглеводмісткому матеріалу з ферментом. Концентрацію можна регулювати, наприклад, контролюючи ступінь оцукрення. Наприклад, концентрацію можна збільшити шляхом додавання в розчин більшої кількості вуглеводмісткого матеріалу. Для підтримки рівня цукру, який утворюється в розчині, можна додати поверхнево-активну речовину, наприклад, одну з речовин, описаних вище. Крім того, можна збільшити розчинність шляхом збільшення температури розчину. Наприклад, розчин можна підтримувати при температурі від 40 до 50 °C, від 60 до 80 °C або навіть при більш високій температурі.

#### ОЦУКРОВАЮЧІ АГЕНТИ

[00144] Підходящі розщеплюючі клітковину ферменти включають целюлази, отримані з видів, що відносяться до родів *Bacillus*, *Coprinus*, *Myceliophthora*, *Cephalosporium*, *Scytalidium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pseudomonas*, *Humicola*, *Fusarium*, *Thielavia*, *Acremonium*, *Chrysosporium* і *Trichoderma*, зокрема целюлази, отримані за допомогою штаму, обраного з виду *Aspergillus* (див., наприклад, публікацію Європейського патенту № 0 458 162), *Humicola insolens* (перекласифікованого як *Scytalidium thermophilum*, див., наприклад, патент США № 4.435.307), *Coprinus cinereus*, *Fusarium oxysporum*, *Myceliophthora thermophila*, *Meripilus giganteus*, *Thielavia terrestris*, *Acremonium* sp. (у тому числі, але не обмежуючись ними, *A. persicinum*, *A. acremonium*, *A. brachypenium*, *A. dichromosporum*, *A. obclavatum*, *A. pinkertoniae*, *A. roseogriseum*, *A. incoloratum* і *A. furatum*). Переважні штами включають *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 і *Acremonium furatum* CBS 299.70H. Розщеплюючі клітковину ферменти також можна одержати з *Chrysosporium*, переважно, штаму *Chrysosporium lucknowense*. Додаткові штами, які можна використовувати, включають, але не обмежуються ними, *Trichoderma* (зокрема, *T. viride*, *T. reesei* і *T. koningii*), алкалофільний *Bacillus* (див., наприклад, патент США № 3.844.890 і публікацію Європейського патенту № 0458162) і *Streptomyces* (див., наприклад, публікацію Європейського патенту № 0458162).

[00145] Поряд з ферментами або в комбінації з ними, для оцукрення лігноцелюлозних і целюлозних матеріалів можна використовувати кислоти, основи і інші хімічні сполуки (наприклад, окиснювачі). Зазначені матеріали можна використовувати в будь-якій комбінації або послідовності (наприклад, до, після і/або під час додавання ферменту). Наприклад, можна використовувати сильні мінеральні кислоти (наприклад, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) і сильні основи (наприклад, NaOH, KOH).

#### ЦУКРИ

[00146] У процесах, описаних у даній заявці, наприклад, після оцукрення, можна виділити цукри (наприклад, глюкозу і ксилізу). Наприклад, цукри можна виділити за допомогою осадження, кристалізації, хроматографії (наприклад, хроматографії із псевдорухомим шаром, хроматографії високого тиску), центрифугування, екстракції, будь-якого іншого способу виділення, відомого в даній області техніки, і їх комбінацій.

#### ГІДРУВАННЯ І ІНШІ ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

[00147] Процеси, що описані в даній заявці, можуть включати гідрування. Наприклад, глюкозу і ксилізу можна гідрувати із одержанням сорбіту і ксиліту, відповідно. Гідрування можна виконати шляхом застосування каталізатора (наприклад, Pt/гама-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ru/C, нікелевого каталізатора Ренея або інших каталізаторів, відомих у даній області техніки) у комбінації з H<sub>2</sub> при високому тиску (наприклад, від 10 (приблизно 69 кПа) до 12000 фунт/кв. дюйм (приблизно 82,7 МПа)). Можна використовувати інші види хімічного перетворення продуктів у результаті

процесів, описаних у даній заявці, наприклад, виробництво продуктів, отриманих з органічного цукру (наприклад, фурфуролу і продуктів, отриманих з фурфуролу). Хімічні перетворення отриманих із цукру продуктів описані в патенті США № 13/934704, поданому 3 липня 2013 року, опис якого в повному об'ємі включено в даний документ за допомогою посилання.

## 5 ФЕРМЕНТУВАННЯ

[00148] Дріжджі і бактерії *Zygomonas*, наприклад, можна використовувати для ферментації або перетворення цукру (цукрів) у спирт (спирти). Нижче описані інші мікроорганізми. Оптимальне значення рН для ферментації становить від приблизно 4 до 7. Наприклад, оптимальне значення рН для дріжджів становить від приблизно 4 до 5, тоді як оптимальне значення рН для *Zygomonas* становить від приблизно 5 до 6. Типовий час ферментації становить від приблизно 24 до 168 годин (наприклад, від 24 до 96 годин) при температурі в діапазоні від 20 °C до 40 °C (наприклад, від 26 °C до 40 °C), однак термофільні мікроорганізми віддають перевагу більш високим температурам.

[00149] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу, наприклад, при застосуванні анаеробних організмів, щонайменше частину ферментації проводять під час відсутності кисню, наприклад, в атмосфері інертного газу, такого як N<sub>2</sub>, Ar, He, CO<sub>2</sub> або їх суміші. Крім того, суміш можна постійно продувати інертним газом, що проходять через бак при протіканні частини або всього процесу ферментації. У деяких випадках, анаеробні умови можна досягти або підтримати за рахунок утворення діоксиду вуглецю в процесі ферментації, при цьому додатковий інертний газ не потрібен.

[00150] Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу весь або частина процесу ферментації можна перервати перед повним перетворенням низькомолекулярного цукру в продукт (наприклад, етанол). Проміжні продукти ферментації включають цукор і вуглеводи з високими концентраціями. Цукри і вуглеводи можна виділити із застосуванням будь-яких засобів, відомих у даній області техніки. Зазначені проміжні продукти ферментації можна використовувати при одержанні поживного продукту для споживання людиною або твариною. Додатково або в якості альтернативи, проміжні продукти ферментації можна подрібнити до тонкодисперсних часток у лабораторному млині з нержавіючої сталі і одержати мукоподібну речовину. У процесі ферментації можна використовувати струминеве перемішування, і в деяких випадках оцукрення і ферментацію виконують у тому самому баку.

[00151] Поживні речовини для мікроорганізмів можна додати під час оцукрення і/або ферментації, наприклад, пакети з харчовими поживними речовинами, описані в публікації заявки на патент США 2012/0052536, поданої 15 липня 2011 року, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[00152] «Ферментація» включає способи і продукти, описані в патентних заявках №№ PCT/US2012/71093 опублікованої 27 червня 2013 року, PCT/US2012/71907 опублікованої 27 червня 2012 року і PCT/US2012/71083 опублікованої 27 червня 2012 року, зміст яких у повному об'ємі включено в даний документ за допомогою посилання.

[00153] Пересувні ферментери можна використовувати, як описано в міжнародній патентній заявці № PCT/US2007/074028 (яка була подана 20 липня 2007 року, була опублікована англійською мовою як WO 2008/011598 і призначена для Сполучених Штатів) і в опублікованому патенті США № 8.318.453, зміст яких включено в даний документ у повному об'ємі. Подібним чином, обладнання для оцукрення може бути пересувним. Крім того, оцукрення і/або ферментацію можна частково або повністю здійснити під час перевезення.

## 45 ФЕРМЕНТУЮЧІ АГЕНТИ

[00154] Мікроорганізм(и), що застосовуються при ферментації, можуть являти собою природні мікроорганізми і/або сконструйовані мікроорганізми. Наприклад, мікроорганізм може являти собою бактерію (у тому числі, але не обмежуючись ними, наприклад, бактерію, розщеплюючу клітковину), гриб, (у тому числі, але не обмежуючись ними, наприклад, дріжджі), рослину, протист, наприклад, найпростіший або грибоподібний протист (у тому числі, але не обмежуючись ними, наприклад, слизовик) або морські водорості. При сумісності організмів можна використовувати суміші організмів.

[00155] Підходящі ферментуючі мікроорганізми мають здатність перетворювати вуглеводи, такі як глюкоза, фруктоза, ксилоза, арабіноза, манноза, галактоза, олігосахариди або полісахариди, у продукти ферментації. Ферментуючі мікроорганізми включають штами роду *Saccharomyces* spp. (у тому числі, але не обмежуючись ними, *S. cerevisiae* (пекарські дріжджі), *S. disticus*, *S. uvarum*), роду *Kluyveromyces*, (у тому числі, але не обмежуючись ними, *K. marxianus*, *K. fragilis*), роду *Candida* (у тому числі, але не обмежуючись ними, *C. pseudotropicalis* і *C. brassicae*), *Pichia stipitis* (родич *Candida shehatae*), роду *Clavispora* (у тому числі, але не обмежуючись ними, *C. lusitaniae* і *C. opuntiae*), роду *Pachysolen* (у тому числі, але не

обмежуючись ними, *P. tannophilus*), роду *Bretannomyces* (у тому числі, але не обмежуючись ними, наприклад, *B. Clausenii* (Philippidis, G. P., 1996, *Cellulose bioconversion technology*, в *Handbook on Bioethanol: Production and Utilization*, Wyman, C.E., ed., Taylor & Francis, Washington, DC, 179-212)). Інші підходящі мікроорганізми включають, наприклад, *Zymomonas mobilis*,  
 5 *Clostridium* spp. (у тому числі, але не обмежуючись ними, *C. thermocellum* (Philippidis, 1996, supra), *C. saccharobutylaceticum*, *C. tyrobutyricum*, *C. saccharobutylicum*, *C. Puniceum*, *C. beijerinckii* і *C. acetobutylicum*), *Moniliella* spp. (у тому числі, але не обмежуючись ними, *M. pollinis*, *M. tomentosa*, *M. madida*, *M. nigrescens*, *M. oedocephali*, *M. megachiliensis*), *Yarrowia lipolytica*, *Aureobasidium* sp., *Trichosporonoides* sp., *Trigonopsis variabilis*, *Trichosporon* sp.,  
 10 *Moniliellaacetobutans* sp., *Typhula variabilis*, *Candida magnoliae*, *Ustilaginomycetes* sp., *Pseudozyma tsukubaensis*, дріжджові види пологів *Zygosaccharomyces*, *Debaryomyces*, *Hansenula* і *Pichia* і гриби роду *dematioid* *Torula* (наприклад, *T. corallina*).

[00156] Додаткові мікроорганізми включають групу *Lactobacillus*. Приклади включають *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum*,  
 15 *Lactobacillus coryniformis*, наприклад, *Lactobacillus coryniformis* підвид *torquens*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus brevis*. Інші мікроорганізми включають *Pediococcus pentosaceus*, *Rhizopus oryzae*.

[00157] Деякі організми, такі як бактерії, дріжджі і гриби, можна використовувати для ферментації продуктів, отриманих з біомаси, таких як цукри і спирти, з одержанням бурштинової  
 20 кислоти і подібних продуктів. Наприклад, організми можна вибрати з: *Actinobacillus succinogenes*, *Anaerobiospirillum succiniciproducens*, *Mannheimia succiniciproducens*, *Ruminococcus flaverfaciens*, *Ruminococcus albus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides ruminicola*, *Bacteroides amylophilus*, *Bacteriodes succinogenes*, *Mannheimia succiniciproducens*, *Corynebacterium glutamicum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*,  
 25 *Byssoschlamys nivea*, *Lentinus degener*, *Paecilomyces varioti*, *Penicillium viniferum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecali*, *Prevotella ruminocolas*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida catenulata* VKM Y-5, *C. mycoderma* VKM Y-240, *C. rugosa* VKM Y-67, *C. paludigena* VKM Y-2443, *C. utilis* VKM Y-74, *C. utilis* 766, *C. zeylanoides* VKM Y-6, *C. zeylanoides* VKM Y-14, *C. zeylanoides* VKM Y-2324, *C. zeylanoides* VKM Y-1543, *C. zeylanoides* VKM Y-2595, *C. valida* VKM Y-934, *Kluveromyces wickerhamii* VKM Y-589, *Pichia anomala* VKM Y-118, *P. besseyi* VKM Y-2084, *P. media* VKM Y-1381, *P. guilliermondii* H-P-4, *P. guilliermondii* 916, *P. inositolovora* VKM Y-2494, *Saccharomyces cerevisiae* VKM Y-381, *Torulopsis Candida* 127, *T. Candida* 420, *Yarrowia lipolytica* 12a, *Y. lipolytica* VKM Y-47, *Y. lipolytica* 69, *Y. lipolytica* VKM Y-57, *Y. lipolytica* 212, *Y. lipolytica* 374/4, *Y. lipolytica* 585, *Y. lipolytica* 695, *Y. lipolytica* 704 і сумішей перерахованих організмів.

[00158] Багато таких мікробних штамів є загальнодоступними, і їх можна придбати на ринку або через сховища, такі як ATCC (Американська колекція клітинних культур, Манасас, Вірджинія, США), NRRL (Колекція клітинних культур Служби сільськогосподарських досліджень, Пеорія, Іллінойс, США) або DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Брауншвейг, Німеччина), зокрема.

[00159] Комерційно доступні дріжджі включають, наприклад, Ред Стар (Red Star®)/Лесакфре Етанол Ред (Lesaffre Ethanol Red) (які можна придбати в компанії Red Star/Lesaffre, США), ФАЛІ (FALI®) (які можна придбати в компанії Fleischmann's Yeast, підрозділ Burns Philip Food Inc., США), СУПЕРСТАРТ (SUPERSTART®) (які можна придбати в компанії Alltech, на даний час Lalemand), ГЕРТ СТРАНД (GERT STRAND®) (які можна придбати в компанії Gert Strand AB,  
 45 Швеція) і ФЕРМОЛ (FERMOL®) (які можна придбати в компанії DSM Specialties).

#### ДИСТИЛЯЦІЯ

[00160] Після ферментації отримані рідини можна піддавати дистиляції із застосуванням, наприклад, «бражної колонії», для відділення етанолу і інших спиртів від основного об'єму води і залишкової твердої фази. Пара, що виходить із бражної колонії, може являти собою,  
 50 наприклад, 35% за масою етанолу і може бути завантажена у ректифікаційну колону. Суміш майже азеотропного (92,5%) етанолу і води з ректифікаційної колонії можна очистити з одержанням чистого (99,5%) етанолу, використовуючи парові молекулярні сита. Кубові залишки бражної колонії можна направити на перший щабель триступеневого випарника. Зворотний холодильник ректифікаційної колонії може забезпечити тепло для такого першого  
 55 щабля випарника. Після першого ступеню випарника тверду речовину можна відокремити із застосуванням центрифуги і висушити в барабанній сушарці. Частина (25%) продукту із центрифуги можна повторно використовувати для ферментації, а залишок направити на другий і третій ступень випарника. Більшу частину конденсату з випарника можна повернути в процес у вигляді досить чистого конденсату, при цьому невелику частину відокремлюють і направляють  
 60 на обробку стічних вод для запобігання нагромадження низькокиплячих сполук.

## ВУГЛЕВОДНЕВОМІСТКІ МАТЕРІАЛИ

[00161] Згідно з іншими варіантами реалізації винаходу за допомогою способів і систем, описаних у даній заявці, можна обробити вуглеводневомісткі матеріали. Будь-який процес описаний у даній заявці, можна використовувати для обробки будь-якого вуглеводневомісткого матеріалу, описаного в даній заявці. Мають на увазі, що «вуглеводневомісткі матеріали», застосовувані в даній заявці, включають нафтоносні піски, нафтоносний сланець, бітумінозні піски, вугільний пил, вугільну суспензію, бітум, різні типи вугілля і інші природні і синтетичні матеріали, що містять як вуглеводневі компоненти, так і тверді речовини. Тверда речовина може включати гірську породу, пісок, глину, камінь, мул, буровий шлам або інші тверді органічні і/або неорганічні речовини. Зазначений термін також може включати відходи, такі як відходи і побічні продукти буріння, відходи і побічні продукти при переробці нафти або інші відходи, що містять вуглеводневі компоненти, такі як асфальтова покрівельна плитка і покриття, асфальтове дорожнє покриття тощо.

[00162] Згідно з іншими варіантами реалізації, у яких використовуються способи і системи, описані в даній заявці, можуть бути оброблені деревина і продукти, що містять деревину. Наприклад, можуть бути оброблені деревні продукти, такі як панелі, листки, шаруваті матеріали, балки, деревинно-стружкові плити, композити, грубі деревні обрізки, м'яка деревина і тверда деревина. Крім того, можуть бути оброблені зрубані дерева, чагарник, деревні стружки, тирса, коріння, кора, пні деревина, що розкладається, і інша деревина, що містить матеріал біомаси.

## ТРАНСПОРТУЮЧІ СИСТЕМИ

[00163] Для переміщення матеріалів біомаси, можна використовувати різноманітні транспортуючі системи, наприклад, як описано, у камеру і під пучок електронів у камері.

Типові транспортери являють собою стрічкові транспортери, пневматичні транспортери, гвинтові транспортери, візки, поїзди, поїзди або візки на рейках, підйомники, фронтальні навантажувачі, екскаватори типу зворотня лопата, крани, можна використовувати різні шкрепки і лопати, вагонетки і завантажувальні пристрої. Наприклад, у різних процесах, описаних у даній заявці, можна використовувати вібраційні транспортери. Вібраційні транспортери описані в РСТ/US2013/64289, поданої 10 жовтня 2013 року, повний опис якої включено в даний документ за допомогою посилання.

[00164] Вібраційні транспортери особливо корисні для розподілу матеріалу по поверхні і забезпечення рівномірного шару на поверхні жолоба транспортера. Наприклад, вихідна сировина може утворювати купу матеріалу, яка може мати висоту, що складає щонайменше чотири фути (приблизно 122 см) (наприклад, щонайменше приблизно 3 фути (приблизно 91 см), щонайменше приблизно 2 фути (приблизно 61 см), щонайменше приблизно 1 фут (приблизно 30,5 см), щонайменше приблизно 6 дюймів (15,24 см), щонайменше приблизно 5 дюймів (12,7 см), щонайменше приблизно 4 дюйма (10,16 см), щонайменше приблизно 3 дюйма (7,62 см), щонайменше приблизно 2 дюйма (5,08 см), щонайменше приблизно 1 дюйм (2,54 см), щонайменше приблизно ½ дюйма (1,27 см)), і ширину, меншу, ніж ширина транспортера (наприклад, менше приблизно 10%, менше приблизно 20%, менше приблизно 30%, менше приблизно 40%, менше приблизно 50%, менше приблизно 60%, менше приблизно 70%, менше приблизно 80%, менше приблизно 90%, менше приблизно 95%, менше приблизно 99%). Вібраційний транспортер дозволяє розподіляти матеріал таким чином, щоб охопити всю ширину жолоба транспортера і забезпечити рівномірну товщину, переважно, як описано вище. У деяких випадках, можна використовувати додатковий спосіб розподілу. Наприклад, розподільник, такий як розкидувач, розкидувач краплями (drop spreader) (наприклад, CHRISTY SPREADER™) або їх комбінації можна використовувати для розподілу (наприклад, розміщення, розливання, розкидання і/або розбризкування) сировинного матеріалу по великій площі. У деяких випадках розподільник може доставляти біомасу на вібраційний транспортер у вигляді широкого дощу або завіси. Крім того, за допомогою другого транспортера, розташованого вище відносно першого транспортера (наприклад, перший транспортер використовують при опроміненні сировинного матеріалу), можна скидати біомасу на перший транспортер, при цьому другий транспортер може мати ширину, яка в поперечному напрямку відносно напрямку переміщення менше, ніж ширина першого транспортера. Зокрема, якщо другий транспортер являє собою вібраційний транспортер, сировинний матеріал розподіляється під дією другого і першого транспортера. Відповідно до деяких можливих варіантів реалізації винаходу, другий транспортер упирається у відвід з косим поперечним розрізом (наприклад, з косим розрізом зі співвідношенням 4:1), так, що матеріал можна скидати на перший транспортер у вигляді широкої завіси (наприклад, більш широкої, ніж ширина другого транспортера). Початкова площа біомаси, що скидається за допомогою розподільника (наприклад, розкидувача, гравітаційного розкидувача, транспортера або вібраційного транспортера з поперечним розрізом) може

включати всю ширину першого вібраційного транспортера або може включати частину такої ширини. Після падіння на транспортер, матеріал під дією вібрацій транспортера розподіляється навіть більш рівномірно, так що вся ширина транспортера переважно покривається рівномірним шаром біомаси. Згідно з деякими варіантами реалізації винаходу можна використовувати комбінації розподільників. Деякі способи розподілу вихідної сировини описані в патенті США № 7.153.533, поданому 23 липня 2002 року і опублікованому 26 грудня 2006 року, повний опис якого включено в даний документ за допомогою посилання.

[00165] У цілому, переважно переміщувати матеріал через пучок електронів якнайшвидше для максимізації пропускної здатності. Наприклад, матеріал можна перемішати зі швидкостями, що становлять щонайменше 1 фут/хв (приблизно 0,31 м/хв), наприклад, щонайменше 2 фут/хв (приблизно 0,61 м/хв), щонайменше 3 фут/хв (приблизно 0,91 м/хв), щонайменше 4 фут/хв (приблизно 1,22 м/хв), щонайменше 5 фут/хв (приблизно 1,52 м/хв), щонайменше 10 фут/хв (приблизно 3,05 м/хв), щонайменше 15 фут/хв (приблизно 4,57 м/хв), щонайменше 20 (приблизно 6,09 м/хв), щонайменше 25 (приблизно 7,62 м/хв), щонайменше 30 (приблизно 9,14 м/хв), щонайменше 40 (приблизно 12,19 м/хв), щонайменше 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), щонайменше 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), щонайменше 70 фут/хв (приблизно 21,34 м/хв), щонайменше 80 фут/хв (приблизно 24,38 м/хв), щонайменше 90 фут/хв (приблизно 27,43 м/хв). Швидкість переміщення пов'язана зі струмом пучка і заданою дозою опромінення, наприклад, у випадку біомаси товщиною  $\frac{1}{4}$  дюйма (0,635 см), розподіленої по транспортеру шириною 5,5 футів (приблизно 1,68 см), і 100 мА, для забезпечення достатньої дози опромінення транспортер може переміщуватися зі швидкістю приблизно 20 футів/хв (приблизно 6,096 м/хв), при 50 мА транспортер може переміщуватися зі швидкістю приблизно 10 футів/хв (приблизно 3,048 м/хв) для забезпечення приблизно такої ж дози опромінення.

[00166] Швидкість, з якою матеріал може переміщуватися, залежить від форми і маси матеріалу, що переміщується, і необхідної обробки. Текучі матеріали, наприклад, зерністі матеріали, особливо піддаються переміщенню за допомогою вібраційних транспортерів. Швидкості переміщення можуть, наприклад, становити щонайменше 100 фунт/год (приблизно 45 кг/год) (наприклад, щонайменше 500 фунт/год (приблизно 227 кг/год), щонайменше 1000 фунт/год (приблизно 454 кг/год), щонайменше 2000 фунт/год (приблизно 907 кг/год), щонайменше 3000 фунт/год (приблизно 1361 кг/год), щонайменше 4000 фунт/год (приблизно 1814 кг/год), щонайменше 5000 фунт/год (приблизно 2268 кг/год), щонайменше 10000 фунт/год (приблизно 4536 кг/год), щонайменше 15000 фунт/год (приблизно 6804 кг/год) або навіть щонайменше 25000 фунт/год (приблизно 11340 кг/год)). Деякі типові швидкості переміщення можуть становити від приблизно 1000 (приблизно 454 кг/год) до 10000 фунт/год (приблизно 4536 кг/год), (наприклад, від приблизно 1000 фунт/год (приблизно 454 кг/год) до 8000 фунт/год (приблизно 3629 кг/год), від приблизно 2000 (приблизно 907 кг/год) до 7000 фунт/год (приблизно 3175 кг/год), від приблизно 2000 (приблизно 907 кг/год) до 6000 фунт/год (приблизно 2722 кг/год), від приблизно 2000 (приблизно 907 кг/год) до 5000 фунт/год (приблизно 2268 кг/год), від приблизно 2000 (приблизно 907 кг/год) до 4500 фунт/год (приблизно 2041 кг/год), від приблизно 1500 (приблизно 680 кг/год) до 5000 фунт/год (приблизно 2268 кг/год), від приблизно 3000 (приблизно 1361 кг/год) до 7000 фунт/год (приблизно 3175 кг/год), від приблизно 3000 (приблизно 1361 кг/год) до 6000 фунт/год (приблизно 2722 кг/год), від приблизно 4000 (приблизно 1814 кг/год) до 6000 фунт/год (приблизно 2722 кг/год) і від приблизно 4000 (приблизно 1814 кг/год) до 5000 фунт/год (приблизно 2268 кг/год)). Типові швидкості переміщення залежать від щільності матеріалу. Наприклад, для біомаси із щільністю приблизно 35 фунт/фут<sup>3</sup> (приблизно 0,56 г/см<sup>3</sup>) і при швидкості переміщення приблизно 5000 фунт/год (приблизно 2268 кг/год), матеріал переміщується зі швидкістю приблизно 143 фут<sup>3</sup>/год (приблизно 4 м<sup>3</sup>/год), якщо товщина матеріалу становить  $\frac{1}{4}$ " (0,635 см) і ширина жолоба становить 5,5 футів (приблизно 168 см), матеріал переміщують зі швидкістю приблизно 1250 фут/год (381 м/год) (приблизно 21 фут/хв (приблизно 6,40 м/хв)). Тому швидкості переміщення матеріалу можуть сильно варіювати. Переважно, наприклад, шар біомаси товщиною  $\frac{1}{4}$ " переміщують зі швидкостями від приблизно 5 (приблизно 1,52 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв) (наприклад, від приблизно 5 (приблизно 1,52 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 6 (приблизно 1,82 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 7 (приблизно 2,13 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 8 (приблизно 2,44 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 9 (приблизно 2,74 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 10 (приблизно 3,05 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 11 (приблизно 3,35 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 12 (приблизно 3,66 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 13 (приблизно 3,96 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 14

(приблизно 4,27 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 15 (приблизно 4,57 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 20 (приблизно 6,10 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 30 (приблизно 9,14 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 40 (приблизно 12,19 м/хв) до 100 фут/хв (приблизно 30,48 м/хв), від приблизно 2 (приблизно 0,61 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 3 (приблизно 0,91 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 5 (приблизно 1,52 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 6 (приблизно 1,83 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 7 (приблизно 2,13 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 8 (приблизно 2,44 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 9 (приблизно 2,74 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 10 (приблизно 3,05 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 15 (приблизно 4,57 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 20 (приблизно 6,10 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 30 (приблизно 9,14 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 40 (приблизно 12,19 м/хв) до 60 фут/хв (приблизно 18,29 м/хв), від приблизно 2 (приблизно 0,61 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 3 (приблизно 0,91 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 5 (приблизно 1,52 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 6 (приблизно 1,83 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 7 (приблизно 2,13 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 8 (приблизно 2,44 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 9 (приблизно 2,74 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 10 (приблизно 3,05 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 15 (приблизно 4,57 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 20 (приблизно 6,10 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 30 (приблизно 9,14 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв), від приблизно 40 (приблизно 12,19 м/хв) до 50 фут/хв (приблизно 15,24 м/хв)). Переважно, що матеріал переміщують при постійній швидкості, наприклад, для підтримки постійного опромінення матеріалу при його проходженні під пучком електронів (наприклад, під дошем, полем).

[00167] Описані вібраційні транспортери можуть включати сита, застосовувані для просіювання і сортування матеріалів. Портові отвори на боці або на дні жолобів можна використовувати для сортування, відбору або видалення специфічних матеріалів, наприклад, залежно від розміру або форми. Деякі транспортери мають противаги для зменшення динамічних сил, що діють на опорну структуру. Деякі вібраційні транспортери виконані у вигляді шнекових підйомників, спроектовані таким чином, що можуть обгинати поверхні і/або спроектовані з можливістю скидання матеріалу з одного транспортера на інший (наприклад, на щабель, каскад або на ряд щаблів або сходи). Поряд з переміщенням матеріалів транспортери можна використовувати, самі по собі або в комбінації з іншим устаткуванням або системами, для просіювання, відбору, сортування, класифікації, розподілу, сортування по розміру, технічного контролю, витягу, видалення металів, заморожування, перемішування, змішування, орієнтування, нагрівання, теплової обробки, сушіння, зневоднювання, очищення, промивання, вилуговування, гасіння, нанесення покриттів, знепилення і/або подачі. Транспортери також можуть містити покриття (наприклад, пилонапроникні покриття), затвори з бічним вивантаженням, затвори з вивантаженням через дно, спеціальні прокладки (наприклад, прокладки, що запобігають злипанню, прокладки з нержавіючої сталі, гуми, спеціалізованої сталі і/або рифлені прокладки), секційні жолоби, ванни для гасіння, сита, перфоровані плити, детектори (наприклад, детектори металу), високотемпературні обладнання, обладнання для харчових продуктів, нагрівачі, сушарки і/або охолоджувачі. Крім того, жолоб може мати різні форми, наприклад, мати пласке дно, V-подібне дно, містити у верхній частині фланець, мати вигнуте дно, мати пласку форму з виступами в будь-якому напрямку, мати трубчасту форму, форму напівтруби, мати покриття або мати будь-які комбінації з перерахованих вище форм. Зокрема, транспортери можуть бути пов'язані із системами і/або обладнанням для опромінення.

[00168] Транспортери (наприклад, вібраційний транспортер) можна виготовити з корозійностійких матеріалів. При виготовленні транспортерів можна використовувати конструкційні матеріали, які включають нержавіючу сталь (наприклад, нержавіючу сталь 304, 316, сплави ХАСТЕЛОУ (HASTELLOY®) і сплави ІНКОНЕЛЬ (INCONEL®)). Наприклад, корозійностійкі сплави ХАСТЕЛОУ (HASTELLOY®) від компанії Hynes (Кокомо, Індіана, США), такі як сплав HASTELLOY® B-3®, сплав HASTELLOY® HYBRID- BC1®, сплав HASTELLOY® C-4, сплав HASTELLOY® C-22®, сплав HASTELLOY® C- 22HS®, сплав HASTELLOY® C-276, сплав HASTELLOY® C-2000®, сплав HASTELLOY® G-30®, сплав HASTELLOY® G-35®, сплав HASTELLOY® N і сплав HASTELLOY® ULTIMET®.

[00169] Вібраційні транспортери можуть мати не прилипаючі антиадгезійні покриття, наприклад, TUFFLON™ (Dupont, Делавер, США). Вібраційні транспортери також можуть мати



антикорозійні покриття. Наприклад, покриття, які може поставляти компанія Metal Coatings Corp (Х'юстон, Техас, США), і інші покриття, такі як фторполімерне покриття, покриття КСИЛАН (XYLAN®), покриття з дисульфиду молібдену, епоксидно-фенольне покриття, покриття з фосфатів чорних металів, поліуретанове високоглянцеve верхнє покриття для епоксидної смоли, покриття з неорганічного цинку, політетрафторетилену, покриття ППС/РИТОН (PPS/Ryton®), фтороване етиленпропіленове покриття, покриття ПВДФ/ДИКОР (PVDF/DYKOR®), ЕСТФЕ/ХАЛАР (ESTFE/HALAR®) і керамічне епоксидне покриття. Зазначені покриття можуть поліпшувати стійкість до технологічних газів (наприклад, озону), хімічної корозії, точкової корозії, стираючої корозії і окисненню.

[00170] У деяких випадках поряд із системами переміщення, описаними в даному документі, одну або більше інших систем переміщення можна укласти в оболонку. При застосуванні оболонки, укладений у оболонку транспортер можна також продувати інертним газом для підтримки атмосфери зі зниженим рівнем кисню. Підтримка низьких рівнів кисню дозволяє уникнути утворення озону, який у деяких випадках є небажаним внаслідок його реакційноздатності і токсичної природи. Наприклад, кисень може становити менше приблизно 20% (наприклад, менше приблизно 10%, менше приблизно 1%, менше приблизно 0,1%, менше приблизно 0,01% або навіть менше приблизно 0,001%). Продувку можна здійснити за допомогою інертного газу, у тому числі, але не обмежуючись ними, за допомогою азоту, аргону, гелію або діоксиду вуглецю. Зазначені гази можуть надходити, наприклад, у результаті випаровування рідкого джерела (наприклад, рідкого азоту або гелію), можуть бути отримані або виділені з повітря *in situ* або можуть надходити із цистерн.

Інертний газ можна рециркулювати і будь-яку кількість залишкового кисню можна вилучити за допомогою каталізатора, такого як шар мідного каталізатора. Згідно з альтернативним варіантом реалізації винаходу для підтримки низьких рівнів кисню можна виконувати комбінації продувки, рециркулювання і видалення кисню.

[00171] Укладений у оболонку транспортер також можна продувати із застосуванням хімічно активного газу, який може взаємодіяти з біомасою. Таку продувку можна здійснити перед, під час або після процесу опромінення. Хімічно активний газ може являти собою, але не обмежуватися ними, закис азоту, аміак, кисень, озон, вуглеводень, ароматичні сполуки, аміді, пероксиди, азиди, галогеніди, оксигалогеніди, фосфіди, фосфіни, арсини, сульфіді, тіоли, борани і/або гідриди. Хімічно активний газ можна активувати в оболонку, наприклад, шляхом опромінення (наприклад, за допомогою пучка електронів, шляхом УФ-опромінення, мікрохвильового опромінення, нагрівання, ІЧ-опромінення) таким чином, щоб він взаємодівав з біомасою. Біомасу саму можна активувати, наприклад, шляхом опромінення. Біомасу переважно активують пучком електронів з одержанням радикалів, які потім взаємодіють із активованим або неактивованим хімічно активним газом, наприклад, за допомогою радикальної сполуки або гасіння.

[00172] Продувні гази, що подаються в укладений у оболонку транспортер, також можна охолодити, наприклад, нижче приблизно 25 °С, нижче приблизно 0 °С, нижче приблизно -40 °С, нижче приблизно -80 °С, нижче приблизно -120 °С. Наприклад, зазначений газ можна випаровувати зі стисненого газу, такого як рідкий азот, або сублімувати із твердого діоксиду вуглецю. У якості альтернативного прикладу, газ можна охолодити за допомогою охолоджувача або можна охолодити частину або весь транспортер.

#### ІНШІ ВАРІАНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІНАХОДУ

[00173] Будь-який матеріал, способи або оброблені матеріали, описані в даній заявці, можна використовувати для одержання продуктів і/або проміжних сполук, таких як композиційні матеріали, наповнювачі, зв'язувальні речовини, полімерні добавки, адсорбенти і агенти контрольованого вивільнення. Зазначені способи можуть включати ущільнення, наприклад, шляхом впливу на матеріали тиском і теплом. Наприклад, композиційні матеріали можна одержати шляхом об'єднання волокнистих матеріалів зі смолою або полімером. Наприклад, смолу, яку можна зшити під дією опромінення, наприклад, термопластичну смолу, можна об'єднати з волокнистим матеріалом для одержання комбінації волокнистий матеріал/смола, що зшивається. Такі матеріали можна, наприклад, використовувати в якості будівельних матеріалів, захисних покриттів, контейнерів і інших конструкційних матеріалів (наприклад, формованих і/або екструдованих продуктів). Поглинаючі матеріали можуть бути, наприклад, у формі гранул, пластівців, волокон і/або листів. Адсорбенти можна використовувати, наприклад, у якості підстилки для свійських тварин, пакувального матеріалу або в системах контролю забруднення навколишнього середовища. Матриці для контрольованого вивільнення також можуть бути у формі, наприклад, гранул, пластівців, волокон і/або листів. Матриці для контрольованого вивільнення можна, наприклад, використовувати для вивільнення лікарських

засобів, біоцидів, запашних речовин. Наприклад, композиційні матеріали, що поглинають матеріали і агенти для контрольованого вивільнення і їх застосування описані в міжнародній заявці на патент № PCT/US2006/010648, поданої 23 березня 2006 року, і в патенті США № 8.074.910, поданому 22 листопада 2011 року, повний опис яких включено в даний документ за допомогою посилання.

[00174] У деяких випадках матеріал біомаси обробляють на першому рівні для зменшення опірності обробці, наприклад, із застосуванням прискорюваних електронів, для селективного вивільнення одного або більше цукрів (наприклад, ксилози). Потім біомасу можна обробити до другого рівня для вивільнення одного або більше інших цукрів (наприклад, глюкози). У деяких випадках між обробками біомасу можна висушити. Способи обробки можуть включати застосування хімічних і біохімічних способів обробки для вивільнення цукрів.

Наприклад, матеріал біомаси можна обробити до рівня менше приблизно 20 Мрад (наприклад, менше приблизно 15 Мрад, менше приблизно 10 Мрад, менше приблизно 5 Мрад, менше приблизно 2 Мрад) і потім обробити розчином сірчаної кислоти, що містить менше 10% сірчаної кислоти (наприклад, менше приблизно 9%, менше приблизно 8%, менше приблизно 7%, менше приблизно 6%, менше приблизно 5%, менше приблизно 4%, менше приблизно 3%, менше приблизно 2%, менше приблизно 1%, менше приблизно 0,75%, менше приблизно 0,50 %, менше приблизно 0,25%) для вивільнення ксилози. Ксилозу, наприклад, яка вивільняється в розчин, можна відокремити від твердої фази і, можливо, твердої фази, промитої розчинником/розчином (наприклад, водою і/або підкисленою водою). У деяких випадках тверду речовину можна висушити, наприклад, на повітрі і/або у вакуумі, можливо, при нагріванні (наприклад, при температурі нижче приблизно 150 °C, нижче приблизно 120 °C) до забезпечення вмісту води нижче приблизно 25 % мас. (нижче приблизно 20 % мас., нижче приблизно 15 % мас., нижче приблизно 10 % мас., нижче приблизно 5 % мас.). Потім тверду речовину можна обробити при рівні менше приблизно 30 Мрад (наприклад, менше приблизно 25 Мрад, менше приблизно 20 Мрад, менше приблизно 15 Мрад, менше приблизно 10 Мрад, менше приблизно 5 Мрад, менше приблизно 1 Мрад або навіть зовсім без обробки) і потім обробити ферментом (наприклад, целюлазою) для вивільнення глюкози. Глюкозу (наприклад, глюкозу в розчині) можна відокремити від твердої фази, що залишиться. Потім тверду речовину можна додатково обробити, наприклад, використати для одержання енергії/або інших продуктів (наприклад, продуктів, отриманих з лігніну).

#### СМАКОВІ РЕЧОВИНИ, АРОМАТИЗАТОРИ І БАРВНИКИ

[00175] Будь-які із продуктів і/або проміжних сполук, описаних у даній заявці, наприклад, отримані із застосуванням способів, систем і/або бляднання, описаного в даному документі, можна об'єднати з ароматизаторами, запашними речовинами, барвниками і/або їх сумішами.

Наприклад, будь-яку одну або більше речовин (можливо разом з ароматизаторами, запашними речовинами і/або барвниками), обраними із цукрів, органічних кислот, палив, поліолів, таких як цукрові спирти, біомаси, волокон і композиційних матеріалів можна об'єднати (наприклад, шляхом складання сумішей, змішування або хімічної взаємодії) з іншими продуктами або використовувати для одержання інших продуктів. Наприклад, один або більше таких продуктів можна використовувати для виготовлення мила, детергентів, цукерок, напоїв (наприклад, коли, вина, пива, настоек, таких як джин або горілка, спортивних напоїв, кави, чаю), сиропів, лікарських засобів, адгезивів, листів (наприклад, тканих, нетканих, фільтрів, тканин) і/або композиційних матеріалів (наприклад, плит).

Наприклад, один або більш таких продуктів можна об'єднати із травами, квітами, пелюстками, спеціями, вітамінами, ароматичними сумішами або свічками. Наприклад, приготовлені, змішані або прореагувавши комбінації можуть мати смаки/аромати грейпфрута, апельсина, яблука, малини, банана, салату, селери, шоколаду, кориці, ванілі, м'яти перцевої, м'яти, цибулі, часнику, перцю, шафрану, імбиру, молока, вина, пива, чаю, пісної яловичини, риби, молюсків, маслинового масла, кокосового жиру, свинячого жиру, молочного жиру, яловичого бульйону, бобових, картоплі, мармеладу, шинки, кави і сирів.

[00176] Ароматизатори, запашні речовини і барвники можна додавати в будь-якій кількості, наприклад, від приблизно 0,001 % мас. до приблизно 30 % мас., наприклад, від приблизно 0,01 до приблизно 20, від приблизно 0,05 до приблизно 10 або від приблизно 0,1 % мас. до приблизно 5 % мас. Їх можна приготувати, змішувати і/або піддавати реакціям (наприклад, з будь-яким одним або більше продуктом або проміжною сполукою, описаною у даній заявці) за допомогою будь-яких способів і в будь-якому порядку або послідовності (наприклад, перемішувати, змішувати, емульгувати, загущати, дифундувати, нагрівати, обробляти ультразвуком і/або суспендувати). Можна також використовувати наповнювачі, зв'язувальні речовини, емульгатори, антиокислювачі, наприклад, білкові гелі, крохмалі і кремнезем.

[00177] Відповідно до одного з варіантів реалізації винаходу ароматизатори, запашні речовини і барвники можна додавати в біомасу безпосередньо після опромінення біомаси для того, щоб реакційноздатні центри, що утворилися при опроміненні, могли взаємодіяти з реакційноздатними сумісними центрами ароматизаторів, запашних речовин і барвників.

[00178] Ароматизатори, запашні речовини і барвники можуть являти собою природні і/або синтетичні матеріали. Зазначені матеріали можуть являти собою одну або більше сполуку, композицію або їх суміші (наприклад, складену або природну композицію з декількох сполук). У деяких випадках ароматизатори, запашні речовини, антиокислювачі і барвники можна одержати біологічним способом, наприклад, у результаті процесу ферментації (наприклад, ферментації оцукрених матеріалів, як описано в даній заявці). У якості альтернативи або додатково, зазначені ароматизатори, запашні речовини і барвники можна обрати із цілого організму (наприклад, рослини, гриба, тварини, бактерій або дріжджів) або із частини організму. Організм можна зібрати і/або екстрагувати з одержанням барвника, ароматизаторів, запашних речовин і/або антиокислювача із застосуванням будь-яких засобів, що включають застосування способів, систем і обладнання, описаних у даній заявці, екстракцію гарячою водою, надкритичну флюїдну екстракцію, хімічну екстракцію (наприклад, екстракцію розчинником або реакційну екстракцію, у тому числі, із застосуванням кислот і основ), механічну екстракцію (наприклад, пресування, подрібнення, фільтрування), застосування ферменту, застосування бактерій, наприклад, для розкладання вихідного матеріалу, і комбінації зазначених способів. Зазначені сполуки можна одержати за допомогою хімічної реакції, наприклад, шляхом об'єднання цукру (наприклад, отриманого, як описано в даній заявці) з амінокислотою (реакція Майяра). Ароматизатор, запашна речовина, антиокисник і/або барвник може являти собою проміжну сполуку і/або продукт, отриманий за допомогою способів, обладнання або систем, описаних у даній заявці, наприклад, і складний ефір і продукт, отримані з лігніну.

[00179] Деякі приклади ароматизатора, запашних речовин або барвників являють собою поліфеноли. Поліфеноли являють собою пігменти, відповідальні за червоний, пурпурний і блакитний кольори багатьох фруктів, овочів, злакового зерна і квітів. Поліфеноли також можуть проявляти антиоксидантні властивості і часто мають гіркий смак. Антиоксидантні властивості роблять їх важливими консервантами. Одним із класів поліфенолів є флавоноїди, такі як антоціанідини, флаванони, флаван-3-оли, флаванони і флаванони. Інші фенольні сполуки, які можна використовувати, включають фенольні кислоти і їх складні ефіри, такі як хлорогенова кислота і полімерні танини.

[00180] Із числа барвників можна використовувати неорганічні сполуки, мінерали або органічні сполуки, наприклад, діоксид титану, оксид цинку, оксид алюмінію, кадмій жовтий (наприклад, CdS), кадмій Помаранчевий (наприклад, CdS з деяким додаванням Se), алізариновий червоний (наприклад, синтетичну або несинтетичну рожеву марену), ультрамарин (наприклад, синтетичний ультрамарин, природний ультрамарин, синтетичний ультрамарин фіолетовий), кобальт блакитний, кобальт жовтий, кобальт зелений, віридіан (наприклад, гідратований оксид хрому (III)), халькофіліт, коніхальцит, корнубіт, корнваліт і ліроконіт. Можна використовувати чорні пігменти, такі як чорний вуглець і самодисперговані чорні барвники.

[00181] Деякі ароматизатори і запашні речовини, які можна використовувати, включають АЦАЛЕА ТВНҚ, АЦЕТ С-6, АЛІЛ АМІЛ ГЛІКОЛАТ, АЛЬФА ТЕРПИНЕОЛ, АМБРЕТТОЛІД, АМБРИНОЛ 95, АНДРАН, АФЕРМАТ, ЕПЛАЙД, БАҚДАНОЛ (BACDANOL®), БЕРГАМАЛЬ, БЕТА-ЙОНОН ЕПОКСИД, БЕТА-НАФТИЛІЗОБУТИЛОВИЙ ЕФІР, БІЦИКЛОНОНАЛАКТОН, БОРНАФІКС (BORNAFIX®), КАНТОКСАЛ, КАШМЕРАН (CASHMERAN®), КАШМЕРАН БАРХАТ (CASHMERAN® VELVET), КАСИФІКС (CASSIFFIX®), ЦЕДРАФІКС, ЦЕДРАМБЕР (CEDRAMBER®), ЦЕДРИЛАЦЕТАТ, ЦЕЛЕСТОЛІД, ЦИНАМАЛЬВА, ЦИТРАЛЬ ДИМЕТИЛАЦЕТАТ, ЦИТРОЛАТ™, ЦИТРОНЕЛОЛ 700, ЦИТРОНЕЛОЛ 950, ЦИТРОНЕЛОЛ КЕР, ЦИТРОНЕЛІЛАЦЕТАТ, ЦИТРОНЕЛІЛАЦЕТАТ ЧИСТИЙ, ЦИТРОНЕЛІЛФОРМІАТ, КЛАРИЦЕТ, КЛОНАЛ, КОНІФЕРАН, КОНІФЕРАН ЧИСТИЙ, КОРТЕКС АЛЬДЕГІД 50% ПЕОМОЗА, ЦИКЛАБУТ, ЦИКЛАЦЕТ (CYCLACET®), ЦИКЛАПРОП (CYCLAPROP®), ЦИКЛЕМАКС™, ЦИКЛОГЕКСИЛЕТИЛАЦЕТАТ, ДАМАСКОЛ, ДЕЛЬТА ДАМАСКОН, ДИГІДРОЦИКЛАЦЕТ, ДИГІДРОМИРЦЕНОЛ, ДИГІДРОТЕРПІНЕОЛ, ДИГІДРОТЕРПІНІЛАЦЕТАТ, ДИМЕТИЛЦИКЛОМОН, ДИМЕТИЛОКТАНОЛ PQ, ДИМІРЦЕТОЛ, ДІОЛА, ДИПЕНТЕН, ДУЛЦИНІЛ (DULCINYL®) ПЕРЕКРИСТАЛІЗОВАНИЙ, ЕТИЛ-3-ФЕНІЛГЛІЦИДАТ, ФЛЕРАМОН, ФЛЕРАНІЛ, ФЛОРАЛ СУПЕР, ФЛОРАЛОЗОН, ФЛОРИФОЛ, ФРАЙСТОН, ФРУКТОН, ГАЛАКСОЛІД (GALAXOLIDE®) 50, ГАЛАКСОЛІД (GALAXOLIDE®) 50 ВВ, ГАЛАКСОЛІД (GALAXOLIDE®) 50 ІРМ, ГАЛАКСОЛІД (GALAXOLIDE®) НЕРОЗЧИНЕНИЙ, ГАЛЬБАСКОН, ГЕРАЛЬДЕГІД, ГЕРАНІОЛ 5020, ГЕРАНІОЛ 600 ТИПУ, ГЕРАНІОЛ 950, ГЕРАНІОЛ 980 (ЧИСТИЙ), ГЕРАНІОЛ CFT КЕР, ГЕРАНІОЛ КЕР, ГЕРАНІЛАЦЕТАТ КЕР, ГЕРАНІЛАЦЕТАТ,

ЧИСТИЙ, ГЕРАНІЛФОРМІАТ, ГРИЗАЛЬВА, ГУАІЛ АЦЕТАТ, ГЕЛІОНАЛ™, ХЕРБАК,  
 ГЕРБАЛАЙМ™, ГЕКСАДЕКАНОЛІД, ГЕКСАЛОН, ГЕКСЕНІЛ САЛІЦИЛАТ ЦИС 3-, ГІАЦИНТ  
 БОДІ, ГІАЦИНТ БОДІ № 3, ГІДРАТРОПОВИЙ АЛЬДЕГІД ДМА, ГІДРОКСИОЛ, ІНДОЛАРОМ,  
 ІНТРЕЛЕВЕН АЛЬДЕГІД, ІНТРЕЛЕВЕН АЛЬДЕГІД СПЕЦІАЛЬНИЙ, ЙОНОН АЛЬФА-, ЙОНОН  
 5 БЕТА, ІЗОЦИКЛОЦИТРАЛЬ, ІЗОЦИКЛОГЕРАНОЛ, АМБРАЛЮКС (ISO E SUPER®), ІЗОБУТИЛ  
 ХІНОЛІН, ЖАСМАЛЬ, ЖЕСЕМАЛЬ (JESSEMA®), КАРИЗМАЛ (KHARISMA®), КАРИЗМАЛ  
 (KHARISMA®) СУПЕР, КУСИНІЛ, КОАВОН (KOAVONE®), КОХІНУЛ (KOHINOOL®),  
 ЛІФАРОМ™, ЛІМОКСАЛЬ, ЛІНДЕНОЛ™, ЛІРАЛЬ (LYRAL®), ЛІРАМ СУПЕР, МАНДАРИН АЛЬД  
 10 10% TRI ETH, ЦИТР, МАРІТИМА, МСК ЧИНЕЗЕ, МЕЙИФ™, МЕЛАФЛЕР, МЕЛОЗОН,  
 МЕТИЛАНТРАНИЛАТ, МЕТИЛ ЙОНОН АЛЬФА ЕКСТРА, МЕТИЛ ЙОНОН ГАМА А, МЕТИЛ  
 ЙОНОН ГАМА КЕР, МЕТИЛ ЙОНОН ГАМА ЧИСТИЙ, МЕТИЛ ЛАВАНДА КЕТОН, МОНТАВЕРДІ  
 (MONTAVERDI®), МУГУЕСІЯ, ЦИТРОНЕЛІЛ ОКСИАЦЕТАЛЬДЕГІД 50, МАСК Z4, МІРАК  
 АЛЬДЕГІД, МІРЦЕНІЛ АЦЕТАТ, НЕКТАРАТ™, NEROL 900, НЕРИЛ АЦЕТАТ, ОЦИМЕН,  
 ОКАЦЕТАЛЬ, АПЕЛЬСИНОВИХ КВІТІВ ЕФІР, ОРИВОН, ОРРИНІФ 25%, ОКСАСПІРАН,  
 15 ОЗОФЛЕР, ПАМПЛЕФЛЕУР (PAMPLEFLEUR®), ПЕОМОЗА, ФЕНОКСАНОЛ (PHENOCHANOL®),  
 ПІКОНІЯ, ПРЕЦИКЛЕМОН Б, ПРЕНИЛАЦЕТАТ, ПРИЗМАНТОЛ, РЕЗЕДА БОДІ, РОЗАЛЬВА,  
 РОЗАМАСК, САНДЖИНОЛ, САНТАЛІФ™, СІВЕРТАЛЬ, ТЕРПИНЕОЛ, ТЕРПИНОЛЕН 20,  
 ТЕРПИНОЛЕН 90 PQ, ТЕРПИНОЛЕН РЕКТИФІЦИР., ТЕРПІНІЛАЦЕТАТ, ТЕРПІНІЛАЦЕТАТ  
 20 JAH, ТЕТРАГІДРО, МУГУОЛ (MUGUOL®), ТЕТРАГІДРО МИРЦЕНОЛ, ТЕТРАМЕРАН,  
 ТИМБЕРСИЛК™, ТОБАКАРОЛ, ТРИМОФІКС (TRIMOFIX®) О ТТ, ТРИПЛАЛЬ (TRIPLAL®),  
 ТРИСАМБЕР (TRISAMBER®), ВАНОРИС, ВЕРДОКС™, ВЕРДОКС™ НС, ВЕРТЕНЕКС  
 (VERTENEX®), ВЕРТЕНЕКС (VERTENEX®) НС, ВЕРТОФІКС (VERTOFIX®) КЕР, ВЕРТОЛІФ,  
 ВЕРТОЛІФ ІЗО, ВІОЛІФ, ВІВАЛЬДІ, ЗЕНОЛІД, АБСОЛЮ ІНДІЯ 75 РСТ МІГЛІОЛ, АБСОЛЮ  
 МОРОККО 50 РСТ DRG, АБСОЛЮ МОРОККО 50 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ ФРАНЦУЗЬКИЙ,  
 25 АБСОЛЮ ІНДІЯ, АБСОЛЮ MD 50 РСТ ВВ, АБСОЛЮ МОРОККО, КОНЦЕНТРАТ PG,  
 НАСТОЯНКА 20 РСТ, АМБЕРГІС, АБСОЛЮ АМБРЕТТА, АМБРЕТОВЕ МАСЛО, МАСЛО  
 ПОЛИНУ 70 РСТ ТУЙОН, АБСОЛЮ БАЗИЛІКУ ГРАНД ВЕРТ, БАЗИЛІК ГРАНД ВЕРТ АБСОЛЮ  
 MD, БАЗИЛІКОВЕ МАСЛО ГРАНД ВЕРТ, БАЗИЛІКОВЕ МАСЛО ВЕРВЕЙНА, БАЗИЛІКОВЕ  
 МАСЛО В'ЄТНАМ, ЛАВРОВЕ МАСЛО БЕЗТЕРПЕНОВЕ, АБСОЛЮ ПЧЕЛИНОГО ВОСКУ N G,  
 30 АБСОЛЮ ПЧЕЛИНОГО ВОСКУ, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ  
 50 РСТ DRG, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ 50 РСТ PG, БЕНЗОЙНИЙ РЕЗИНОЇД СІАМ 70,5  
 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ 65 РСТ PG, АБСОЛЮ БРУНЬОК ЧОРНОЇ  
 СМОРОДИНИ MD 37 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ МІГЛІОЛ, АБСОЛЮ  
 БРУНЬОК ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ БУРГУНДСЬКЕ, МАСЛО БУА-ДЕ-РОЗ, АБСОЛЮ ВИСІВОК,  
 35 РЕЗИНОЇД ВИСІВОК, АБСОЛЮ-ДРОКА ІТАЛІЯ, КАРДАМОН ГВАТЕМАЛА CO2 ЕКСТРАКТ,  
 КАРДАМОННЕ МАСЛО ГВАТЕМАЛА, КАРДАМОННЕ МАСЛО ІНДІЯ, СЕРЕДИННА НОТА  
 МОРКВИ, АБСОЛЮ МАСЛА КАСІЇ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮ МАСЛА КАСІЇ MD 50 РСТ ІРМ, АБСОЛЮ  
 КАСТОРЕУМА 90 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ КАСТОРЕУМА С 50 РСТ МІГЛІОЛ, АБСОЛЮ  
 КАСТОРЕУМА, РЕЗИНОЇД КАСТОРЕУМА, РЕЗИНОЇД КАСТОРЕУМА 50 РСТ DRG, ЦЕДРОЛ  
 40 ЦЕДРЕН, МАСЛО ЦЕДРУС АТЛАНТИКА РЕДИСТ, МАСЛО РИМСЬКОЇ РОМАШКИ, МАСЛО  
 ДИКОЇ РОМАШКИ, МАСЛО ДИКОЇ РОМАШКИ С НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ЛИМОНЕНА, МАСЛО З  
 КОРИ КОРИЧНОГО ДЕРЕВА ЦЕЙЛАН, АБСОЛЮ ЦИСТА, АБСОЛЮ ЦИСТА БЕЗБАРВНИЙ,  
 ЦИТРОНЕЛОВЕ МАСЛО АЗІЯ, ЩО НЕ МІСТИТЬ ЗАЛІЗО, АБСОЛЮ ЦИБЕТА 75 РСТ PG,  
 АБСОЛЮ ЦИБЕТА, НАСТОЯНКА ЦИБЕТА 10 РСТ, АБСОЛЮ ФРАНЦУЗЬКОГО ШАЛВІЯ  
 45 МУСКАТНОГО ЗНЕБАРВЛ., АБСОЛЮ ФРАНЦУЗЬКОГО ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО, ШАЛФЕЙ  
 МУСКАТНИЙ C'LESS 50 РСТ PG, МАСЛО ФРАНЦУЗЬКОГО ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО,  
 КОПАЙСЬКИЙ БАЛЬЗАМ, МАСЛО КОПАЙСЬКОГО БАЛЬЗАМА, МАСЛО З НАСІННЯ  
 КОРІАНДРУ, КИПАРИСОВЕ МАСЛО, КИПАРИСОВЕ МАСЛО ОРГАНІЧНЕ, МАСЛО ПОЛИНУ  
 ГІРКОГО, ГАЛЬБАНОЛ, АБСОЛЮ ГАЛЬБАНУМА БЕЗБАРВНИЙ, МАСЛО ГАЛЬБАНУМА,  
 50 РЕЗИНОЇД ГАЛЬБАНУМА, РЕЗИНОЇД ГАЛЬБАНУМА 50 РСТ DRG, РЕЗИНОЇД ГАЛЬБАНУМА  
 ГЕРКОЛУН ВНТ, РЕЗИНОЇД ГАЛЬБАНУМА ТЕС ВНТ, АБСОЛЮ GENTIANE MD 20 РСТ ВВ,  
 КОНКРЕТ GENTIANE, АБСОЛЮ ГЕРАНІ ЄГИПЕТ MD, АБСОЛЮ ГЕРАНІ ЄГИПЕТ, ГЕРАНЕВЕ  
 МАСЛО КИТАЙ, ГЕРАНЕВЕ МАСЛО ЄГИПЕТ, ІМБІРНЕ МАСЛО 624, ІМБІРНЕ МАСЛО  
 РЕКТИФІКОВАНЕ РОЗЧИНЕНЕ, СЕРЕДИННА НОТА ГВАЯКОВОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮ СЕНА  
 55 MD 50 РСТ ВВ, АБСОЛЮ СЕНА, АБСОЛЮ СЕНА MD 50 РСТ ТЕС, HEALINGWOOD, ІСОПОВЕ  
 МАСЛО ОРГАНІЧНЕ, АБСОЛЮ БЕЗСМЕРТНИКА ЮГОСЛАВІЯ MD 50 РСТ ТЕС, АБСОЛЮ  
 БЕЗСМЕРТНИКА ІСПАНІЯ, АБСОЛЮ БЕЗСМЕРТНИКА ЮГОСЛАВІЯ, АБСОЛЮ ЖАСМИНУ  
 ІНДІЯ MD, АБСОЛЮ ЖАСМИНУ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮ ЖАСМИНУ ІНДІЯ, АБСОЛЮ ЖАСМИНУ  
 МОРОККО, АБСОЛЮ АРАБСЬКОГО ЖАСМИНУ, АБСОЛЮ ЖОНКИЛІЇ MD 20 РСТ ВВ, АБСОЛЮ  
 60 ЖОНКИЛІЇ ФРАНЦІЯ, ЯЛІВЦЕВЕ МАСЛО FLG, ЯЛІВЦЕВЕ МАСЛО РЕКТИФІКОВАНЕ

РОЗЧИНЕНЕ, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА 50 РСТ ТЕС, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА ВВ, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА МД, РЕЗИНОЇД ЛАБДАНУМА МД 50 РСТ ВВ, АБСОЛЮ ЛАВАНДИНА Н, АБСОЛЮ ЛАВАНДИНА МД, ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО АБІАЛЬ ОРГАНІЧНЕ, ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО ГРОССО ОРГАНІЧНЕ, ЛАВАНДИНОВЕ МАСЛО СУПЕР, АБСОЛЮ ЛАВАНДИ Н, АБСОЛЮ ЛАВАНДИ МД, ЛАВАНДОВЕ МАСЛО БЕЗ КУМАРИНУ, ЛАВАНДОВЕ МАСЛО БЕЗ КУМАРИНУ ОРГАНІЧНЕ, ЛАВАНДОВЕ МАСЛО MAILLETTE ОРГАНІЧНЕ, ЛАВАНДОВЕ МАСЛО МТ, АБСОЛЮ МАЦИСА ВВ, МАСЛО З КВІТІВ МАГНОЛІЇ НИЗЬКИЙ ВМІСТ МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕВГЕНОЛА, МАСЛО З КВІТІВ МАГНОЛІЇ, МАСЛО З КВІТІВ МАГНОЛІЇ МД, МАСЛО З ЛИСТЯ МАГНОЛІЇ, МАНДАРИНОВЕ МАСЛО МД, МАНДАРИНОВЕ МАСЛО МД ВНТ, АБСОЛЮ МАТЕ ВВ, АБСОЛЮ ДЕРЕВНОГО МОХУ МД ТЕХ IFRA 43, АБСОЛЮ ДУБОВОГО МОХУ МД ТЕС IFRA 43, АБСОЛЮ ДУБОВОГО МОХУ IFRA 43, АБСОЛЮ ДЕРЕВНОГО МОХУ МД ІРМ IFRA 43, РЕЗИНОЇД МІРИ ВВ, РЕЗИНОЇД МІРИ МД, РЕЗИНОЇД МІРИ ТЕС, МІРТОВЕ МАСЛО, ЩО НЕ МІСТИТЬ ЗАЛІЗО, МІРТОВЕ МАСЛО ТУНІС РЕКТИФІКОВАНЕ, АБСОЛЮ НАРЦИСУ МД 20 РСТ ВВ, АБСОЛЮ НАРЦИСУ ФРАНЦУЗЬКОГО, НЕРОЛІСВЕ МАСЛО ТУНІС, МАСЛО МУСКАТНОГО ГОРІХУ БЕСТЕРПЕНОВЕ, АБСОЛЮ OEILLET, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА ВВ, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА DRG, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА ЕКСТРА 50 РСТ DRG, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА МД, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА МД 50 РСТ DRG, РЕЗИНОЇД ОЛІБАНУМА ТЕС, РЕЗИНОЇД ОПОПОНАКСА ТЕС, ПАМАРАНЧЕВЕ ПОМЕРАНЦЕВЕ МАСЛО МД ВНТ, ПАМАРАНЧЕВЕ ПОМЕРАНЦЕВЕ МАСЛО МД SCFC, АБСОЛЮ КВІТКИ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНІС, ВОДНЕ АБСОЛЮ КВІТКИ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНІС, АБСОЛЮ З ЛИСТЯ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА, ВОДНЕ АБСОЛЮ З ЛИСТЯ АПЕЛЬСИНОВОГО ДЕРЕВА ТУНІС, АБСОЛЮ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ ІТАЛІЯ, КОНКРЕТ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ 15 РСТ ІРОН, КОНКРЕТ ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ 8 РСТ ІРОН, ФІАЛКОВИЙ КОРІНЬ ПРИРОДНИЙ 15 РСТ ІРОН 4095С, ФІАЛКОВИЙ КОРІНЬ ПРИРОДНИЙ 8 РСТ ІРОН 2942С, РЕЗИНОЇД ФІАЛКОВОГО КОРЕНЯ, АБСОЛЮ ОСМАНТУСА, АБСОЛЮ ОСМАНТУСА МД 50 РСТ ВВ, СЕРЕДИННА НОТА ПАЧУЛІ №3, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ, ЩО НЕ МІСТИТЬ ЗАЛІЗО, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО ІНДОНЕЗІЯ МД, ПАЧУЛЕВЕ МАСЛО БІДИСТИЛЬОВАНЕ, СЕРЕДИННА НОТА М'ЯТИ БОЛОТНОЇ, АБСОЛЮ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ МД, ПЕТИГРЕНЕВЕ ПОМЕРАНЦЕВЕ МАСЛО ТУНІС, ПЕТИГРЕНЕВЕ ЛИМОННЕ МАСЛО, ПЕТИГРЕНЕВЕ МАСЛО ПАРАГВАЙ БЕСТЕРПЕНОВЕ, ПЕТИГРЕНЕВЕ МАСЛО БЕСТЕРПЕНОВЕ СТАВ, МАСЛО З ЯГІД ДУШИСТОГО ПЕРЦЯ, МАСЛО З ЛИСТЯ ДУШИСТОГО ПЕРЦЯ, РОДИНОЛ ЕКСТРАКТ З ГЕРАНІ КИТАЙ, АБСОЛЮ БОЛГАРСЬКОЇ ТРОЯНДИ НИЗЬКИЙ ВМІСТ МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕВГЕНОЛА, АБСОЛЮ ТРОЯНДИ МОРОККО НИЗЬКИЙ ВМІСТ МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕВГЕНОЛА, АБСОЛЮ ТУРЕЦЬКОЇ ТРОЯНДИ НИЗЬКИЙ ВМІСТ МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕВГЕНОЛА, АБСОЛЮ ТРОЯНДИ, АБСОЛЮ БОЛГАРСЬКОЇ ТРОЯНДИ, АБСОЛЮ ДАМАСЬКОЇ ТРОЯНДИ, АБСОЛЮ ТРОЯНДИ МД, АБСОЛЮ ТРОЯНДИ МОРОККО, АБСОЛЮ ТУРЕЦЬКОЇ ТРОЯНДИ, ТРОЯНДОВЕ МАСЛО БОЛГАРСЬКЕ, ТРОЯНДОВЕ МАСЛО ДАМАСЬКЕ НИЗЬКИЙ ВМІСТ МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕВГЕНОЛА, ТРОЯНДОВЕ МАСЛО ТУРЕЦЬКЕ, РОЗМАРИНОВЕ МАСЛО КАМФОРА ОРГАНІЧНЕ, РОЗМАРИНОВЕ МАСЛО ТУНІС, САНДАЛОВЕ МАСЛО ІНДІЯ, САНДАЛОВЕ МАСЛО ІНДІЯ РЕКТИФІКОВАНЕ, САНТАЛОЛ, МАСЛО SCHINUS MOLLE, НАСТОЯНКА РОЖКОВОГО ДЕРЕВА 10 РСТ, РЕЗИНОЇД СТИРАКСА, РЕЗИНОЇД СТИРАКСА, МАСЛО БАРХАТЦЕВ, СЕРЕДИННА НОТА ЧАЙНОГО ДЕРЕВА, АБСОЛЮ ДИПТЕРИКСА 50 РСТ РОЗЧИННИКИ, АБСОЛЮ ДИПТЕРИКСА, АБСОЛЮ ТУБЕТРОЗИ ІНДІЯ, СЕРЕДИННА НОТА ВЕТИВЕРА ЕКСТРА, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ГАЇЇ, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ГАЇЇ МД, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ЯВА, ВЕТИВЕРОВЕ МАСЛО ЯВА МД, АБСОЛЮ З ЛИСТЯ ФІАЛКИ ЄГИПЕТ, АБСОЛЮ З ЛИСТЯ ФІАЛКИ ЄГИПЕТ ЗНЕБАРВЛ., АБСОЛЮ З ЛИСТЯ ФРАНЦУЗЬКОЇ ФІАЛКИ, АБСОЛЮ З ЛИСТЯ ФІАЛКИ МД 50 РСТ ВВ, МАСЛО ПОЛИНУ БЕЗТЕРПЕНОВЕ, ЕКСТРА МАСЛО ІЛАНГА, МАСЛО ІЛАНГА III і комбінації зазначених сполук.

[00182] Речовини барвники можна виявити серед речовин, перерахованих у списку міжнародних колірних індексів, які розроблені Суспільством фарбувальників і колористів. Речовини барвники включають барвники і пігменти, а також ті речовини, які зазвичай застосовують для фарбування текстильних виробів, фарб, чорнил і фарб для струменевих принтерів. Деякі речовини барвники, які можна використовувати, включають каротиноїди, ариліди жовті, диариліди жовті, β-нафтоли, нафтоли, бензімідазолони, конденсаційні дисазопігменти, піразолони, нікель азо-жовтий, фталоціаніни, хінакридони, перилени і перинони, ізоіндолінон і ізоіндолінові пігменти, триарилкарбонієві пігменти, дикетопіроло-піролеві пігменти, тіоіндігоїдні пігменти. Картеноїди включають, наприклад, альфа- каротен, бета-каротен, гама-каротен, лікопін, лютеїн і екстракт астаксантин аннатто, дегідратований буряк (буряковий порошок), кантаксантин, карамель, β-апо-8'-каротенал, екстракт кошенілі,

кармін, натрій мідний хлорофілін, темне частково знежирене варене бавовняне борошно, глюконат заліза, молочнокисле залізо, екстракт барвників з винограду, екстракт шкірочки винограду (*eposianina*), масло з моркви, паприку, паприку олеосмолу, перламутрові пігменти на основі слюди, рибофлавін, шафран, діоксид титану, екстракт лікопіну з томатів; концентрат лікопіну з томатів, куркуму, куркуму олеосмолу, FD&C Блакитний № 1, FD&C Блакитний № 2, FD&C Зелений № 3, Помаранчевий В, Червоний Цитрусовий № 2, FD&C Червоний № 3, FD&C Червоний № 40, FD&C Жовтий № 5, FD&C Жовтий № 6, Глинозем (сухий гідроксид алюмінію), карбонат кальцію, калій натрій мідний хлорофілін (комплекс хлорофілін-мідь), дигідроксиацетон, оксихлорид вісмут, залізо-амонійний фероціанид, фероціанид двовалентного заліза, гідроксид хрому зелений, оксиди хрому зелені, гуанін, пірофіліт, тальк, алюмінієву пудру, бронзову пудру, мідну пудру, оксид цинку, D&C Блакитний № 4, D&C Зелений № 5, D&C Зелений № 6, D&C Зелений № 8, D&C Помаранчевий № 4, D&C Помаранчевий № 5, D&C Помаранчевий № 10, D&C Помаранчевий № 11, FD&C Червоний № 4, D&C Червоний № 6, D&C Червоний № 7, D&C Червоний № 17, D&C Червоний № 21, D&C Червоний № 22, D&C Червоний № 27, D&C Червоний № 28, D&C Червоний № 30, D&C Червоний № 31, D&C Червоний № 33, D&C Червоний № 34, D&C Червоний № 36, D&C Червоний № 39, D&C Фіолетовий № 2, D&C Жовтий № 7, екстракт D&C Жовтий № 7, D&C Жовтий № 8, D&C Жовтий № 10, D&C Жовтий № 11, D&C Чорний № 2, D&C Чорний № 3 (3), D&C Коричневий № 1, екстракт D&C, хром-кобальт-алюміній оксид, залізо-амонійний цитрат, пірогалол, кампешевий екстракт, співполімери 1,4-біс[(2-гідрокси-етил)аміно]-9,10-антрацендіон-біс(2-пропенового) складного ефіру, співполімери 1,4-біс[(2-метилфеніл)аміно]-9,10-антрацендіону, співполімери 1,4-біс[4-(2-метакрилоксиетил)феніламіно]антрахінону, карбазол фіолетовий, комплекс хлорофілін-мідь, хром-кобальт-алюміній оксид, С.І. Vat Помаранчевий 1,2-[[2,5-диетокси-4-[(4-метилфеніл)тіол]феніл]азо]-1,3,5-бензолтриол, 16,23-дигідродинафто[2,3-а:2',3'-і]нафт[2',3':6,7]індоло[2,3-с]карбазол-5,10,15,17,22,24-гексон, N,N'-(9,10-дигідро-9,10-диоксо-1,5-антраценділ)біс-бензамід, 7,16-дихлор-6,15-дигідро-5,9,14,18-антразинететрон, 16,17-диметоксидинафто(1,2,3-сд:3',2',1'-lm)перилен-5,10-діон, співполімери (3) полі(гідроксиетил метакрилатого) барвника, Активний Чорний 5, Активний Блакитний 21, Активний Помаранчевий 78, Активний Жовтий 15, Активний Блакитний №19, Активний Блакитний № 4, С.І. Активний Червоний 11, С.І. Активний Жовтий 86, С.І. Активний Блакитний 163, С.І. Активний Червоний 180, 4-[(2,4-диметилфеніл)азо]-2,4-дигідро-5-метил-2-феніл-3Н-піразол-3-он (розчинник Жовтий 18), 6-етокси-2-(6-етокси-3-оксобензо[*b*]тієн-2(3Н)-іліден) бензо[*b*]тіофен-3(2Н)-он, Фталоціанін зелений, забарвлюючі продукти реакції вініловий спирт/метилметакрилат, С.І. Активний Червоний 180, С.І.

Активний Чорний 5, С.І. Активний Помаранчевий 78, С.І. Активний Жовтий 15, С.І. Активний Блакитний 21, диатрію 1-аміно-4-[[4-[(2-бром-1-оксоаліл)аміно]-2-сульфонатофеніл]аміно]-9,10-дигідро-9,10-диоксоантрацен-2-сульфонат (Активний Блакитний 69), D&C Блакитний № 9, [фталоціанінато(2-)] мідь і їх суміші.

[00183] Відмінні від тих, що наведені в прикладах у даній заявці, або якщо явно не зазначено спеціально, усі чисельні діапазони, кількості, величини і відсотки, такі як ті, які виражають кількості матеріалів, елементарні склади, час і температури реакції, співвідношення кількостей і інші параметри, у наступній частині опису винаходу і прикладеній формулі винаходу слід розуміти, як такі, якби їм передувало слово «приблизно», навіть якщо термін «приблизно» може в явній формі не стояти поруч із зазначеною величиною, кількістю або діапазоном. Відповідно, якщо не зазначено інше, чисельні параметри, що наведені в наступному описі винаходу і прикладеній формулі винаходу, є наближеними значеннями, які можуть змінюватися залежно від необхідних шуканих властивостей, які передбачають забезпечити за допомогою даного винаходу. Щонайменше і не в якості спроби обмежити застосування доктрини еквівалентів об'ємом формули винаходу, кожен чисельний параметр повинен щонайменше розглядатися у світлі кількості наведених значущих цифр і із застосуванням звичайних методів округлення.

[00184] Незважаючи на те, що чисельні діапазони і параметри, що визначають широкий об'єм винаходу, є наближеними величинами, проте чисельні значення, що наведені в конкретних прикладах, зазначено як можна точніше. Однак будь-яке чисельне значення по природі містить помилку, яка обов'язково виникає в результаті стандартного відхилення, що виявляється в лежачих в її основі відповідних експериментальних вимірюваннях. Крім того, коли в даній заявці приводять чисельні діапазони, зазначені діапазони включають кінцеві точки наведених діапазонів (наприклад, можна використовувати кінцеві точки). При застосуванні в даній заявці відсоткового вмісту за масою, чисельні величини наведені відповідно до сумарної маси.

[00185] Крім того, слід розуміти, що будь-якій чисельний діапазон, що наведений у даному

документі, припускає включення всіх вхідних у нього піддіапазонів. Наприклад, мають на увазі, що діапазон «від 1 до 10» включає всі піддіапазони між (і в тому числі) наведеним мінімальним значенням 1 і наведеним максимальним значенням 10, тобто, включає мінімальне значення, що дорівнює 1 або більше 1 і максимальне значення, що дорівнює 10 або менше 10. Мають на

увазі, що термін «один» і іменники в однині, що застосовуються в даній заявці, включають «щонайменше один» або «один або більш», якщо не зазначено інше.

[00186] Будь-який патент, публікація або інший описаний матеріал, у цілому або частково, який, як зазначено, включений у дану заявку за допомогою посилання, включений у даний документ тільки в тому ступені, у якому включений матеріал не суперечить існуючим визначенням, твердженням або іншому, розкриваючому сутність винаходу матеріалу, описаному в даній заявці. По суті і у необхідному ступені, опис, ясно викладений в даній заявці, замінює будь-який суперечний матеріал, включений у даний документ за допомогою посилання. Будь-який матеріал або його частину, який, як зазначено, включений у даний документ за допомогою посилання, але який суперечить існуючим визначенням, твердженням або іншому розкриваючому сутність винаходу матеріалу, описаному в даному документі, буде включений тільки в тому ступені, який не викликає протиріччя між зазначеним включеним матеріалом і існуючим матеріалом розкриваючим сутність винаходу.

[00187] Незважаючи на те, що даний винахід було докладно показано і описано з посиланнями на переважні варіанти його реалізації, фахівцям у даній області техніки буде зрозуміло, що в ньому можуть бути зроблені різні зміни у формі і деталях без відступу від сутності і об'єму даного винаходу, обумовленого прикладеною формулою винаходу.

### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Обробний робочий блок, що містить:

множину камер зі змінною конфігурацією, причому камери мають змінну конфігурацію принаймні частково завдяки тому, що кожна камера сформована із множини непрозорих для випромінювання блоків, що перекриваються, та усередині кожної камери, опромінюючий пристрій для обробки матеріалу біомаси і обробний транспортер для транспортування матеріалу біомаси.

2. Робочий блок за п. 1, у якому камери розташовані рядами.

3. Робочий блок за п. 2, у якому зазначені ряди проходять у першому напрямку, і який додатково містить дві або більшу кількість камер, що проходять у напрямку, у цілому перпендикулярному першому напрямку.

4. Робочий блок за п. 3, у якому камери розташовані множиною паралельних рядів так, що прилеглі пари камери мають загальну стіну.

5. Робочий блок за п. 4, у якому перша камера із множини камер зі змінною конфігурацією виконана з можливістю приймання необробленої біомаси зі сховища, і де необов'язково перша камера додатково оточує обладнання, виконане з можливістю передачі обробленої біомаси з першої камери в другу камеру із множини камер зі змінною конфігурацією.

6. Робочий блок за будь-яким із попередніх пунктів, виконаний принаймні одним з наступних шляхів:

у якому опромінюючий пристрій містить прискорювач електронів; та

у якому обробний транспортер містить вібраційний транспортер.

7. Спосіб одержання оброблених целюлозних або лігноцелюлозних матеріалів біомаси, згідно з яким:

розділяють матеріал біомаси на множину частин матеріалу,

переміщують частини матеріалу в множину перших камер зі змінною конфігурацією, причому камери мають змінну конфігурацію принаймні частково завдяки тому, що кожна камера сформована із множини непрозорих для випромінювання блоків, що перекриваються, і причому кожна перша камера приймає одну із частин матеріалу,

оброблюють частини матеріалу в перших камерах шляхом опромінення частин матеріалу в перших камерах опромінюючим пристроєм,

переміщують частини матеріалу з перших камер і

об'єднують частини матеріалу.

8. Спосіб за п. 7, згідно з яким обробку додатково виконують способом, вибраним із групи, що складається з дозування іонізуючого випромінювання, обробки ультразвуком, окиснення піролізу, обробки паром, хімічної обробки, механічної обробки, подрібнення заморожуванням і комбінацій перерахованого вище.

9. Спосіб за п. 8, згідно з яким дозування іонізуючого випромінювання включає опромінення пучком електронів.

10. Спосіб за п. 8 або 9, який здійснюють одним з наступних шляхів:

в якому кожен частину матеріалу обробляють із використанням дози випромінювання між 10 Мрад і 150 Мрад; та

в якому у кожній першій камері матеріал обробляють із використанням дози випромінювання між 10 Мрад і 50 Мрад.

11. Спосіб за будь-яким із пп. 7-10, який здійснюють одним з наступних шляхів:

в якому кожен етап переміщення включає переміщення пневматичним способом, та

який додатково включає переміщення матеріалу вібраційним транспортером при обробці частин матеріалу.

12. Спосіб за будь-яким із пп. 7-11, який здійснюють одним з наступних шляхів:

який додатково включає безперервне розділення матеріалу, безперервне переміщення частин матеріалу в перші камери, безперервну обробку частин матеріалу і безперервне об'єднання частин матеріалу для безперервного вироблення обробленого матеріалу;

в якому температура кожної частини матеріалу не перевищує 150 °C під час етапу обробки; та який додатково включає охолодження кожної частини матеріалу під час обробки і/або охолодження між опроміненнями.

13. Спосіб за будь-яким із пп. 7-12, що додатково включає після переміщення частин матеріалу з перших камер переміщення частин матеріалу в численну кількість других камер, причому кожна друга камера приймає одну із частини матеріалу,

обробку частин матеріалу в других камерах,

переміщення частин матеріалу із других камер, і причому, необов'язково, кожні перша і друга камери мають загальну стіну,

і який, необов'язково, додатково включає охолодження частин матеріалу між першим етапом обробки і другим етапом обробки.

14. Спосіб за будь-яким із пп. 7-13, в якому оброблений матеріал виробляють зі швидкістю щонайменше 500 фунт/год. (226,8 кг/год.) на одну камеру.

15. Спосіб за будь-яким із пп. 7-14, в якому матеріалом біомаси є целюлозний або лігноцелюлозний матеріал, і де необов'язково целюлозну або лігноцелюлозну біомасу вибирають із групи, що складається з паперу, паперових виробів, паперових відходів, паперової маси, пігментного паперу, крейдованого паперу, паперу з покриттям, паперу з наповнювачами, журналів, друкованої продукції, паперу для принтера, паперу з полімерним покриттям, карток, картону, паперового картону, бавовни, деревини, пресованої деревини, відходів лісівництва, тирси, деревини осики, деревної стружки, трави, проса прутікоподібного, китайського очерету, спартини, двокитичника очеретоподібного, зернових відходів, рисової лушпайки, полови вівса, полови пшениці, ячмінної полови, сільськогосподарських відходів, силосу, соломи каніоли, соломи пшениці, соломи ячменя, соломи вівса, рисової соломи, джуту, коноплі, бамбука, сизалю, абаки, стрижнів кукурудзяних качанів, кукурудзяної соломи, соєвої соломи, кукурудзяного волокна, люцерни, сіна, волокна кокоса, відходів від переробки цукру, макухи, бурякового жому, макухи агави, водоростей, морських водоростей, гною, стічних вод, аракачи їстівної, гречаної крупи, банану, ячменя, маніоки, кудзу, окри, саго, сорго, картоплі, солодкої картоплі, таро, ямсу, бобів, кінських бобів, сочевиці, гороху і сумішей будь-яких з них.

Fig. 1





Fig. 2

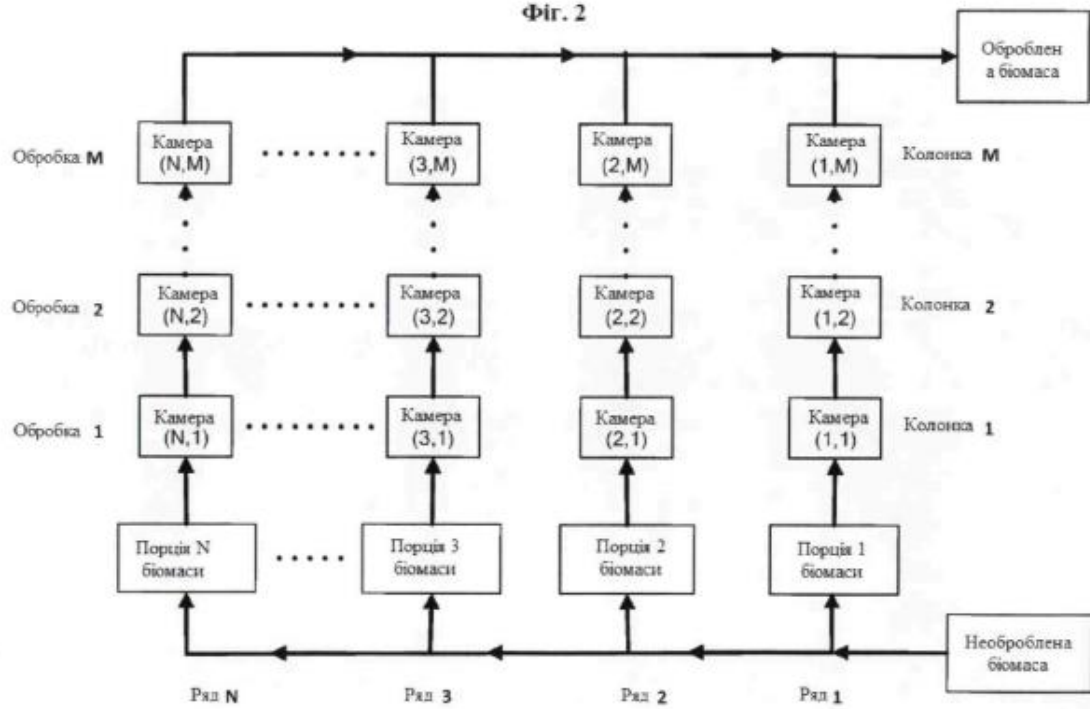
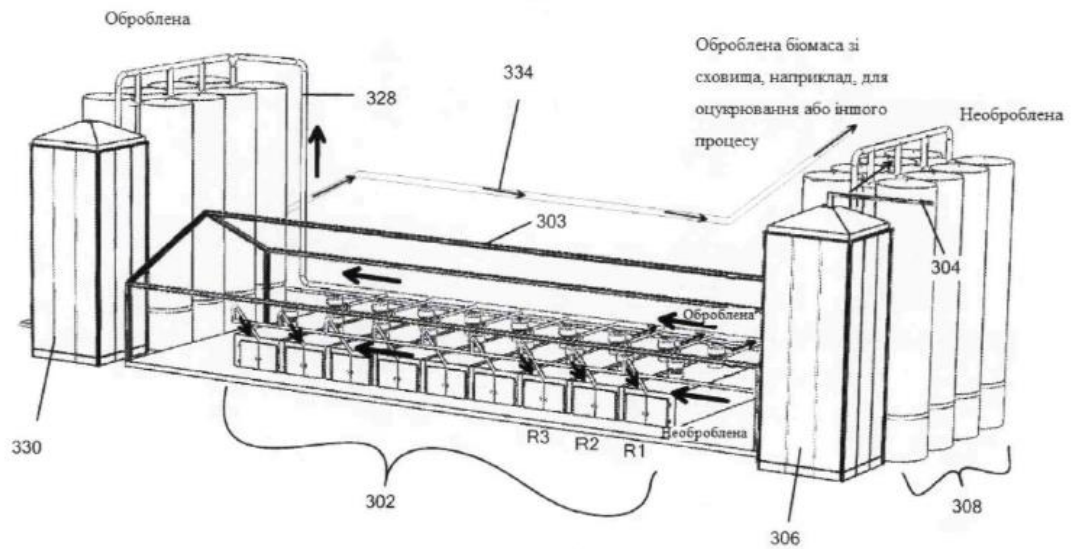
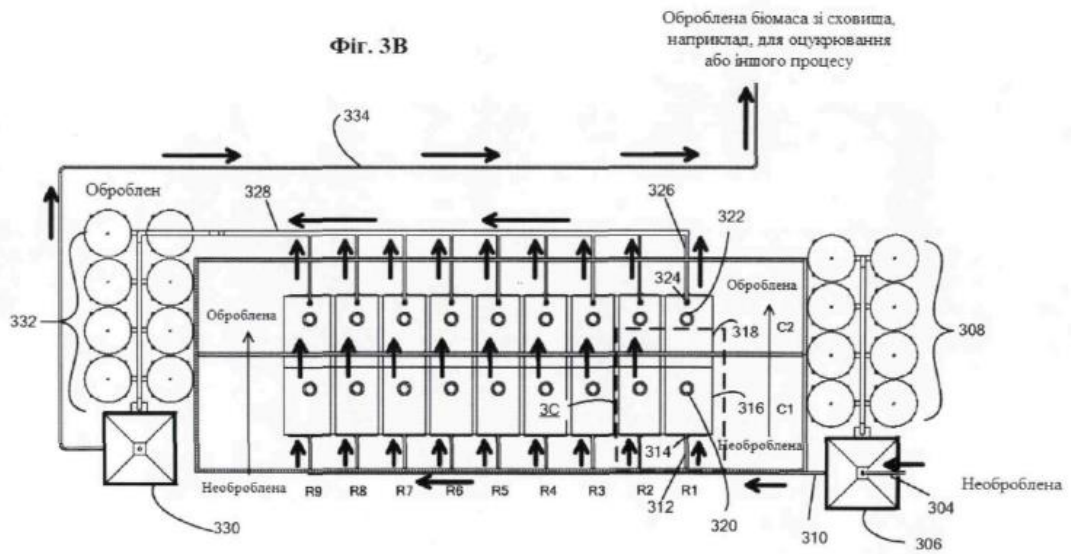


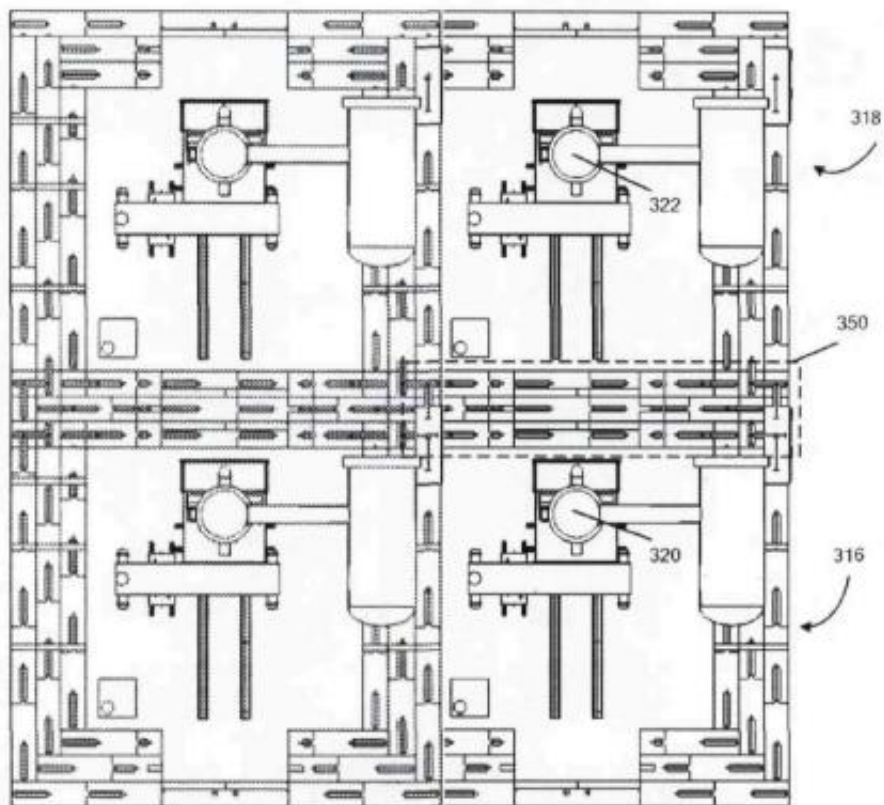
Fig. 3A



Фиг. 3В



Фиг. 3С



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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