

Корисна модель належить до галузі термічної переробки сировини рослинного походження, а саме до установок безперервної дії для термічної переробки біомаси. Рішення може бути використане для отримання деревного вугілля, інших продуктів термічної переробки біомаси та теплової енергії.

Найближчим аналогом є установка безперервної дії для термічної переробки біомаси, описана в патенті на корисну модель України № 133566 (опубл. 10.04.2019 р.), що містить корпус печі з робочою камерою, розташованою всередині корпусу, яка має сполучені між собою за потоком теплоносія канали для теплоносія та канали для сировини, причому канали для сировини розташовані між каналами для теплоносія, кожен суміжний канал для теплоносія та канал для сировини мають спільну теплопровідну стінку, а до каналів для теплоносія підведені канали для подачі повітря в канали для теплоносія. Кожен з каналів для сировини може бути оснащений пристроями для перекриття каналу для сировини, виконаними з можливістю зміни пропускної здатності виходу каналу для сировини, наприклад, у вигляді керованих заслінок, які забезпечуватимуть порційне вивантаження виготовленого продукту. Останній може бути вивантажений до будь-якої ємності, наприклад, вагонетки на колесах або бункера.

До основних недоліків найближчого аналога належить її обмежена продуктивність. Конструкція передбачає наявність лише до чотирьох каналів для теплоносія, що зумовлено відсутністю засобів регулювання потоків теплоносія та їх температури. За збільшення кількості каналів для сировини і, відповідно, каналів для теплоносія, останній розподіляється нерівномірно, що призводить до неузгодженого теплового режиму в різних зонах робочої камери. У результаті готова продукція може мати неоднакову якість, що негативно впливає на стабільність технологічного процесу. Особливою проблемою є складність виходу установки на робочий режим: на початковому етапі необхідно створити тягу у каналах, що відбувається лише після достатнього нагріву димової труби та утворення значного об'єму газів. Через відсутність регулюючих елементів цей процес є тривалим, некерованим і потребує додаткових енергетичних витрат або застосування допоміжних пристроїв (наприклад, димососа). Це ускладнює запуск, збільшує час і вартість підготовки обладнання до роботи. Ще одним значним недоліком є відсутність засобів автоматизації: неможливість оперативного і гнучкого коригування параметрів роботи обмежує ефективність процесу, підвищує витрати енергії та створює передумови для виникнення аварійних режимів.

Таким чином, задачею корисної моделі є розробка такої установки безперервної дії для термічної переробки біомаси, конструктивне виконання якої забезпечить досягнення технічного результату, що полягає у можливості підвищення продуктивності установки, забезпеченні стабільності теплового режиму у всіх каналах робочої камери, скороченні часу виходу на робочий режим з мінімальними енергетичними витратами, підвищенні однорідності та якості готової продукції, а також підвищенні енергоефективності та безпеки роботи установки.

Поставлена задача вирішується тим, що в установці безперервної дії для термічної переробки біомаси, що містить корпус печі з робочою камерою, розташованою всередині корпусу, яка має сполучені між собою за потоком теплоносія канали для теплоносія та канали для сировини, причому канали для сировини розташовані між каналами для теплоносія, кожен суміжний канал для теплоносія та канал для сировини мають спільну теплопровідну стінку, а до каналів для теплоносія підведені канали для подачі повітря в канали для теплоносія, згідно з корисною моделлю, на виході кожного каналу для теплоносія встановлений пристрій для регулювання потоку теплоносія, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності виходу каналу для теплоносія, у кожному каналі для подачі повітря в канал для теплоносія встановлений пристрій для регулювання потоку повітря, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності каналу для подачі повітря в канал для теплоносія, перед кожним пристроєм для регулювання потоку теплоносія в кожному каналі для теплоносія встановлений датчик для вимірювання температури теплоносія, при цьому установка містить автоматизовану систему керування кожним пристроєм для регулювання потоку теплоносія та кожним пристроєм для регулювання потоку повітря в каналі для подачі повітря в канал для теплоносія на основі температури, вимірюваної відповідним датчиком для вимірювання температури теплоносія.

Введення в конструкцію установки пристроїв для регулювання потоку теплоносія на виході кожного каналу для теплоносія та пристроїв для регулювання потоку повітря в каналах для подачі повітря в канали для теплоносія забезпечує можливість керованого розподілу потоків теплоносія та подачі повітря, що дозволяє підтримувати необхідний тепловий режим у робочій камері, забезпечити рівномірний прогрів каналів для сировини та стабілізацію температурних параметрів, що гарантує підвищення однорідності та якості готової продукції. Встановлення датчиків для вимірювання температури теплоносія перед кожним пристроєм для регулювання потоку теплоносія у поєднанні з автоматизованою системою керування, яка здійснює регулювання потоків теплоносія та повітря на основі показників температури, дозволяє оперативно та гнучко коригувати роботу пристроїв для регулювання, що забезпечує швидке виведення установки на робочий режим із мінімальними енергетичними витратами, виключає перегрів або охолодження окремих зон і сприяє підвищенню енергоефективності та безпеки роботи установки. Регулювання теплової потужності кожного каналу для теплоносія відбувається за рахунок зміни подачі повітря в цей канал. Сукупність зазначених

відмітних ознак забезпечує досягнення технічного результату, що полягає у можливості підвищення продуктивності установки (збільшення кількості каналів для сировини та каналів для теплоносія, відповідно), забезпеченні стабільності теплового режиму у всіх каналах робочої камери, скороченні часу виходу на робочий режим, підвищенні однорідності та якості готової продукції, а також підвищенні енергоефективності та безпеки експлуатації установки.

Робоча камера виконана з вогнетривких матеріалів, які захищають її від впливу теплової енергії та дозволяють відбуватися в ній високотемпературним процесам термічної переробки біомаси з мінімальними температурними втратами. Також варто зауважити, що враховуючи те, що щонайменше одна стінка кожного з каналів для теплоносія є стінкою суміжного каналу для сировини, тобто канал для сировини знаходиться між каналами для теплоносія, стінки каналів для теплоносія, що є суміжними зі стінками відповідного каналу для сировини, та кожна стінка каналу для сировини повинні мати також високу теплопровідність, щоб канали для теплоносія віддавали теплоту з максимальною температурою, а канали для сировини приймали цю теплоту, яка спрямовується на нагрівання сировини, з мінімальними втратами температури. При цьому стінки каналів для теплоносія, що не є суміжними зі стінками каналу для сировини, можуть як мати високу теплопровідність, так і не мати такої характеристики. У якості вогнетривких матеріалів можуть використовуватися будь-які вогнетривкі матеріали, які забезпечать виконання вищевикладених умов.

Під термічною переробкою біомаси у межах технічного рішення, що заявляється, розуміють процес піролізу, при якому біомаса піддається нагріванню до температури приблизно 600 °C без доступу кисню. Як біомаса можуть використовуватися, наприклад, шкаралупа різноманітних горіхів, кісточки плодів дерев, деревна щепа, бамбук, чагарники, дрібні паливні брикети тощо. В результаті піролізу утворюються три типи продуктів: тверді, газоподібні та рідкі. Твердим продуктом є деревне вугілля, яке після завершення процесу залишається в робочій камері у вигляді твердого залишку. Вміст нелеткого вуглецю у деревному вугіллі становить від 65 до 94 %. Газоподібні та рідкі продукти виділяються разом у вигляді парогазової суміші, яка може спалюватися для утворення теплової енергії або розділятися при охолодженні на неконденсовані гази та рідкий дистилат. Рідкі продукти містять різні органічні компоненти, які можуть бути вилучені та використані у виробництві корисної продукції. Газоподібні продукти, як правило, спалюють.

Отримане деревне вугілля може використовуватися для отримання активованого вугілля або біовугілля (Biochar), а також для виробництва вугілля для каляню, брикетованого вугілля для барбекю та металургійних цілей. Біовугілля (Biochar) застосовується як ґрунтополіпшувальний засіб, що поліпшує структуру глиноземних або піщаних ґрунтів, нейтралізує підвищену кислотність, зменшує ризик розвитку шкідників і гнійних процесів, а також сприяє утриманню поживних речовин та води в ґрунті. Крім того, біовугілля здатне сорбувати залишки пестицидів та інших хімічних речовин, підтримує активність корисної мікрофлори, підвищує аерацію ґрунту і забезпечує умови для підвищення врожайності.

Активоване вугілля є пористим вуглецевим сорбентом із великою питомою поверхнею, що забезпечує його здатність адсорбувати молекули забруднювачів із рідин, газів або повітря. Воно застосовується у фільтраційних системах для очищення води, повітря, технологічних газів, у медичній, хімічній, харчовій промисловості, а також як носій каталізаторів у різних технологічних процесах.

Брикетоване деревне вугілля має низку переваг у порівнянні з іншими видами твердого палива: стабільну форму і розміри, що забезпечує рівномірне горіння, високу механічну міцність, низький вміст золи, відсутність іскор і диму під час горіння, тривалий час горіння і високу теплотворну здатність.

Корпус печі являє собою металічний каркас із футеруванням вогнетривкими матеріалами та зовнішньою тепловою та гідроізоляцією. Футерування проваджується для забезпечення захисту поверхонь від можливого різноманітного зовнішнього впливу: механічного, термічного, фізичного або хімічного, а також для посилення вогнестійкості матеріалів, з яких може бути вироблений корпус.

Переважно датчик для вимірювання температури теплоносія встановлений на виході каналу для теплоносія, оскільки зазначене місце є оптимальним для отримання показників температури перед виходом теплоносія з каналу. Водночас не виключається можливість розташування такого датчика в інших зонах каналу для теплоносія, наприклад, у ділянці, де досягається максимальне значення температури теплоносія, або в будь-якому іншому місці, що забезпечує коректний контроль температурних параметрів.

В одному з переважних варіантів реалізації технічного рішення, що заявляється, пристрій для регулювання потоку теплоносія являє собою поворотну заслінку, конструкція якої забезпечує можливість плавного або ступінчастого зміщення робочого елемента в межах кута повороту, достатнього для зміни пропускної здатності виходу каналу для теплоносія. Очевидно, що вказаний пристрій може являти собою і будь-який інший механізм, здатний виконувати аналогічну функцію, наприклад, засувку, дросельну заслінку, шибер або клапан, конструктивне виконання яких забезпечує регулювання площі перерізу вихідного отвору каналу для теплоносія.

Найбільш переважно на виході кожного каналу для сировини встановлений пристрій для перекриття каналу для сировини, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності виходу каналу

для сировини, перед кожним пристроєм для перекриття каналу для сировини на виході кожного каналу для сировини встановлений датчик для вимірювання температури переробленої сировини, при цьому установка містить автоматизовану систему керування кожним пристроєм для перекриття каналу для сировини на основі температури, виміряної відповідним датчиком для вимірювання температури переробленої сировини.

Переваги такого конструктивного виконання полягають у забезпеченні контролю температури переробленої сировини в кожному каналі окремо та можливості регулювання пропускної здатності виходу каналу для сировини, що дозволяє гнучко керувати швидкістю вивантаження продукту і часом його перебування в зоні термічної обробки. Використання автоматизованої системи керування на основі даних датчиків робить процес стабільним і незалежним від людського фактора, що підвищує безпеку та знижує ризик браку. Таке рішення сприяє підвищенню однорідності та якості готової продукції, скорочує час виходу установки на робочий режим і зменшує енергоспоживання завдяки підтриманню оптимальних параметрів у режимі зворотного зв'язку.

Пристрій для перекриття каналу для сировини забезпечує можливість плавного або ступінчастого переміщення робочого елемента в межах ходу, достатнього для зміни пропускної здатності виходу каналу для сировини, що дозволяє здійснювати контрольоване вивантаження переробленої сировини без доступу атмосферного повітря. Прикладом таких пристроїв можуть бути шнекові живильники, різного роду заслінки, пневматичні клапани або інші механізми, конструктивне виконання яких забезпечує регулювання площі перерізу вихідного отвору каналу.

В найбільш переважному варіанті реалізації установка містить вузол допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси, сполучений з каналами для теплоносія за потоком теплоносія та встановлений за межами корпусу печі.

При цьому переважно вузол допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси містить щонайменше одну камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси з каналом для подачі повітря в камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси та оснащений димарем.

Камера допалювання є необхідною для забезпечення повного допалювання парогазових продуктів термічної переробки біомаси після виходу їх частини з каналів для теплоносія. Канали для теплоносія робочої камери можуть бути з'єднані з камерою допалювання за потоком теплоносія через газовий канал. Частина продуктів піролізу, що виходить з каналів для теплоносія, подається через газовий канал у камеру допалювання, де відбувається їх повне згоряння, що забезпечує екологічність установки, що заявляється.

Димар, у свою чергу, потрібний для здійснення можливості відведення продуктів згоряння до атмосфери та забезпечення можливості роботи установки без наявності додаткових вентиляторів і димососів.

Найбільш переважно у каналі для подачі повітря в камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси встановлений пристрій для регулювання потоку повітря, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності каналу для подачі повітря в камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси, а в камері допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси встановлений датчик для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси, при цьому установка містить автоматизовану систему керування пристроєм для регулювання потоку повітря в каналі для подачі повітря в камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси на основі температури, виміряної датчиком для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

Переваги такого конструктивного виконання полягають у можливості автоматичного регулювання подачі повітря в камеру допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси на основі показників температури повного згоряння парогазових продуктів, що дозволяє забезпечити повноту їх згоряння, стабільність процесу допалювання та підтримання оптимального теплового режиму у вузлі допалювання. Це сприяє підвищенню ефективності утилізації парогазових продуктів, зниженню викидів шкідливих речовин в атмосферу, скороченню витрат енергії та підвищенню загальної енергоефективності установки, а також забезпечує безпечну та стабільну роботу системи незалежно від коливань складу або об'єму утворених парогазових продуктів.

Переважно датчик для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси встановлений на виході з камери допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

У найбільш переважному варіанті реалізації датчик для вимірювання температури теплоносія, датчик для вимірювання температури переробленої сировини та датчик для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси являють собою термопари. Це забезпечує високу точність і швидкість вимірювань у широкому діапазоні температур,

що є критично важливим для автоматизованого регулювання технологічного процесу в режимі реального часу. Використання термопар дозволяє реалізувати надійний контроль температури навіть за умов агресивного середовища та високих теплових навантажень, що підвищує стабільність роботи системи, зменшує ризик перегріву або недостатнього прогріву окремих зон і сприяє досягненню рівномірності термічної обробки, енергоефективності та безпечної експлуатації установки.

Установка, що заявляється, далі більш детально буде описана за допомогою креслення, на якому зображено загальний схематичний вигляд із частковим розрізом установки безперервної дії для термічної переробки біомаси згідно з одним із переважних варіантів технічного рішення, яке заявляється.

Згідно з даним кресленням установка безперервної дії для термічної переробки біомаси містить корпус 1 печі з робочою камерою, розташованою всередині корпусу 1 печі, яка має сполучені між собою за потоком теплоносія канали 2 для теплоносія та канали 3 для сировини. Канали 3 для сировини розташовані між каналами 2 для теплоносія, і кожен суміжний канал 2 для теплоносія та канал 3 для сировини мають спільну теплопровідну стінку. До каналів 2 для теплоносія підведені канали 4 для подачі повітря в канали 2 для теплоносія.

На виході кожного каналу 2 для теплоносія, зокрема - у каналі 5 для відпрацьованого теплоносія, встановлений пристрій 6 для регулювання потоку теплоносія (з даного ракурсу видно лише один пристрій 6 для регулювання потоку теплоносія), виконаний з можливістю зміни пропускної здатності виходу каналу 2 для теплоносія.

У кожному каналі 4 для подачі повітря в канал 2 для теплоносія встановлений пристрій 7 для регулювання потоку повітря, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності каналу 4 для подачі повітря в канал 2 для теплоносія.

Перед кожним пристроєм 6 для регулювання потоку теплоносія в кожному каналі 2 для теплоносія, зокрема – на його виході, встановлений датчик 8 для вимірювання температури теплоносія.

Установка містить автоматизовану систему керування кожним пристроєм 6 для регулювання потоку теплоносія та кожним пристроєм 7 для регулювання потоку повітря в каналі 4 для подачі повітря в канал 2 для теплоносія на основі температури, виміряної відповідним датчиком 8 для вимірювання температури теплоносія.

На виході кожного каналу 3 для сировини встановлений пристрій 9 для перекриття каналу 3 для сировини, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності виходу каналу 3 для сировини,

Перед кожним пристроєм 9 для перекриття каналу 3 для сировини на виході кожного каналу 3 для сировини встановлений датчик 10 для вимірювання температури переробленої сировини.

Установка містить автоматизовану систему керування кожним пристроєм 9 для перекриття каналу 3 для сировини на основі температури, виміряної відповідним датчиком 10 для вимірювання температури переробленої сировини.

Позицією 11 позначений бункер для завантажування сировини установки, а позицією 12 – бункер для вивантаження переробленої сировини установки.

Крім того, установка, що заявляється, містить вузол допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси, сполучений з каналами 2 для теплоносія за потоком теплоносія та встановлений за межами корпусу 1 печі. Вказаний вузол допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси містить камеру 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси з каналом 14 для подачі повітря в камеру 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси та оснащений димарем 15.

У каналі 14 для подачі повітря в камеру 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси встановлений пристрій 16 для регулювання потоку повітря, виконаний з можливістю зміни пропускної здатності каналу 14 для подачі повітря в камеру 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

Крім того, в камері 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси встановлений датчик 17 для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

Установка містить автоматизовану систему керування пристроєм 16 для регулювання потоку повітря в каналі 14 для подачі повітря в камеру 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси на основі температури, виміряної датчиком 17 для вимірювання температури повного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

Робота технічного рішення, що заявляється, здійснюється в такий спосіб.

Підрібнену (10-40 мм) та попередньо підсушену рослинну сировину (вологість < 20 %) завантажують до установки, а саме до бункера 11 для завантаження сировини, розташованого у верхній частині корпусу 1 печі. Завантаження сировини до бункера 11 для завантаження сировини проводять в міру вивантаження переробленої сировини до бункера 12 для вивантаження переробленої сировини. Завантаження сировини до бункера 11 для завантаження сировини можуть здійснювати як вручну, так і за допомоги будь-яких транспортерів. Сировину із бункера 11 для

завантаження сировини спрямовують до робочої камери печі, що містить канали 2 для теплоносія та канали 3 для сировини. При цьому сировина рухається по каналах 3 для сировини зверху вниз, в той час як теплоносій в цілому можуть рухатися по відповідних каналах протитечією, прямотечією або в будь-який інший спосіб, залежно від конструктивних особливостей робочої камери: розташування входів та виходів каналів 2 для теплоносія, наявності у вказаних каналах 2 для теплоносія перегородок тощо. Під час руху сировини вниз у міру вивантаження переробленої сировини відбуваються процеси попереднього нагріву, піролізу, прожарювання та стабілізації.

Запуск установки починається з прогріву її необхідних вузлів. Паралельно здійснюють підпал сировини в каналах 3 для сировини, що завантажуються через бункер 11 для завантажування сировини, для утворення первинних парогазових продуктів. При цьому контролюють герметичність закриття кришок каналів 3 для сировини, щоб запобігти неконтрольованому доступу атмосферного повітря.

Далі здійснюють прогрів робочої камери. Додатковий тепловий вплив може забезпечуватись зовнішніми пальниками, встановленими в робочій камері корпусу 1 печі. Контроль прогріву здійснюють за показниками датчиків 8 для вимірювання температури теплоносія та датчиків 10 для вимірювання температури переробленої сировини. При падінні температури нижче цільового рівня здійснюють часткове вивантаження сировини через пристрої 9 для перекриття каналів 3 для сировини з вивантаженням у бункер 12 для вивантаження переробленої сировини, що забезпечує підтримку необхідного теплового балансу.

Вихід на робочий режим відбувається шляхом регулювання положення пристроїв 6 для регулювання потоку теплоносія та пристроїв 7 для регулювання потоку повітря в каналах 4 для подачі повітря, а також пристрою 16 для регулювання потоку повітря у каналі 14 для подачі повітря в камеру 13 допалювання. Регулювання здійснюють за допомогою автоматизованої системи керування на основі показників датчиків 8, 10 і 17, що дозволяє підтримувати стабільність температури в зонах термічної обробки та у вузлі допалювання. При підвищенні температури пристрої 6, 7 та 16 частково відкривають, при зниженні – частково закривають, що забезпечує дотримання робочого діапазону температур (наприклад, у зоні датчика 8 – до 1000 °C). Для вузла допалювання регулювання подачі повітря через пристрій 16 проводять для запобігання появі диму з димаря 15, що свідчить про неповне згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси.

У конструкції установки може бути передбачений теплообмінний пристрій для відбору надлишкового тепла, яке утворюється в процесі допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси. Відібране тепло може бути використане для різних цілей, зокрема для опалення приміщень, нагрівання технологічних рідин, сушіння матеріалів або інших внутрішніх та зовнішніх потреб. Такий теплообмінний пристрій розташовують на виході камери 13 допалювання продуктів неповного згоряння парогазових продуктів термічної переробки біомаси перед димарем 15, що дозволяє максимально ефективно утилізувати теплову енергію. Таким чином, установка, що заявляється, може виконувати не лише функцію термічної переробки біомаси, а й додатково забезпечувати отримання корисної теплової енергії, що розширює сферу її застосування та підвищує загальну енергоефективність.

Хоча на кресленні показано три канали 2 для теплоносія та два канали 3 для сировини, для фахівця у даній галузі техніки є очевидним, що вказане зображення є схематичним, як зазначено вище, і завдяки відмітним ознакам технічного рішення, що заявляється, кількість зазначених каналів може бути суттєво збільшена, що, у свою чергу, забезпечує підвищення продуктивності установки.

Для фахівця в даній галузі техніки повинно бути очевидно, що установка безперервної дії для термічної переробки біомаси, що заявляється, як вона визначена в формулі технічного рішення, що додається, не обов'язково обмежена конкретними ознаками та варіантами виконання, що наведені вище. Навпаки, конкретні ознаки та варіанти виконання, які описані вище, розкриті як приклади, які реалізують формулу, та інші еквівалентні ознаки можуть бути охоплені формулою технічного рішення, що заявляється.

Таким чином, розроблена установка безперервної дії для термічної переробки біомаси, конструктивне виконання якої забезпечує досягнення технічного результату, що полягає у можливості підвищення продуктивності установки, забезпеченні стабільності теплового режиму у всіх каналах робочої камери, скороченні часу виходу на робочий режим з мінімальними енергетичними витратами, підвищенні однорідності та якості готової продукції, а також підвищенні енергоефективності та безпеки роботи установки.

