

**УКРАЇНА****(19) UA (11) 110558 (13) U**
(51) МПК (2016.01)**B09B 3/00****C08J 11/20 (2006.01)****C10L 5/46 (2006.01)****F23G 5/02 (2006.01)****ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****(21) Номер заявки: u 2016 04851****(22) Дата подання заявки: 29.04.2016****(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: 10.10.2016****(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 10.10.2016, Бюл.№ 19****(72) Винахідник(и):****Ремез Володимир Іванович (UA)****(73) Власник(и):****Ремез Володимир Іванович,
вул. П. Панча, 3, кв. 139, м. Київ, 04201 (UA)****(54) СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ, ПОБУТОВИХ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ
ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ І КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ****(57) Реферат:**

Спосіб переробки промислових, побутових та сільськогосподарських відходів для подальшого виготовлення теплової та електричної енергії та компонентів для будівельних матеріалів шляхом проведення екзотермічної реакції з використанням скидного енергетичного потенціалу, що включає етапи змішування відходів, попереднього їх подрібнення та підготовки, термічної обробки, розділення та подальшого використання отриманих продуктів реакції. Як сировину використовують відходи підприємств вуглезбагачення, відходи харчової промисловості, сільського господарства, включаючи очерет, лігнін, листя, солом, подрібнені качани кукурудзи, тріску, курячий послід, а також відходи розпаковки черепашнику, мінеральні добавки або їх суміш. Відходів підприємств використовують не менше 45 %, а мінеральних добавок та інших негорючих добавок – решта. Попереднє подрібнення відходів та підготовка сировини включає попереднє подрібнення, після чого фракції більше 75 мкм відправляють на додаткове мокре подрібнення до отримання композитної водної суспензії з розміром часток не більше 75 мкм і вмістом води не більше 40 %. Утворену рідку суспензію направляють на термічну обробку через пальники в котел-реактор, а подрібнені сухі частки направляють в котел-реактор на термічну обробку в киплячому шарі або вихорі. Частину золи, виділену з продуктів згоряння, використовують як теплоносій при термічній обробці сировини, іншу золу виводять з системи, димові гази направляють в топку котлоагрегату. Утворені після термічної обробки в котлі-реакторі кінцеві продукти реакції осаджують та охолоджують до температури 50 градусів Цельсія при температурі та тиску довколишнього середовища. Утворені газоподібні продукти очищають від шкідливих домішок та направляють в атмосферу після охолодження, виділяють вуглекислий газ, воду та інше, та направляють їх на подальше використання. Отримані в зоні киплячого шару або вихору котла-реактора тверді продукти збирають і направляють для подальшого зберігання. Будівельний пил, що осів, додатково охолоджується водяними та повітряними сорочками. Сухий дрібнодисперсний пил з водної суспензії розділяють на фракції, і з розміром частинок менше 50 мкм використовують як компонент для будівельних матеріалів. Скидне тепло котла-реактора подають для нагрівання робочого тіла для виробництва теплової та електричної енергії.

UA 110558 U

Корисна модель належить до способів одержання будівельних матеріалів з відходів вуглезабагачення та відходів інших виробництв з використанням скидного енергетичного потенціалу та може бути використана в будівництві, паливній промисловості, енергетиці, сільському господарстві та інших галузях промисловості. Корисна модель може бути задіяна при очищенні ставків-відстійників вуглезабагачувальних фабрик, при утилізації відходів збагачування руди, вуглезабагачування, металообробки, сільського господарства, харчової промисловості, лісової промисловості, а також інших виробництв з отриманням побічних продуктів - теплової та електричної енергії та корисної сировини для використання в будівельній та інших галузях. Відомий спосіб обробки вуглецевмісних матеріалів та пристрій для його здійснення, при якому матеріали подрібнюють, класифікують, діють потоком води, термообробляють при температурі більше 1000 °С спочатку без окисника та потім з ним, розділяють та охолоджують. Пристрій містить блок підготовки з класифікатором і активатором-гомогенізатором, блок термообробки з вихровим теплообмінником, кульовим теплообмінним апаратом і конденсатором-теплообмінником та блок кінцевої обробки з пристроєм для брикетування продукту [RU 95105732, 20.02.1997]. Спосіб дозволяє отримувати матеріали для палива та будівельних матеріалів. Також відомий спосіб спалювання подрібненого вугілля, при якому теж можливо отримувати золу для виробництва будівельних матеріалів [RU 95103215, 10.01.1997], але ці способи не дозволяють використовувати відходи різного походження. Відомі пристрої та способи для переробки органічних матеріалів на паливні компоненти шляхом піролізу, які використовують для утилізації побутових та комунальних відходів, а також при переробці вугілля, мулу, і т.д., які також використовують в подальшому для виготовлення будівельних матеріалів [RU 2182684, 20.05.2002; RU 2275397, 27.04.2006], але суттєвим недоліком цих способів є те, що початкова сировина для їх виконання повинна включати лише окремі компоненти, чим не забезпечується повна утилізація всіх відходів та низькотемпературного скидного потенціалу, або ці способи вимагають складної попередньої обробки сировини. Також спільним недоліком відомих способів є недостатня екологічна безпека подібних виробництв за рахунок великих об'ємів викидів диму та шкідливих газів у навколишнє середовище. Відомий спосіб перетворення твердих біовідходів у паливо, який включає підготовку твердих біовідходів, створення достатньо високого тиску у твердих біовідходах для підтримання рідкого стану, нагрівання твердих біовідходів під тиском та утворення суспензії із зруйнованих клітин біовідходів, внаслідок чого отримують частково зневоднений продукт з зруйнованих твердих біовідходів. При виконанні цього способу на етапі відділення діоксину вуглецю від суспензії обвугленого матеріалу золу, яка утворилася, використовують у цементній печі, будівельних матеріалах, компості або у добривах [RU 2373263, 20.11.2009]. Спосіб дозволяє використовувати лише біоматеріали певного складу, консистенції та розміру часток. Відомі з рівня техніки рішення дозволяють отримувати з різноманітних відходів будівельні матеріали та компоненти для них, інші технічні рішення спрямовані на утилізацію відходів з отриманням паливних компонентів, або ж лише для отримання енергії від термічної переробки відходів.

Об'єктів, які б об'єднували в собі всі ці ознаки та забезпечували екологічно безпечне виробництво з повним використанням низькотемпературного скидного потенціалу, в рівні техніки виявлено не було.

Задача корисної моделі - створити екологічно безпечний спосіб переробки промислових, побутових та сільськогосподарських відходів для подальшого виготовлення теплової та електричної енергії і компонентів для будівельних матеріалів з використанням різних відходів, як первинну сировину використовувати відходи підприємств вуглезабагачення, збагачування руди, металообробки, харчової промисловості, лісової промисловості. При цьому поставлена задача створити екологічно безпечне підприємство з можливістю подальшого використання скидного енергетичного потенціалу, зменшити екологічне навантаження на довкілля, підвищити екологічну безпеку.

Поставлена задача вирішується тим, що створено спосіб переробки промислових, побутових та сільськогосподарських відходів для подальшого виготовлення теплової та електричної енергії і компонентів для будівельних матеріалів шляхом проведення екзотермічної реакції з використанням скидного енергетичного потенціалу, що включає етапи змішування відходів, попереднього їх подрібнення та підготовки, термічної обробки, розділення та подальшого використання отриманих продуктів реакції, де як сировину використовують відходи підприємств вуглезабагачення, відходи харчової промисловості, сільського господарства, включаючи очерет, лігнін, листя, соломку, подрібнені качани кукурудзи, тріску, курячий послід, а також відходи розпаковки черепашику, мінеральні добавки, або їх суміш, де відходів підприємств вуглезабагачення, відходів харчової промисловості, сільського господарства

використовують не менше 45 %, а мінеральних добавок та інших негорючих добавок - решта; попереднє подрібнення відходів та підготовка сировини включає попереднє подрібнення, після чого фракції більше 75 мкм відправляють на додаткове мокре подрібнення до отримання композитної водної суспензії з розміром часток не більше 75 мкм і вмістом води не більше 40 %.

Утворену рідку суспензію направляють на термічну обробку через пальники в котел-реактор, а подрібнені сухі частки направляють в котел-реактор на термічну обробку в низькотемпературному киплячому шарі або вихорі.

Утворені після термічної обробки в котлі-реакторі кінцеві продукти реакції осаджують та охолоджують до температури 50 градусів Цельсія при температурі та тиску доколишнього середовища.

Утворені газоподібні продукти очищають від шкідливих домішок та направляють в атмосферу після охолодження, виділяють вуглекислий газ, воду та інше, та направляють їх на подальше використання.

Отримані в зоні киплячого шару або вихору котла-реактора тверді продукти збирають і направляють для подальшого зберігання; охолоджений сухий дрібнодисперсний пил з водної суспензії розділяють на фракції, і з розміром частинок менше 50 мкм використовують як компонент для будівельних матеріалів; скидне тепло котла-реактора використовують для нагрівання робочого тіла для виробництва теплової та електричної енергії.

Загальновідомим є те, що підприємства вугільної та іншої промисловості спричиняють суттєву негативну дію на всі компоненти навколишнього природного середовища, яка проявляється у деградації природного ландшафту, забрудненні водних джерел, атмосферного повітря та ґрунтів твердими, рідкими, пилоподібними та газоподібними відходами галузі в кількості, що перевищує допустимі концентрації та порушує збалансованість природного середовища. Це викликає потребу проведення спеціальних природоохоронних дій у районах розміщення промислових об'єктів. Антропогенна дія інших промислових галузей, пов'язаних з виробництвами, в результаті яких утворюються відходи, обумовлена зберіганням, переробкою або утилізацією цих відходів, також є проблемою сучасного життя та потребує негайного вирішення. Питання використання відходів виробництв мають як економічні, так й екологічні аспекти. Тому важливим є не тільки утилізація й переробка відходів окремих підприємств, а й можливість комплексного використання відходів виробництв різних галузей, таких як металообробної, вугільної, харчової, сільськогосподарства та ін.

Представлена корисна модель пропонує вирішити цю проблему шляхом застосування цих відходів для потреб енергетичної та будівельної галузей.

Технічним результатом використання способу виробництва будівельних матеріалів є переробка відходів різноманітних виробництв та застосування їх у будівельній галузі з використанням скидного енергетичного потенціалу в енергетиці.

Технічний результат досягається за рахунок того, що представлене технічне рішення поєднує ознаки, які суттєво впливають на технічний результат, а саме: застосування комплексу стадій обробки суміші відходів, що дозволяє в подальшому використовувати їх як сировину для отримання будівельних матеріалів та в процесі обробки найбільш ефективно використовувати скидний енергетичний потенціал, а також застосування обладнання, що дозволяє зменшити шкідливий вплив виробництва на навколишнє середовище. Технічний результат досягається також за рахунок використання брудних вод для охолодження золи, мінімізації використання води, зменшення недопалювання золи, повної переробки усіх відходів різних виробництв у т.ч. очистки водойм, посліду, галузі тваринництва, відходів деревини, комишу, вуглевідходів, відходів металообробки. Використання відходів в будівництві у непереробленому вигляді неможливе внаслідок того, що ця сировина має великий вміст вуглецю, сірки, аміаку та інших речовин. Найбільш ефективною є термічна обробка для видалення вуглецевмісних, сірковмісних та азотовмісних сполук (фізична екзотермічна переробка). В результаті обробки вказаної сировини утворюються два типи продукту. Використовуючи шнекові установки, у котлі-реакторі збирають тверду фазу у вигляді пористого, зневодненого звільненого від вуглецю продукту реакції, який після згортання являє собою міцний крупнофракційний наповнювач. Другий тип продукту реакції - пилоподібний продукт, який також являє собою наповнювач, або може використовуватись як компонент в'язучих сумішей чи цементу. Обидва типи є готовою сировиною для шлакобетону, будівельних плит та блоків, в залежності від особливостей процесу їх виробництва.

Також спосіб можна використовувати для виробництва ґрунту та добрив для сільськогосподарських потреб. В процесі екзотермічної обробки у обох продуктів віднімається

енергетичний потенціал, який в більшості інших процесів є скидним. Основний кінцевий продукт - будівельні матеріали, ґрунт та добрива.

Вторинний продукт - тепло, яке може бути використане для нагрівання робочого тіла для парових турбін з метою генерації електроенергії або для інших енергетичних потреб. Також корисним у промисловості продуктом може бути стерильний та очищений вуглекислий газ, що може бути виділений із газоподібних продуктів реакції. Процес є повністю безвідходним і екологічно безпечним. В результаті його використання отримують складові, необхідні для виробництва будівельних матеріалів таких, наприклад, як: гіпс, цемент, інертні добавки і складові фарб, теплоізолюючі пористі наповнювачі та інше. Представлене технічне рішення має великий перелік технічних, екологічних та техніко-економічних переваг, що обумовлюють великий ефект від його застосування, які наведені нижче. Утилізація шламів та інших відходів виробництва у т.ч. сільськогосподарського виробництва, мулу після очистки водойм, з метою отримання будівельних матеріалів, металургійної сировини та добрива. Все переробляється у паливну масу, подрібнення проводиться до розмірів частинок до 5 мм і менше у сухому вигляді. Спалювання проводиться у киплячому шарі або вихровій топці, де має місце часткове згорання та часткова газифікація у передтопках або у нижній частині котла. Для зниження температури та виходу енергії, крім нагрітого повітря, вдувається ще й частково нагрітий димовий газ з температурою 120-150 градусів після його очищення від пилу золи виносу. Зола видаляється з зони горіння у сухому вигляді за допомогою шнекового або іншого транспортера золи. Охолодження золи відбувається частково повітрям, яке вдувається (шнек порожнистий з отворами для виходу повітря) та додаванням регенеративної води або іншим засобом. Зола додатково може охолоджуватися за допомогою відкритого вприскування крізь бокові стіни сольовими розчинами Ca, Mg підвищеної жорсткості, що є відходами хімводоочистки. Таким чином ця зола збагачується солями Ca, Mg, а волога йде до котла, що дає змогу позбавитись від висококонцентрованих солей та уникнути скидання у стічні води засолених розчинів. Використання киплячого шару або вихору дає змогу при цій технології спалювання отримати золу, на яку падають краплі гарячого водовугільного палива, чим збільшують частки золи, які у подальшому перетворюються у готові для використання у сільському господарстві та будівельній індустрії крупні пористі гранули, так як їх глиняно-піщана структура є вже зміненою та обпаленою, та не є водорозчинною. Вищезазначене дає змогу на базі цього продукту робити утеплювач. Зменшення кількості повітря (додавання димових газів) дає змогу зробити двостадійне спалювання: на першій стадії йде не повне горіння, а часткова газифікація палива, горючі гази підіймаються нагору, продовжуючи горіння, до них вдувається композиційне рідке вугільне паливо, яке має у собі велику кількість сировини для створення будівельних матеріалів з величиною подрібнення кожної частки від 30 до 120 мкм, що дає змогу у вихровому потоці розпалених газів спалювати низькокалорійне паливо з кількістю залишкового вуглецю не більше 1-2 % від загальної маси сухої частини. Наявність великої кількості цих парів стабілізує процес, збільшує вихід тепла у цьому екзогенному процесі. Тепло, отримане у процесі, використовується у виробництві пари високого тиску, що задіяне як скидне тепло при виробництві електричної енергії на електричному генераторі та теплової енергії на теплообмінниках. У цьому процесі як пристрій для виробництва будівельних матеріалів може використовуватись модернізований паровий котел. Дрібнодисперсний будівельний матеріал збирається у спеціально підібраних батарейних циклонах та рукавних фільтрах. Залишкове тепло використовується у додаткових теплообмінниках для сушіння композиційного палива, попередження обмерзання у зимовий період вугільного складу та інших цілей. Частину золи, виділену з продуктів згорання, використовують як теплоносії при термічній обробці сировини, іншу золу виводять з системи, димові гази направляють в гонку котлоагрегату. Димові гази остаточно охолоджуються до температури 50-60 градусів Цельсію, а будівельний пил, що осів, додатково охолоджується водяними та повітряними сорочками, їх тепло використовується для додаткового підігріву до 60-65 градусів Цельсію повітря, яке задіяне у міжтрубному просторі димової труби. Після мокрого скрубера уся волога димових газів конденсується та направляється на зворотний цикл або до мокрого електрофільтра, де з димових газів видаляються усі залишки вологи, будівельного пилу та кислот, таким чином, до атмосфери йде викид практично чистого вуглекислого газу, азоту та залишків кисню, тобто викид пилу та шкідливих речовин зведений до мінімуму. Виробництво стає екологічно безпечним, нешкідливим. Матеріали, отримані у результаті цього процесу, можуть бути використані як будівельні матеріали, інша сировина, і як добрива. Якість вихідного продукту регулюється при приготуванні шихти, корегуючи фізико-хімічні показники твердих складових, рідких складових палива, що дає змогу отримати будівельні та інші матеріали з заздалегідь відомими та необхідними параметрами, зробить процес стабільним та контрольованим, екологічно

безпечним та дасть змогу використовувати скидний енергетичний потенціал для виробітку теплової та електричної енергії. Рідина проходить повний цикл використання у процесі: немає забруднених стічних вод, рідина використовується у приготуванні композитного рідкого палива. Отримуємо будівельний матеріал, який можливо використовувати у дорожньому будівництві та інших будівельних роботах, практично без додавання цементу та інших наповнювачів. Детальне пояснення виконання способу.

В даному прикладі відходи вуглезбагачення змішуються з відходами інших виробництв або з сільськогосподарськими відходами (очерет, лігнін, листя, гілки, соломка, подрібнені качани кукурудзи, тріска, курячий послід, а також відходи розпаковки черепашнику, мінеральні добавки та інше) і проводять попереднє подрібнення з отриманням подрібненого твердого продукту з розміром часток не більше 5 мм. Відходів вуглезбагачення з сільськогосподарськими відходами повинно бути не менше 45 % мас, а інших негорючих добавок, що надають додаткові властивості кінцевим продуктам, повинно бути не більше 55 % мас. Далі найбільші фракції, а саме більші 1,5 мм, відправляють на додаткове мокре подрібнення в горизонтальних стержневих або кульових млинах з отриманням композитної водної суспензії з розмірами частинок не більше 120 мкм. В разі необхідності здійснюється додаткова обробка сировини до отримання частками розмірів, які не перевищують 30-70 мкм, за допомогою електроударного, гідроударного, кавітаційного, низькочастотного, надвисокочастотного або іншого пристрою. Кількість вологи не повинна перевищувати 40 %. Приготування та подання зазначеної композитної суспензії має повну вибухобезпечність і високу пожежобезпечність. Рідка суспензія прямує через тангенціально спрямовані термохімічні автоматизовані перетворювачі-пальники, завдяки чому збільшується час перебування сировини в реакційній зоні, що різко покращує якість вихідного продукту і поліпшує відведення тепла, що виділяється. Надалі дрібноподрібнені сухі частинки направляють на термічну обробку для випалювання власного вуглецю за рахунок часткового спалювання та газифікації в низькотемпературному киплячому шарі або вихорі з температурою 800-1000 градусів Цельсія.

Зазначена температура підтримується за рахунок додаткової регульованої подачі в зону киплячого шару або вихору повітря і димових газів з високим вмістом водяної пари (з температурою близько 150 градусів Цельсія і вмістом водяної пари до 30 % за рахунок додавання відходів водопідготовки та продувки колекторів та барабана котла-реактора). У зв'язку з тим, що в зазначених відходах є великий вміст (до 5 %) сірки, для уловлювання її у відпрацьованих газах застосовується мокра сіркоочищувальна вапнякова водяна суспензія, яка виконує дві функції - знижує температуру газів, що відходять, і зв'язує окисли сірки. Зазначені вапнякові відходи (CaCO_3) подають в кульовий млин або інший подрібнювальний пристрій, де в процесі обробки розміри частинок стають менше 100 мкм і додатково розріджують сировину для подальшої теплової обробки. Ця сировина потім вдувається в котел-реактор, де відбувається додатковий саморозігрів із зв'язуванням сірки (температура камери 800-1000 градусів), що призводить до перетворення вуглецю в вуглекислий газ і отримання дрібнодисперсного пилу, який не містить вуглецю. Дрібнодисперсний пил надалі охолоджують до температури 120-170 градусів і осаджують в охолоджуваних циклонах, рукавних фільтрах, скруберах додаткового сіркоочищення, де додатково охолоджують до температури 50 градусів (нижче точки роси), потім подають в "мокрий" електрофільтр, направляють в атмосферу або через додаткові спеціальні мембранні фільтри на додаткове використання вуглекислого газу.

Отриману в зоні киплячого шару котла реактора обпечену пористу будівельну сировину збирають водоохолоджувальним шнеком або іншим пристроєм, і направляють на склад готової продукції для подальшого охолодження, упаковки та відправки споживачеві. Сухий дрібнодисперсний пил також охолоджують та/або розділяють на фракції, або додатково подрібнюють до частинок розміром менше 35-50 мкм і відправляють споживачам для подальшого використання у виробництві гіпсокартону, цементу та ін., або для власного виробництва будівельних конструкцій з використанням вторинного енергетичного потенціалу різних процесів (насичений пар та ін.).

Оскільки всі ці реакції є екзогенними (зневуглецювання сировини), зайве (скидне) тепло котла реактора використовується для високотемпературного нагрівання робочого тіла, перетворення його в пару і подальшого вироблення електричної та теплової енергії в співвідношеннях, необхідних споживачам за їх потребами. Особливістю цього процесу є повне корисне використання залишкового тепла на кожному етапі зазначених вище процесів. Отриманим теплом можливий обігрів складів сировини, підготовка сировини, додатковий обігрів теплиць, вироблення "холоду", а також вирощування біопалива (синьо-зелених водоростей або подібних їм) за рахунок використання додаткового освітлення, власне виробленої електроенергії, вуглекислого газу і залишкового тепла. Вирощені водорості як олієвмісний

біопродукт, без додаткової обробки можуть бути змелені та добавлені як добавка до біопалива з метою додаткового поліпшення якості композитної водної суспензії сировини. Представлений спосіб застосовується як в повному комплексі, так і окремими етапами з подальшим включенням в повний ланцюг. Враховуючи повний цикл повернення води як з первинних, так
 5 вторинних процесів, обсяги зовнішнього підживлення водою і водопідготовки значно знижуються. Стоки або скиди відпрацьованої забрудненої води в навколишнє середовище в даному процесі повністю відсутні. Враховуючи комплексність і багатостадійність, цей процес є енергозберігаючим і практично не завдає шкоди навколишньому середовищу. Спосіб може бути здійснений на базі відомого енергетичного та іншого промислового обладнання, стандартного
 10 або модернізованого. Особливою перевагою способу є те, що він може бути здійснений на вже існуючих енергетичних підприємствах (зокрема, теплових електростанціях) після невеликої їх модернізації.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб переробки промислових, побутових та сільськогосподарських відходів для подальшого виготовлення теплової та електричної енергії та компонентів для будівельних матеріалів шляхом проведення екзотермічної реакції з використанням скидного енергетичного потенціалу, що включає етапи змішування відходів, попереднього їх подрібнення та підготовки, термічної
 20 обробки, розділення та подальшого використання отриманих продуктів реакції, який **відрізняється** тим, що як сировину використовують відходи підприємств вуглезбагачення, відходи харчової промисловості, сільського господарства, включаючи очерет, лігнін, листя, соломку, подрібнені качани кукурудзи, тріску, курячий послід, а також відходи розпаковки черепашнику, мінеральні добавки або їх суміш, де відходів підприємств вуглезбагачення, відходів харчової промисловості, сільського господарства використовують не менше 45 %, а
 25 мінеральних добавок та інших негорючих добавок - решта; попереднє подрібнення відходів та підготовка сировини включає попереднє подрібнення, після чого фракції більше 75 мкм відправляють на додаткове мокре подрібнення до отримання композитної водної суспензії з розміром часток не більше 75 мкм і вмістом вологи не більше 40 %; утворену рідку суспензію направляють на термічну обробку через пальники в котел-реактор, а подрібнені сухі частки направляють в котел-реактор на термічну обробку в киплячому шарі або вихорі; частину золи, виділену з продуктів згоряння, використовують як теплоносії при термічній обробці сировини, іншу золу виводять з системи, димові гази направляють в топку котлоагрегату; утворені після термічної обробки в котлі-реакторі кінцеві продукти реакції осаджують та охолоджують до
 30 температури 50 градусів Цельсія при температурі та тиску довколишнього середовища; утворені газоподібні продукти очищають від шкідливих домішок та направляють в атмосферу після охолодження, виділяють вуглекислий газ, воду та інше, та направляють їх на подальше використання; отримані в зоні киплячого шару або вихору котла-реактора тверді продукти збирають і направляють для подальшого зберігання; будівельний пил, що осів, додатково охолоджується водяними та повітряними сорочками; сухий дрібнодисперсний пил з водної суспензії розділяють на фракції, і з розміром частинок менше 50 мкм використовують як компонент для будівельних матеріалів; скидне тепло котла-реактора подають для нагрівання
 40 робочого тіла для виробництва теплової та електричної енергії.

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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