



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162698** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
F23C 9/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

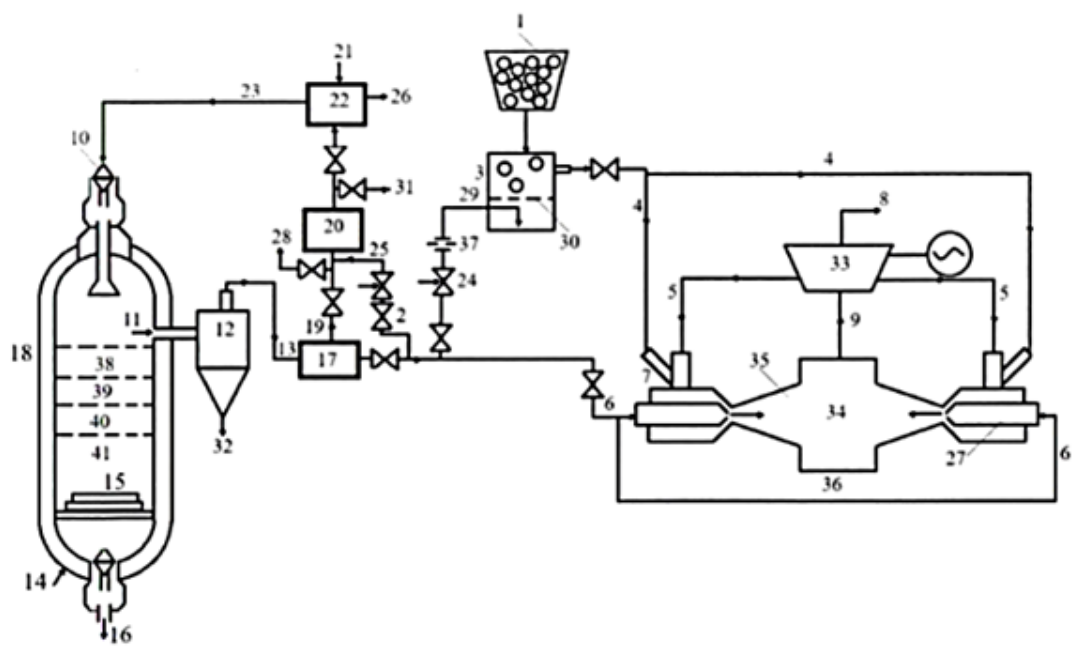
(21) Номер заявки: u 2025 04202	(72) Винахідник(и): Рохман Болеслав Борисович (UA), Четверик Геннадій Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.08.2025	(73) Володілець (володільці): ІНСТИТУТ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Метрологічна, 50, м. Київ, 03143 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.04.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.04.2026, Бюл.№ 15	

(54) СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ТА ПОДАЧІ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ Й ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ В КОТЕЛ, ЩО СПАЛЮЄ БІНАРНУ СУМІШ

(57) Реферат:

Спосіб приготування та подачі вугільного пилу й генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш, полягає в тому, що розмелювання подрібнених частинок вугілля до пиловидного стану та формування бінарної суміші з пилу та транспортуючого агента у протитечійному струменевому млині здійснюють за рахунок взаємодії двох протилежно направлених і азодисперсних струменів, які утворюються внаслідок перетворення потенційної енергії транспортуючих агентів у соплах Лавалю в кінетичну енергію, з подальшою передачею її подрібненим частинкам вугілля. При цьому як транспортуючий агент використовують генераторний газ, який виробляють із торфу, біомаси у газифікаторі з нерухомим шаром під тиском 1 МПа в збагаченій киснем пароповітряній суміші, внаслідок чого забезпечується швидке прогрівання та займання вугільних частинок, а також стабілізація й стійкість факела у топці.

UA 162698 U



Корисна модель належить до способу приготування бінарної суміші (генераторного газу та вугільного пилу) та подачі її в пальники котла.

Відомий спосіб спільного спалювання вугільного пилу і генераторного газу на електростанції Vaskiluoto встановленою потужністю 240 МВт у Фінляндії [1]. Тут для приготування генераторного газу та вугільного пилу використовуються дві незалежні одна від одної установки. В першій з них (система пилоприготування) вугільний пил виробляють у розмельних енерговитратних млинах (барабанних, молоткових, середньохідних тощо). У другій установці генераторний газ виробляється з біомаси шляхом повітряної газифікації в циркулюючому киплячому шарі (ЦКС) за атмосферного тиску. Пил подається повітрям в основні пальники, а генераторний газ вводиться в нижню частину топки (під основні пальники). Недоліками цього способу є:

- 1) великі габарити газогенератора;
- 2) низька калорійність генераторного газу - 1080 ккал/нм³;
- 3) роздільна подача пилу та газу до топки

4) неможливість підвищити калорійність генераторного газу за рахунок конденсації водяної пари ($H_2O=22-25\%$) через конденсацію смоли; зниження температури генераторного газу призводить до конденсації смоли на поверхні труби, що зменшує її прохідний переріз;

5) продукти згоряння генераторного газу змішуються з пилоповітряною сумішшю, що призводить до затягування факела, а отже, до шлакування ширм і порушення циркуляції пароводяної суміші;

6) для приготування бінарної суміші використовуються дві паралельні, незалежні одна від одної установки: газогенератор та система пилоприготування.

Найближчим аналогом заявленої корисної моделі є спосіб подачі пилоповітряної суміші у пальники топкової камери. Пилоповітряна суміш формується в протитечійному струменевому млині (ПСМ) [2], де для розмелювання подрібнених частинок вугілля використовується кінетична енергія повітря, набутого в соплі Лавалю, встановленого у млині, завдяки переходу потенційної енергії повітря (надлишковий тиск повітря 0,6-0,8 МПа) в кінетичну енергію. Система пилоприготування працює під розрідженням. Для транспортування пилоповітряної суміші до пальників топкової камери використовується вентилятор первинного дуття. Недоліками цього способу є:

1) при спалюванні вугілля з низьким вмістом летких речовин (антрацитовий штаб) необхідне підсвічування мазутом або природним газом;

2) присмоктування повітря у систему пилоприготування, що знижує адіабатичну температуру у топковій камері.

Загальними ознаками заявленого способу і найближчого аналога є розмелювання до пиловидного стану подрібнених частинок вугілля та формування бінарної суміші з пилу та транспортуючого агента у протитечійному струменевому млині за рахунок взаємодії двох протилежно направлених газодисперсних струменів, які утворюються внаслідок перетворення потенційної енергії транспортуючих агентів у соплах Лавалю в кінетичну енергію, з подальшою передачею її подрібненим частинкам вугілля.

Відмінними ознаками заявленого способу є те, що:

1) транспортуючим агентом слугує синтетичний газ, який виробляють із торфу або біомаси у газифікаторі з нерухомим шаром під тиском 1 МПа в пароповітряній суміші, збагаченій киснем, внаслідок чого забезпечується швидке прогрівання та займання вугільних частинок, а також стабілізація й стійкість факела у топці;

2) для усунення присмоктування повітря під бункером подрібненого вугілля встановлюється працюючий під наддувом аероживильник, де змішується вугільний пил з генераторним газом;

3) склад та калорійність генераторного газу можуть регулюватися залежно від виду вугільного пилу завдяки співвідношенню пари до кисню, що суттєво впливає на розмір виділеної теплоти при згорянні синтетичного газу та на швидкість прогріву і згоряння дрібних частинок вугільного пилу у топці;

4) система приготування вугільного пилу працює під наддувом, що дозволяє транспортувати сформовану пилогазову суміш до пальникових пристроїв.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити новий спосіб приготування та подачі пилогазової суміші до пальникових пристроїв котла, який відрізняється від наявних способів тим, що установки для виробництва генераторного газу та приготування вугільного пилу розташовані послідовно, тобто спочатку у газифікаторі з нерухомим шаром виробляється генераторний газ під час газифікації біомаси, торфу в пароповітряній суміші, збагаченій киснем, під тиском 1 МПа, а потім кінетична енергія цього газу витрачається на розмелювання

подрібнених частинок вугілля у ПСМ, формуючи при цьому пилогазову суміш, яка під надлишковим тиском у ПСМ транспортується до пальників топкової камери.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі приготування та подачі вугільного пилу й генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш, який полягає в тому, що розмелювання подрібнених частинок вугілля до пиловидного стану та формування бінарної суміші з пилу та транспортуючого агента у протитечійному струменевому млині здійснюються за рахунок взаємодії двох протилежно направлених і азодисперсних струменів, які утворюються внаслідок перетворення потенційної енергії транспортуючих агентів у соплах Лавалю в кінетичну енергію, з подальшою передачею її подрібненим частинкам вугілля, згідно з корисною моделлю, як транспортуючий агент використовують генераторний газ, який виробляють із торфу, біомаси у газифікаторі з нерухомим шаром під тиском 1 МПа в збагаченій киснем пароповітряній суміші, внаслідок чого забезпечується швидке прогрівання та займання вугільних частинок, а також стабілізація й стійкість факела у топці.

Згідно з корисною моделлю, для усунення присмоктування повітря під бункером подрібненого вугілля встановлюють працюючий під наддувом аероживильник, де змішується вугільний пил з генераторним газом.

Згідно з корисною моделлю, склад та калорійність генераторного газу регулюють залежно від виду вугільного пилу завдяки співвідношенню пари до кисню, що суттєво впливає на розмір виділеної теплоти при згорянні синтетичного газу та на швидкість прогріву і згорання дрібних частинок вугільного пилу у топці.

Згідно з корисною моделлю, система приготування вугільного пилу працює під наддувом з можливістю транспортувати сформовану пилогазову суміш до пальникових пристроїв.

Суть корисної моделі пояснює креслення, на якому зображено схему способу приготування та подачі вугільного пилу та генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш.

Устаткування для здійснення способу приготування та подачі вугільного пилу та генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш, складається з бункера подрібненого вугілля 1, засувки 2, аероживильника 3, трубопроводу подачі газодисперсного потоку 4, течки повернення грубого помелу вугільного пилу 5, транспортуючого агента (генераторного газу) 6, патрубку подачі вихідного подрібненого вугілля 7, дрібнодисперсного газового потоку на виході з класифікатора 8, центральної труби 9, мигалки 10, сирого генераторного газу 11, гарячого циклона 12, трубопроводу виходу сирого газу із циклона 13, пароповітряної суміші, збагаченої киснем, 14, колосникової решітки з конусними наконечниками, яка обертається, 15, клапана для виходу золи 16, системи очищення газу 17, газогенератора 18, трубопроводу подачі смоли 19, камери згорання 20, подачі сирого біомаси, торфу 21, сушильної камери 22, трубопроводу подачі висушеного палива 23, регулювального клапана 24, трубопроводу подачі генераторного газу у камеру згорання 25, відпрацьованого сушильного агента 26, ежектора 27, трубопроводу скиду палива (смоли і генераторного газу) у топку 28, трубопроводу подачі очищеного генераторного газу 29, решітки 30, трубопроводу скидання продуктів згорання у топку 31, уловлених у циклоні дрібнодисперсних частинок біомаси або торфу (пилу) 32, класифікатора 33, розмелювальної камери 34, змішувальної камери 35, протитечійного струменевого млина (ПСМ) 36, дроселя 37, зони виходу летких речовин 38, зони відновлення 39, окислювально відновлюваної зони 40, зони окислення 41.

Заявлений спосіб приготування та подачі вугільного пилу та генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш, здійснюється таким чином. Спочатку у газифікаторі з нерухомим шаром 18 виробляється генераторний газ під час газифікації висушеного торфу або біомаси в збагаченій киснем пароповітряній суміші 14 під тиском 1 МПа, що дає змогу зменшити габарити газифікатора та підвищити швидкості реакцій за рахунок значного підвищення концентрацій газових реагентів. Сирий неочищений генераторний газ 11 очищається від пилу 32 в гарячому циклоні 12 і далі прямує по трубопроводу для виходу сирого газу із циклона 13 в систему очищення газу 17 для видалення з нього H_2O і смоли. Остання подається по трубопроводу подачі смоли 19 в камеру згорання 20. Отримані продукти згорання витрачаються на випаровування води сирого біомаси, торфу 21 в сушильній камері 22. Якщо з якихось причин камера згорання 20 та сушильна камера 22 відключаються, передбачено скидання смоли, генераторного газу та продуктів згорання по трубопроводах 28 і 31 у топку. Для підвищення витрати сушильного агента передбачено подачу частини генераторного газу по трубопроводу 25 у камеру згорання 20. Витрата газу, який надходить у камеру згорання, регулюється клапаном 24. Відпрацьований сушильний агент 26 направляється в котел, а висушена біомаса або торф по трубопроводу подачі висушеного палива 23, на якому розташована мигалка 10, подається у газогенератор 18. Потенційна енергія генераторного газу 6, зумовлена надлишковим тиском у газогенераторі 18, перетворюється у ежекторі 27 на кінетичну енергію,

за допомогою якої відбувається розмелювання подрібненого вугілля в ПСМ 36 до пилоподібного стану і формування бінарної суміші. Оскільки система пилоприготування перебуває під наддувом, дрібнодисперсний газовий потік на виході з класифікатора 8 транспортується до основних пальників за рахунок надлишкового тиску. Вугілля з бункера 1, що надходить у патрубок подачі вихідного подрібненого вугілля 7 ПСМ 36 з використанням аероживильника 3, і рециркулюючі фракції грубого помелу, які надходять до ежектора 27 по течії повернення грубого помелу 5, ежектуються завдяки кінетичній енергії транспортуючого агента 6 в змішувальну камеру 35, де розганяються струменями генераторного газу до високих швидкостей і прямують у розмелювальну камеру 34. Далі газодисперсний потік по трубі 9 надходить до класифікатора 33, де відбувається розділення дрібних і великих фракцій вугільного пилу. Дрібнодисперсний газовий потік 8, що виходить із класифікатора 33, спрямовується в пальникові пристрої. У аероживильнику 3 подрібнене вугілля змішується з генераторним газом (на 1 кг газу припадає 80-100 кг подрібненого вугілля), який надходить у киплячий шар аероживильника по трубопроводу подачі очищеного генераторного газу 29 через решітку 30, після чого суміш генераторного газу і подрібненого вугілля по трубопроводу подачі газодисперсного потоку 4 транспортується у патрубок подачі вихідного подрібненого вугілля 7 ежектора 27. Для зниження тиску генераторного газу 6 на трубопроводі подачі очищеного генераторного газу 29 встановлюється дросель 37, а для регулювання вилучення газу - регулювальний клапан 24 з засувкою 2. Використання аероживильника 3 усуває присмоктування повітря в ежектор 27.

1. Tiilikka M., Bolhär-Nordenkamp M. Advanced Gasification Technologies for Large Scale Energy Production. Power-Gen Europe Conference. - 2014. - Vol. 1. - P. 1-16.

2. Акунов В.И. Струйные мельницы. Элементы теории и расчета. - М.: Машиностроение, 1967. - 265 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб приготування та подачі вугільного пилу й генераторного газу в котел, що спалює бінарну суміш, який полягає в тому, що розмелювання подрібнених частинок вугілля до пиловидного стану та формування бінарної суміші з пилу та транспортуючого агента у протитечійному струменевому млині здійснюють за рахунок взаємодії двох протилежно направлених і азодисперсних струменів, які утворюються внаслідок перетворення потенційної енергії транспортуючих агентів у соплах Лавалю в кінетичну енергію, з подальшою передачею її подрібненим частинкам вугілля, який **відрізняється** тим, що як транспортуючий агент використовують генераторний газ, який виробляють із торфу, біомаси у газифікаторі з нерухомим шаром під тиском 1 МПа в збагаченій киснем пароповітряній суміші, внаслідок чого забезпечується швидке прогрівання та займання вугільних частинок, а також стабілізація й стійкість факела у топці.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для усунення присмоктування повітря під бункером подрібненого вугілля встановлюють працюючий під наддувом аероживильник, де змішується вугільний пил з генераторним газом.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що склад та калорійність генераторного газу регулюють залежно від виду вугільного пилу завдяки співвідношенню пари і кисню, що суттєво впливає на розмір виділеної теплоти при згорянні синтетичного газу та на швидкість прогріву і згорання дрібних частинок вугільного пилу у топці.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що система приготування вугільного пилу працює під наддувом з можливістю транспортувати сформовану пилогазову суміш до пальникових пристроїв.

