

Винахід має відношення до галузі енергетики і може бути використаний в якості обладнання для термічної переробки твердих палив органічного походження (вугілля з різною ступінню метаморфізму, торфу, біомаси та ін.). Крім цього, винахід може бути використаний в рамках проектів дослідження оптимальних конструктивних та технологічних параметрів процесу термічної переробки низькосортного вугілля із значним складом золи, сірки, а також вугілля з низькою реакційною здатністю.

Стан національної енергетики переконує, що забезпечення енергетичної незалежності України на тривалу перспективу в першу чергу пов'язане з подальшим розвитком теплової енергетики, орієнтованої на використання вугілля місцевого походження (Корчевой Ю. П., Кузьменко Б. В., Майстренко О. Ю. "Сучасні вугільні енерготехнології". Київ, 1998, с.63).

Крім вирішення основної задачі - можливості використання низькосортного українського вугілля, нові вугільні технології повинні відповідати вимогам:

- суттєво покращити техніко-економічні показники, у порівнянні з досягнутими показниками для пиловугільних блоків ТЕЦ;

- забезпечити збереження навколишнього середовища, при значному зниженні викидів оксидів азоту, сірки та вуглекислого газу і других шкідливих речовин;

- сприяти повній утилізації відходів;

- мати високу ефективність при експлуатації в умовах коливання навантаження.

Серед технологій, що відповідають вказаним вимогам, слід назвати технології газифікації та спалення вугілля, які застосовуються на сучасному етапі у розвинутих країнах (США, Германії, Японії, Фінляндії, Іспанії, Швеції та ін.)

Дійсно, засновані на принципі псевдозріджування ці режими термічної переробки вугілля дозволяють використовувати в енергетиці без добавок природного газу і мазуту з високими екологічними і економічними показниками низькосортне українське вугілля. З 1987 року Інститут вугільних енерготехнологій (ІВЕ) НАН України активно досліджує можливість технологій термічної переробки вугілля в киплячому шарі (ЦКШ), в тому числі і під тиском (ЦКШТ), для високозольного українського вугілля,

Дослідження з 1988р. на експериментальній ЦКШ установці Ф-0,05, що споживає до 50кг вугілля на годину, з 1990р. на пілотній установці КФШ-0,2, що споживає до 200кг вугілля на годину, а з 1995р. на дослідній установці ЦКШ-0,1, що споживає до 100кг вугілля на годину дозволили підійти до створення демонстраційної установки для переробки високозольного українського вугілля в ЦКШТ до 2,5МПа, що споживає 1 т вугілля на годину (там же, стор.42). Ряд технічних рішень, що були знайдені при виконанні цих досліджень захищені авторськими свідоцтвами та патентами на винаходи: а.с. СРСР № 1638455АІ, МДКФ23С 11/02, пріоритет 21.10.89, опубл. 30.03.91 (Бюл. №12) на "Установку для спалювання твердого палива", виданому Інституту проблем енергозбереження АН УРСР та Всесоюзному теплотехнічному Інституту ім. Ф. Е. Дзержинського (автори: Корчевой Ю. П., Майстренко О. Ю., Анищенко А. О. та ін.), а також патент України № 23152А, МПК С 10 J 3/00, пріоритет 8.12.95, опубл. 31.08.98 (Бюл. №4) на "Реактор, здебільшого дослідної установки для газифікації і спалювання високозольного кам'яного вугілля під тиском у циркулюючому киплячому шарі", виданому Державному конструкторському бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля та Інституту проблем енергозбереження НАН України (автори: Майстренко О. Ю., Росколула А.І., Дудник О. М., Борисенко С. В., Малий Л. П., Биковченко Г. І. та ін.).

Згідно першого згаданого аналогу по а.с. СРСР № 1638455АІ спосіб термічної переробки вугілля складається з наступних операцій. Подрібнене тверде паливо подають в камеру згорання за допомогою шнекових живильників, а далі частки твердого палива поступають в першу по ходу палива кругову секцію, куди в свою чергу подають первинне повітря через газорозподільчу решітку. При контакті палива і повітря, завдяки температурі камери згорання, розпочинається його часткове вигорання. Після цього частки коксозольного залишку через перетічну протоку подають у наступну кругову секцію, решітка якої розташована нижче попередньої (першої) секції. В кожній наступній по ходу палива секції відбувається подальше вигорання палива і продукти цього процесу через перетічну протоку надходять у пристрій виведення золи, де відбувається допалювання коксозольного залишку в фонтануючому шарі за рахунок надходження по тангенціальним соплам повітря. Крупну фракцію золи виводять за допомогою конічної вихідної частини пристрою виведення золи. Дрібна фракція золи з фонтануючого киплячого шару разом з аналогічною фракцією з секцій, надходять у верхню частину камери згорання, де їх допалюють завдяки вторинному повітрю, що подається по спеціальним патрубкам.

Незважаючи на експлуатаційні характеристики відомого способу - економічність процесу термічної переробки вугілля за рахунок зменшення долі механічного недогару палива, що підтвердила його апробація, використання в пошуку оптимальних режимів газифікації вугілля, маючи на увазі широкий діапазон їх характеристик - завдання проблематичне із-за інертності відомого способу при управлінні досліджуваним процесом.

До аналогів заявлюваного способу можна віднести також низку патентів РФ на винаходи, виданих фірмі "А.Альстрьом Корпорейшн", що блоком захищають технологію вугільної газифікації в ЦКШ, яка була передана трьома ліцензійними угодами фірмі "Фостер Уилер Енерджи ой" (обидві фірми - Фінляндія) в період з 23.02.96 по 28.02.97р.р. в Російській федерації. Загалом угоди стосуються семи патентів РФ на винаходи:

пат. №2060429 "Камера для реактору із зрідженим шаром (варіанти)";

пат. №2001673 "Реактор із зрідженим шаром";

пат. №1893708 "Реактор із циркулюючим псевдозрідженим шаром";

пат. №1833495 "Спосіб управління циркулюючим реактором і реактор для його здійснення";

пат. №1811539 "Спосіб відновлення окисдовміщуючого матеріалу і пристрій для його здійснення";

пат. №1639434 "Спосіб очищення газів, вміщуючих конденсовані компоненти і циркулюючий реактор для його здійснення";

пат. №1618287 "Реактор з псевдозрідженим шаром".

Сутність захищеної технології газифікації полягає у наступному: подавання газів в змішувальну камеру, змішування їх з твердими частками, що утворюють циркулюючу масу для формування псевдозрідженої суміші, подавання її із змішувальної камери у сепаратор, відокремлення твердих часток з суміші відпрацьованих технологічних газів в сепараторі і повернення твердих часток із сепаратора в змішувальну камеру, при цьому у крайньому разі частину твердих часток, що повертаються в змішувальну камеру, подають у вигляді потоку, спрямованого вниз, а гарячі технологічні гази подають в змішувальну камеру у вигляді концентричного,

спрямованого вверх потоку.

Орієнтація вказаної технології газифікації на конкретний діапазон енергетичних характеристик перероблюваного палива зводить можливість її використання.

В якості прототипу винаходу, що заявляється, заявник обрав серед відомих аналогів "Спосіб газифікації вугілля", що реалізований при функціонуванні обладнання, захищеного патентом України №23152 А на "Реактор, здебільшого дослідної установки для газифікації і спалювання високозольного кам'яного вугілля під тиском у циркулюючому киплячому шарі". Цей спосіб співпадає з заявлюваним по більшості суттєвих ознак.

Згідно прототипу сутність процесу газифікації вугілля включає етапи:

розігрівання реакційної зони (три години), набору шару (близько трьох годин), переходу в режим газифікації (0,5 години), підвищення тиску процесу в реакційній зоні (близько години) і роботи в режимі газифікації із заданими параметрами процесу. Особливості технологічних режимів зазначеного способу-прототипу складають наступне. При розігріванні реакційної зони спочатку подають повітря в реакційну зону через донну частину з витратами  $154 \text{ м}^3/\text{год}$  і температурі  $20^\circ\text{C}$ . Після цього забезпечують підведення зовнішнього тепла за рахунок роботи двох верхніх газових форсунок, потужністю близько  $100 \text{ кВт}$  кожна. За певний час реакційна зона розігрівається до температури  $950^\circ\text{C}$ . Після чого розпочинають підігрівання реакційної зони підведенням зовнішнього тепла завдяки роботі газової форсунки, встановленої в донній частині реакційної зони. Одночасно верхні газові форсунки дроселюють до теплової потужності  $62 \text{ кВт}$ , а донна частина реакційної зони розігрівається до температури  $800^\circ\text{C}$ . В донну частину реакційної зони подають суху золу при температурі  $20^\circ\text{C}$  загальною вагою  $30 \text{ кг}$ , одночасно забезпечуючи подавання повітря при температурі  $400^\circ\text{C}$  з витратами  $11 \text{ м}^3/\text{год}$  в донну частину реакційної зони. Термін розігрівання золи до температури  $400^\circ\text{C}$  складає близько 0,5 години. Після чого розпочинають введення в реакційну зону вугілля, одночасно підвищують витрати повітря, що подають в реакційну зону і дроселюють вказані газові форсунки до повного їх зупинення. Набір шару виконують спалюванням вугілля і додаванням сухої золи в реакційну зону. При цьому збільшують витрати повітря до режиму циркулюючого шару з швидкістю повітря  $4 \text{ м/с}$ , при температурі шару  $950^\circ\text{C}$ . При виникненні надлишку шару, розпочинають його зливання. Для переходу в режим газифікації збільшують витрати вугілля при подаванні в реакційну зону, а етап підвищення тиску процесу виконують підвищуючи тиск на подачі повітря в реакційну зону. Після чого процес підтримують в режимі циркулюючого киплячого шару під тиском протягом заданого терміну.

Незважаючи на високі проектні показники прототипу, його недоліком залишається обмеження при переробці сірковміщуючого вугілля із-за забруднюючих викидів. Дійсно, замалий термін контакту сірки і вапна в реакційній зоні, знижує ефективність сірковловлювання і зводить номенклатуру перероблюваного вугілля.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу газифікації вугілля у ЦКШТ, у якому процес термічної переробки вугілля інтенсифікують розділним подаванням сумішей вапна і палива дрібною та крупною фракціями і частково газифікацією останньої циркулюючою коксозольною масою у піролізній зоні, що розширює можливості способу за рахунок можливості переробки, в тому числі і низькосортного сірковміщуючого вугілля.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі газифікації вугілля в циркулюючому киплячому шарі під тиском, оснований на підготовці та попередньому подаванні в реакційну зону процесу сухої золи, а згодом і суміші крупної фракції вугілля з вапном та суміші дрібної фракції вугілля з вапном, послідовного розігріву реакційної зони процесу підведенням зовнішнього тепла, наборі висоти шару, переході в режим газифікації, підвищенні тиску процесу до штатного рівня згідно винаходу перехід в режим газифікації здійснюють збільшенням витрат вугілля, досягаючи діапазону  $0,45 \dots 0,55$  по коефіцієнту надлишку повітря в реакційній зоні процесу, а подавання суміші крупної фракції вугілля з вапном та дрібної фракції вугілля з вапном виконують роздільно, при чому, в режимі газифікації, перед подаванням суміші крупної фракції вугілля з вапном, її частково газифікують циркулюючою коксозольною масою в опускному киплячому шарі виносної піролізної зони процесу, і далі направляють в реакційну зону через тракт повернення, додаючи при цьому, суміш дрібної фракції з вапном. Крім цього, згідно винаходу в режимі газифікації, після виведення з донної частини реакційної зони процесу коксозольного залишку, його додатково допалюють в фонтануючому киплячому шарі.

Для доказу причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак винаходу, що заявляється, і технічним результатом, який досягається, наводяться наступні данні. Сукупність суттєвих ознак винаходу:

- перехід в режим газифікації здійснюють збільшенням витрат вугілля, досягаючи при цьому діапазону  $0,45 \dots 0,55$  по коефіцієнту надлишку повітря в реакційній зоні процесу;

- подають суміш крупного вугілля з вапном та дрібного вугілля з вапном роздільно в реакційну зону процесу в режимі газифікації;

- частково газифікують суміш крупної фракції вугілля з вапном в опускному киплячому шарі циркулюючою коксозольною масою у виносній піролізній зоні;

- додають суміш дрібної фракції вугілля з вапном до частково газифікованої у виносній піролізній зоні суміші крупної фракції вугілля з вапном при її направленні в реакційну зону процесу через тракт повернення коксозольної маси в реакційну зону, забезпечує зменшення викидів, що забруднюють навколишнє середовище, в процесі газифікації низькосортного вугілля із значним сірковміщенням.

Суттєва ознака - після виведення з реакційної зони, з її донної частини коксозольного залишку, його додатково допалюють в фонтануючому киплячому шарі, що підвищує техніко-економічні характеристики процесу і дає можливість його широкого використання в енергетиці.

Для доказу можливості промислового використання заявлюваного способу газифікації заявник наводить наступні данні.

Технологічний процес для дослідження оптимальних параметрів температурної переробки низькосортного вугілля, заснований на способі, що заявляється, складається з наступних етапів з такими операційними режимами:

- підготовка до запуску. Вугілля в суміші з вапном в кількості три тонни вводять із вантажного бункера за допомогою живильника в робочий бункер вугілля крупної фракції. Вугілля дрібної фракції в суміші з вапном в кількості три з половиною тонни навантажують в бункер вугілля дрібної фракції. Суху золу в кількості  $0,25 \text{ т}$  подають із вантажного бункера в бункер холодної золи.

- включення системи охолодження технологічного обладнання хімічноочищеною водою, а також повітряний компресор. Відкривають задвижки подавання повітря у форсунки природного газу;

- розігрівання реакційної зони. Подають повітря в донну частину реакційної зони (під решітку реактора) і у

пневмозакидувачі на лініях подавання вугілля крупної фракції, вугілля дрібної фракції, холодної золи і в магістраль повертання коксозольного залишку при температурі 20°C. Розігрівають за допомогою газових форсунок протягом 2,5 годин реакційну зону до температури 950°C її верхньої частини. Потім газовою форсункою в донній частині реакційної зони (під решіткою реактора) розпочинають підігрівання донної частини реакційної зони до температури 800°C протягом 0,5 години, при цьому на половину теплової потужності дроселюють форсунки розігрівання верхньої частини реакційної зони. Засипають 30кг сухої золи в донну частину реакційної зони і одночасно подають розігріте до температури 400°C повітря в допалувач з фонтануючим киплячим шаром з режимом витрати 11м<sup>3</sup>/год. Золю розігрівають до температури 400°C протягом приблизно 0,5 години. Далі починають поступове введення вугілля, збільшення витрат повітря і плавне дроселювання всіх форсунок до повного їх виключення. Термін цього етапу складає 3,5 години;

- набір висоти шару. Виконують завдяки спалюванню вугілля і добавленню холодної золи з температурою 20°C. Витрати повітря доводять до режиму циркулюючого киплячого шару (швидкість в реакційній зоні досягає 4м/с) при температурі шару 950°C (коефіцієнт надлишку повітря складає 1,2...1,6). Термін цього етапу складає 3 години;

- перехід на режим газифікації. Форсують режим повітря підігрівача. Збільшують витрату вугілля до досягнення коефіцієнту надлишку повітря 0,5.

Автоматика починає подачу CO<sub>2</sub> в бункери вугілля, бункер золи і в шнекові живильники для створення перепаду тиску (0,049МПа), що зашкоджує попаданню газів з реактору. Термін етапу -0,5 години;

- підвищення тиску в реакційній зоні. Перекривають байпас, збільшують тиск на подавання повітря. Автоматично збільшують тиск CO<sub>2</sub> в бункерах вугілля із збереженням перепаду тиску;

- робота в режимі штатної газифікації. Температуру по висоті реактору регулюють витратами вторинного повітря, що подають в реакційну зону. Витрати коксозольного залишку в магістралі рециркуляції регулюють подаванням повітря.

Вказана вище технологія, яка заснована на запропонованому винаході, по висновкам, що підтверджуються розрахунками, дозволяє:

- суттєво підвищити ефективність сірковловлювання, що загалом знижує викиди забруднюючих речовин в навколишнє середовище;

- у порівнянні з показниками традиційних вугільних технологій покращити техніко-економічні характеристики переробки вугілля, сприяти більш повній утилізації відходів процесу.