



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **104474**

(13) **U**

(51) МПК

**C10L 9/06** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 01755**

(22) Дата подання заявки: **27.02.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.02.2016**

(46) Публікація відомостей **10.02.2016, Бюл.№ 3**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Гунька Володимир Мирославович (UA),  
Пиш'єв Сергій Вікторович (UA),  
Присяжний Юрій Володимирович (UA),  
Братичак Михайло Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",  
вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)**

## (54) СПОСІБ ОКСИДАЦІЙНОГО ЗНЕСІРЧЕННЯ БУРОГО ВУГІЛЛЯ

### (57) Реферат:

Спосіб оксидативного знесірчення бурого вугілля включає обробку його оксидантом. Як оксидант використовується повітря. При цьому обробку повітрям здійснюють в реакторі з киплячим шаром при лінійній швидкості руху повітря - 0,012-0,025 м/с, крупності зерен вугілля - не більше 0,5 мм, температурі - 425-450 °С, відношенні об'ємної витрати повітря до маси вугілля - 0,6-2,4 м<sup>3</sup>/(год·кг), тривалості процесу - 5-15 хв.

**UA 104474 U**



Корисна модель належить до енергетичної галузі та призначена для зменшення викидів оксидів сірки при спалюванні бурого вугілля на теплових електростанціях (ТЕС). Доцільно використовувати як першу стадію двоступеневого спалювання бурого вугілля на ТЕС. В умовах значної залежності економіки України від імпортованих паливно-енергетичних ресурсів та постійного зростання цін на них, слід звернути увагу на відродження роботи енергетичних підприємств з використанням бурого вугілля.

Відомий спосіб оксидативного знесірчення бурого вугілля, який включає обробку його оксидантом, при цьому піритна сірка перетворюється у сульфатну, як оксидант використовували водний розчин нітратної кислоти [Oxidative Desulfurization of Aşkale Coal by Nitric Acid Solution/ M. Guru// Energy Sources A. - 2007-29, № 5, P. 463-469].

Але при здійсненні цього, способу необхідно використовувати дорогий оксидант - 0,3 М водний розчин азотної кислоти. Окрім того процес довготривалий (16 год.) та складний в технологічному оформленні.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб оксидативного знесірчення бурого вугілля, проведення якого в киплячому шарі з використанням недорогого оксиданту та невеликої тривалості процесу дасть змогу зменшити викиди оксидів сірки у атмосферу при спалюванні цього типу вугілля на ТЕС.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі оксидативного знесірчення бурого вугілля, що включає обробку його оксидантом, згідно з корисною моделлю, як оксидант використовується повітря, при цьому обробку повітрям здійснюють в реакторі з киплячим шаром при лінійній швидкості руху повітря - 0,012-0,025 м/с, крупності зерен вугілля - не більше 0,5 мм, температурі - 425-450 °С, відношенні об'ємної витрати повітря до маси вугілля - 0,6-2,4 м<sup>3</sup>/(год·кг), тривалості процесу - 5-15 хв.

За вказаних вище умов проходить перетворення сірки бурого вугілля, в основному піритної, до сірководню і часткова газифікація та окиснення органічної частини вугілля. При цьому одержуються гази знесірчення з високою концентрацією у них сірководню (2,1-8,0 % об.), що дозволяє утилізувати його з одержанням сірки відомими методами. Вилучення сірки оксидативним способом з бурого вугілля внаслідок дії на нього недорогого оксиданту та невеликої тривалості процесу, безпосередньо перед спалюванням зменшуватиме забруднення довкілля оксидами сірки на 45,1-60,8 %. Встановлено, що реакції піритної сірки бурого вугілля, які приводять до утворення H<sub>2</sub>S, відбуваються внаслідок її взаємодії з органічною масою вугілля та продуктами її термічного розкладу чи газифікації, що зумовлено високою реакційною здатністю органічної частини цього типу вугілля.

Спосіб здійснюється так. Буре вугілля обробляють оксидантом. Як оксидант використовується повітря, при цьому обробку повітрям здійснюють в реакторі з киплячим шаром при лінійній швидкості руху повітря - 0,012-0,025 м/с, крупності зерен вугілля - не більше 0,5 мм, температурі - 425-450 °С, відношенні об'ємної витрати повітря до маси вугілля - 0,6-2,4 м<sup>3</sup>/(год·кг), тривалості процесу - 5-15 хв.

Для здійснення способу оксидативного знесірчення використовували буре вугілля Морозівського родовища Дніпровського буровугільного басейну. Характеристика вихідного бурого вугілля наведено в табл. 1; умови і отримані результати процесу оксидативного знесірчення подані у табл. 2 і 3, відповідно; табл. 4 подано склад газів знесірчення.

Якісні характеристики вихідних і знесірчених зразків вугілля визначали згідно наступних методик: загальну сірку - згідно ДСТУ 3528-97 (ГОСТ 8606-93); форми сірки - згідно ГОСТ 30404-2000; вміст води - згідно ГОСТ 11014-2002; зольність - згідно ГОСТ 11022-95; вміст летких речовин - згідно ГОСТ 6382-2001; склад газів знесірчення визначали використовуючи проявну газо-адсорбційну хроматографію. Ступінь перетворення загальної (піритної) сірки, який характеризує ступінь переходу сірки у газоподібні продукти і фактично дорівнює ступеню зменшення забруднення довкілля сполуками сірки, розраховували, без врахування її втрат зі смолою, %:

$$\text{СПС} = \frac{S_x^{a(\text{вих})} \cdot 100 - S_x^{a(\text{вих})} \cdot x_C}{S_x^{a(\text{вих})}},$$

де  $S_x^{a(\text{вих})}$  - вміст загальної (піритної) сірки у вихідному вугіллі на аналітичну пробу, % мас;

$S_x^{a(\text{вих})}$  - вміст загальної (піритної) сірки у знесірченому вугіллі на аналітичну пробу, % мас;  $x_C$  - вихід знесірченого вугілля, % мас.

Приклад 1

Проводили знесірчення бурого вугілля в умовах, поданих в табл. 2. Вихід знесірченого вугілля - 55,41 % мас. на сировину; смоли розкладу - 18,85 % мас. на сировину; ступінь перетворення

загальної сірки - 56,0 %; ступінь перетворення піритної сірки - 85,5 % (табл. 3). Вміст  $H_2S$  в газах знесірчення - 8,01 % об. (табл. 4).

Приклад 2

Проводили знесірчення бурого в умовах, поданих в табл. 2. Вихід знесіреного вугілля - 51,23 % мас. на сировину; смоли розкладу - 15,43 % мас. на сировину; ступінь перетворення загальної сірки - 60,3 %; ступінь перетворення піритної сірки - 89,4 % (табл. 3). Вміст  $H_2S$  в газах знесірчення - 7,05 % об. (табл. 4).

Приклад 3

Проводили знесірчення бурого в умовах, поданих в табл. 2. Вихід знесіреного вугілля - 61,33 % мас. на сировину; смоли розкладу - 13,30 % мас. на сировину; ступінь перетворення загальної сірки - 45,1 %; ступінь перетворення піритної сірки - 73,9 % (табл. 3). Вміст  $H_2S$  в газах знесірчення - 7,38 % об. (табл. 4).

Приклад 4

Проводили знесірчення бурого в умовах, поданих в табл. 2. Вихід знесіреного вугілля - 46,27 % мас. на сировину; смоли розкладу - 19,07 % мас. на сировину; ступінь перетворення загальної сірки - 60,8 %; ступінь перетворення піритної сірки - 87,4 % (табл. 3). Вміст  $H_2S$  в газах знесірчення - 2,06 % об. (табл. 4).

Таблиця 1

Характеристика вихідного бурого вугілля

Вміст вологи, $W_{af}$ , % мас.	Зольність, $A^d$ , % мас.	Вихід летких, $V^{daf}$ , % мас.	Вміст сірки, % мас,			
			загальної, $S_t^d$	піритної, $S_p^d$	органічної, $S_o^d$	сульфатної, $S_{SO_4}^d$
13,96	9,42	63,78	4,28	2,10	2,06	0,12

Таблиця 2

Умови реалізації процесу оксидативного знесірчення бурого вугілля

Умови	№ прикладу			
	1	2	3	4
Температура, °C	425	425	425	450
Тривалість, хв.	10	15	5	15
Лінійна швидкість руху повітря, м/с	0,019	0,012	0,019	0,025
Розмір зерна, мм	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Відношення об'ємної витрати повітря ( $m^3$ /год.) до маси вугілля (кг), $m^3$ /(год.·кг)	0,6	0,6	1,2	2,4

Таблиця 3

Отримані результати процесу оксидативного знесірчення бурого вугілля

Отримані результати	№ прикладу			
	1	2	3	4
Вихід, % мас.				
знесіреного вугілля	55,41	51,23	61,33	46,27
смоли розкладу	18,85	15,43	13,30	19,07
Характеристика знесіреного бурого вугілля, % мас.				
вміст води, $W^{af}$	2,29	2,53	2,71	2,26
зольність, $A^d$	14,40	16,39	13,94	16,58
вихід летких $V^{daf}$	44,31	36,96	44,76	32,16
вміст сірки загальної, $S_t^d$				
в т. ч. піритної, $S_p^d$	3,02	2,95	3,42	3,22
органічної, $S_p^d$	0,49	0,39	0,80	0,48
сульфатної, $S_{SO_4}^d$	2,24	2,08	2,52	2,10
	0,24	0,48	0,10	0,61
Ступінь перетворення, %				
загальної сірки	56,0	60,3	45,1	60,8
піритної сірки	85,5	89,4	73,9	87,4

Таблиця 4

Склад газів процесу оксидативного знесірчення бурого вугілля

№ прикладу	Вміст, % об.									
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar
1	2,79	0,68	0,94	1,23	8,01	23,54	5,51	55,43	1,23	0,64
2	1,69	0,41	0,62	0,39	7,05	23,31	3,79	60,84	1,19	0,71
3	1,16	0,58	0,53	0,68	7,38	23,40	3,84	58,19	3,57	0,68
4	0,93	0,28	0,34	0,33	2,06	17,74	2,98	73,09	1,40	0,85

- 5 В умовах проведення процесу, які відрізняються від наведених (лінійна швидкість руху повітря - 0,012-0,025 м/с, крупність зерен вугілля - не більше 0,5 мм, температура - 425-450 °С, відношення об'ємної витрати повітря до маси вугілля - 0,6-2,4 м<sup>3</sup>/(год·кг), тривалість процесу - 5-15 хв.) спостерігається суттєве зменшення вмісту сірководню в газах знесірчення (менше 2,0 % об.), що ускладнює його утилізацію з одержанням в кінцевому випадку сірки.

10

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Спосіб оксидативного знесірчення бурого вугілля, що включає обробку його оксидантом, який **відрізняється** тим, що як оксидант використовується повітря, при цьому обробку повітрям здійснюють в реакторі з киплячим шаром при лінійній швидкості руху повітря - 0,012-0,025 м/с, крупності зерен вугілля - не більше 0,5 мм, температурі - 425-450 °С, відношенні об'ємної витрати повітря до маси вугілля - 0,6-2,4 м<sup>3</sup>/(год·кг), тривалості процесу - 5-15 хв.

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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

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