



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40813 (13) A

(51) 7 F23K1/00, E21C39/00,  
G01N3/32МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОБРУШЕННЯ АДГЕЗІЙНО-КОГЕЗІЙНИХ УТВОРЕНЬ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ТА ІНШИХ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

(21) 2000063213

(22) 05.06.2000

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Пасько Борис Іванович, Іванов Сергій Олександрович

(73) ПАСЬКО БОРИС ІВАНОВИЧ, ІВАНОВ СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ДОНБАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) 1.Спосіб обрушення адгезійно-когезійних утворень твердого палива та інших сипучих матеріалів, яким здійснюється виявлення налипання адгезійно-когезійних утворень зв'язної гірничої маси або сипучого матеріалу з робочою вологістю, яка знаходиться у межі від вологості початкового до вологості кінцевого налипання, на границі з металевою поверхнею обладнання, підвід від зовнішнього джерела носія енергії до стіни обладнання, або до адгезійно-когезійного утворення, яке налипає, та обрушення нагромаджень гірничої маси у вигляді зводу, труби і різних симетричних та несиметричних форм, а також переривання, ручне або автоматизоване, подавання носія, який відрізняється тим, що як носій подають елек-

тричний струм з параметрами, які впливають на межу розподілу поверхні металу обладнання і адгезійно-когезійного утворення гірничої маси.

2. Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що на межу розподілу поверхонь подають носій енергії у вигляді рідини або газу, причому, коли вологість зв'язної гірничої маси знаходиться у межах більше вологості початкового налипання та менше вологості максимального налипання, подають носій у газоподібному стані, а коли вологість зв'язної гірничої маси знаходиться у межах менше вологості кінцевого налипання і більше вологості максимального налипання, подають носій у рідинному стані.

3. Спосіб по п. 1 і п. 2, який відрізняється тим, що на межу розподілу поверхонь впливають механічним ударом, причому напрям удару вибирають нормальним, дотичним, і у напрямі відмінному від нормального і дотичного, а час удару - у момент найбільшого ослаблення адгезії.

4. Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що здійснює переривання подавання електричного струму при появі сухої гірничої маси, при цьому ще і блокують зовнішні та внутрішні джерела енергії, у тому числі пожежонебезпечні і такі, які ініціюють пил.

Винахід відноситься до теплоенергетики, зокрема, до гравітаційного переміщення гірничої маси та інших сипучих матеріалів у системах паливоподавання ТЕС і може бути використаний у чорній та кольоровій металургії, у сільському господарстві, харчовій промисловості та інших галузях, пов'язаних із переміщенням та зберіганням вологих сипучих вантажів.

Відомий спосіб покривання стінок бункеру різними матеріалами [1-Михайлов Н.М. "Борьба с затруднениями при поступлении на электростанции влажного или смерзшегося топлива.- М.,Л.: Государственное энергетическое издательство, 1951 г.- 204 с.], адгезія палива до яких менш сильніша, ніж до металу обладнання.

Недоліком цього способу є абразивний знос поверхні при надходженні сухої сипучої маси. Відомий також спосіб обрушення зв'язної гірничої

маси, який містить підігрів стінок бункерів до температури 120°C або 160°C [1].

Проте цей спосіб придатний тільки для зменшення адгезії сипучих вантажів, які безперервно переміщуються, так як небезпечний час не перевищує 60 сек. у першому випадку і 20 сек. - у другому.

Використовують на ТЕС також способи обрушення адгезійно-когезійних утворень стислим повітрям або водяним паром, зануренням гірничої маси під воду [2 - А.с. 1704017, Пат. України 7536, МПК E21C 39/00, G01N 3/32]

Найбільш близьким по технічній суті даного винаходу є процес силової взаємодії частинок, які заряджені у водовугільних суспензіях [3 - Прототип - Белосельский Б.С., Новицкий Н.В., Валишин А.Г. "Исследование электрических свойств водноугольных суспензий" // Теплоэнергетика. 1986, № 7, с.42-44], при якому виявлення налипання зв'язної

маси на металічну поверхню здійснюють при доведенні зв'язної гірничої маси до стану водовугільної суспензії адгезійно-когезійних утворень. При цьому для зменшення або покращення адгезії подають електричний струм із параметрами, які дозволяють зруйнувати подвійний електричний слой, а також із-за непередбаченої і нерідко частої зміни сухої вологої маси і можливості виникання вибухів та пожегів у системі паливоподавання, а також застосування явища для зменшення сил адгезії твердого палива безпосередньо до металу реального обладнання, не може бути здійснено, вже тільки тому, що властивість зв'язної гірничої маси у широкому діапазоні вологості далека від властивості водовугільних суспензій і він у експлуатації не застосовувався.

Недоліком цього способу є нестійкість параметрів при переміщенні гірничої маси, а також неможливість його використання у широкому діапазоні вологості зв'язної гірничої маси, коли  $W_p < W_r < W_k$ , а при водовугільній суспензії  $W_p > W_k$  ( $W_p$ ,  $W_r$ ,  $W_k$  - відповідно вологість початкового, робочого та кінцевого налипання).

В основу винаходу стає задача створення способу обрушення адгезійно-когезійних утворень твердого палива та інших сипучих матеріалів, в якому налипання зв'язної гірничої маси здійснюється за допомогою носія - електричного струму, який впливає на межу розподілу поверхні металу обладнання і адгезійно-когезійного утворення гірничої маси з полярністю і величиною, тривалістю і періодичністю, які забезпечують усунення або зменшення проявлення адгезії зв'язної гірничої маси до поверхні обладнання.

Ця задача вирішується тим, що відомий спосіб обрушення адгезійно-когезійних утворень твердого палива та інших сипучих матеріалів здійснює виявлення налипання зв'язної гірничої маси або сипучого матеріалу з робочою вологістю ( $W_p$ ), яка знаходиться у межі від вологості початкового ( $W_n$ ) до вологості кінцевого ( $W_k$ ) налипання, на металічну поверхню обладнання, підвід від зовнішнього джерела носія енергії до стіни обладнання і (або) до адгезійно-когезійного утворення, яке налипає та обрушення нагромаджень гірничої маси у вигляді зводу, труби і різних симетричних та несиметричних форм, а також переривання, ручне або автоматизоване, подавання носія.

Згідно з винаходом у якості носія подають електричний струм, який впливає на межу розподілу поверхні металу обладнання і адгезійно-когезійного утворення гірничої маси з полярністю і величиною, тривалістю і періодичністю, які забезпечують усунення або зменшення проявлення адгезії зв'язної гірничої маси до поверхні обладнання.

Завдяки вказаному у даному способі є можливість не тільки надійного виявлення налипання зв'язної гірничої маси, а й надійне обрушення утворень за рахунок використання сукупності пропонованого основного електричного способу впливання і при необхідності посилення ефекту допоміжними диференційованими до ве-

личини вологості і полярності відносно  $W_m$  впливами.

Зрівняльний аналіз винаходу, який заявляється, у порівнянні з відомим рівнем техніки не виявив там впливання пропонованих уведень на досягнення технічного результату. Таким чином винахід, який заявляється, відповідає вимогам присутності винахідницького рівня та новизни.

Сутність винаходу пояснюється кресленням, на якому зображені:

- а) пристрій - фіг. 1,
- б) графік залежності сили адгезії до поверхні бункеру - фіг. 2,
- в) графік залежності сили адгезії від вологості - фіг. 3,
- г) графік залежності сили струму від терміну його проходження - фіг. 4.

Спосіб, який пропонується, здійснюється за допомогою пристрою, який показаний на фіг. 1. Пристрій містить джерело постачання 1, який підключений до поверхні обладнання 2, адгезійно-когезійному утворенню твердого палива 3 та межі розподілу поверхні 4 крізь пристрою подання носія 5. Виявлення налипань і з'явлення сухої гірничої маси здійснюється електрохімічними перетворювачами (ЕХП) 6, які підключені через логічний елемент "І" 7 блоку протипожежного блокування БПБ) 8. Пристрій також містить заземлювач 9, блок протипожежного деблокування (ДПД) 10 та блок керування (БК) 11.

Спосіб здійснюється наступним чином: у вихідному стану у бункері немає адгезійно-когезійних утворень і гірничої маса не поступає до бункера.

Джерело постачання 1 без струму, на поверхню обладнання, наприклад, стіну бункеру 2 до контактів адгезійно-когезійних утворень 3 і на межу розподілу поверхонь 4 через пристрій подавання носія 5 не подається енергоносія.

При відсутності сигналу електрохімічних перетворювачів 6 логічний елемент "І" 7 розімкнений і система пожежного блокування 8 через нормально замкнуті контакти (не показані) заземлювача 9 замикає на "землю" усі елементи, які входять у контакт із гірничою масою, а пристрій протипожежного деблокування 10 через нормально розімкнуті контакти (не показані) перериває подавання сигналу, який управляє ланцюгом включення джерела постачання, яке виключає з'явлення іскри:

- при надходженні вибухонебезпечного сухого вугільного пилу;
- при електризації сухого тертя;
- попадання металообробки;
- випадкового включення постачання.

При надходженні вологої гірничої маси з'являється сигнал на виході ЕХП 6, який подається на елемент "І" 7, спрацьовує СПБ 8 і розімкне заземлювач 9, подається напруга негативної полярності на метал 2 обладнання, а позитивний - до гірничої маси 3. На межі їх розподілу деполаризується подвійний електричний шар електронів та іонів, між якими сили взаємного притягнення замінюються сигналами взаємного відштовхування, що приводить

до зменшення у декілька разів сили адгезії гірничої маси до металу обладнання (фіг. 2) та до обрушення зводоутворення.

При недостатньому ефекті від використання способу по п. 1. Якщо адгезійно-когезійне утворення має вологість меншу за ту, при котрій наступає максимальна адгезія (фіг. 3), то для зменшення сил зціплення треба вивести вологу, при цьому подавати на межу розподілу гаряче повітря, пар або інший газ.

Якщо вологість  $W_p$  більше  $W_{max}$ , то на межу розподілу треба подавати струмінь рідини, наприклад, ПАВ або просто воду, тоді вологість на межі росте і сила адгезії зменшиться (правий нахил графіка  $A(W)$  на фіг. 3).

Контроль вологості з достатньою для практики точністю можливо здійснювати візуально або за допомогою датчиків ЕХП.

Подачу носія (рідини або газу) здійснюють за допомогою пристрою подачі носія 5.

В разі відсутності достатнього для обрушення ефекту від використання способів по п. 1 і п. 2, у комплектному пристрої підводу носія 5 підключають електромагнітні імпульсні ударники (не показані), які впливають дотично до стінки бункеру, нормально до стінки бункеру, і у напрямі, відмінному від нормального і дотичного, наприклад, кругове впливання ексцентриком і ударами під кутом до стінки, вертикалі або горизонталі.

Постійно-превентивно для виключення електростатичного налипання сухих частинок вугільного пилу і змоги виникання пожегів, при подаванні або з'явленні сухої гірничої маси СПБ 9 блокує подавання електричного струму і замикає усі поверхні, які несуть струм на "землю".

І тільки тоді коли з'являється зв'язна маса, вологість якої не дозволяє виникати іскровому розряду та пожежі, тоді вмикаються по сигналу датчиків ЕХП система протипожежного деблокування 10 і зовнішнє джерело постачання, яке подає його на комплектний пристрій подавання носія 5.

У способі, який пропонується, зволожується не усе паливо, а тільки стик поверхонь для збільшення відстані з метою розриву ковалентних зв'язків, зменшення сил капілярного і поверхневого рідинного натягання. Кількість вологи, яка додається, не перевищує 0,01- 0,001% кількості усієї вологи у паливі при робочій вологості, подавання її здійснюється періодично та короткочасно. Практичного впливу така добавка води або ПАВ, для збільшення рухомості часток палива і зменшення проявлення адгезії, на енерговитрати по сушці палива - не виявляє.

У системах паливоподавання вживають вібратори, однак у бункерах вони виявляються не ефективними, так як при утрясці матеріалу зменшується відстань між частками, а також поверхнями, які знаходяться на межі, що збільшує адгезію і аутогезію (когезію).

Подавання механічного імпульсу дотично уздовж поверхонь розподілу шляхом удару по торцю стінки металу, у момент найбільшого ослаблення адгезії дозволяє здійснити відносно зрушення гірничої маси за рахунок інерційно-гравітаційних сил впливу.

Подавання імпульсу нормально стінки - дозволяє збільшити розмір прикордонного слою і відірвати масу від стінки, що приводить до обрушення.

Подавання імпульсу у напрямі, який відрізняється від дотичного і нормального, дозволяє вибрати оптимальний кут напрямку удару або перманентно змінювати його при складних формах адгезійно-когезійних накопичень, наприклад, ні на одній привальній стінці приймального бункера вагоноперевертача, а у вигляді зводоутворення, трубоутворення у бункері сирого вугілля.

Використання пристрою протипожежного блокування дозволяє здійснити досвідно-промислове і серійне упровадження способу обрушення, який пропонується на паливоподаванні теплових електростанцій.

#### **Приклад здійснення способу.**

На привальній стіні вагоноперевертача Курахівської ТЕС (розмір стінки 3000 x 6000, матеріал ст. 3) створюється адгезійно-когезійне нагромадження у вигляді однобокого зводу, що перешкоджає розвантаженню напіввагону зі шламом, так як утворення не дозволяє здійснити повне перевертання вагону. У результаті виникає необхідність у додаткових роботах, які часто виконуються вручну щодо очищення привальної стінки та розштовки приймальної решітки. При товщині 1000 мм утворень необхідно зняти вручну 18м<sup>3</sup> шламу, що коштує 4 грн./м<sup>3</sup>, або 72,0 грн. А по тимчасовим витратам, у залежності від кількості робітників, відповідно для ТЕС може обійтися штрафом за простої рухомого з.д. складу.

Порівняльні дані експлуатаційних і капітальних витрат для промислового усунення адгезії без обліку заробітної плати та штрафів за простої рухомого з.д. складу, показують економію від зміни старого методу додавання підсушеного палива на спосіб обрушення, який пропонується:

- по експлуатаційним витратам у 24 рази (табл. 1),
- по капітальним витратам у 31 раз (табл. 2).

## Витрати на обрушення та сушку палива

№ п/п	Спосіб запобігання збоїв на паливоподавання	Технічні параметри	Перелік витрат	Показники	Вартість, USD
1.	Додаток до палива, яке підсушується	Адгезія на привальній стінці вагоноперевертача. 18 м <sup>2</sup> - площа стінки 18 м <sup>3</sup> - обсяг гірничої маси Вологість W=0,18 A= 1300 Па	Додаток до палива, яке підсушується $\Delta V=20\text{м}^3$ , з попередньої сушкою і усунення води - 4м <sup>3</sup>	Q=256000 ккал Q=1072640 кДж N=298 кВт · ч	29,8
2.	Електрообрушення	Площа контакту гірничої маси до привальної стінки ст.3-18м <sup>2</sup>	Електроімпульс негативної полярності	$\tau = 15 \text{ сек}$ $i = \text{mA}/\text{cm}^2$ U=24В I = 5400 А P = 129,6 кВт N = 0,54 кВт · ч	0,054
3.	Електрообрушення у комбінації з локальною сушкою	Товщина слою, який висушений -1 см $\Delta V = 1\%$	Сушка слою Wp <sup>1</sup> =13% до Wp <sup>2</sup> =10%	V ваг= 3,4 м <sup>3</sup> V ваг= 1,9 м <sup>3</sup> $\Delta V=1,5 \text{ м}^3$ 1%=15 л 1200ккал 5028 кДж $\lambda=0,26 \text{ Вт (мік)}$ N = 7 кВт · ч	0,70
4.	Електрообрушення у комбінації з локальним зволоженням	Товщина зволоженого слою -1 см $\Delta V=1\%$	Зволоження слою з W <sup>1</sup> p=18% до W <sup>2</sup> p= 25 % з послідовним усуненням вологи, що добавляється	V1=3,4 м <sup>3</sup> $\Delta V=1,3 \text{ м}^3$ V <sup>2</sup> вод =4,7 м <sup>3</sup> 1% =47 літрів Q = 3780 ккал Q=15830 кДж, 4,4 кВт · ч	0,44
5.	Додаткове обрушення механічним ударом	Привальна стінка 18 м <sup>2</sup> Ст.3, $\delta=10\text{мм}$ , M= 1440 кг Надрешітний залишок V=18 м <sup>3</sup>	Механічний удар у трьох напрямках. Імпульс сили електромагнітним ударником ЕМУ	1 т.с.с=9,8 кН.с И.с=176,4 кН= 0,049 кВт · ч x 3 = 0,15 кВт · ч	0,015

Усього: Витрати на обрушення по старому методу  
По пропонованому способу обрушення

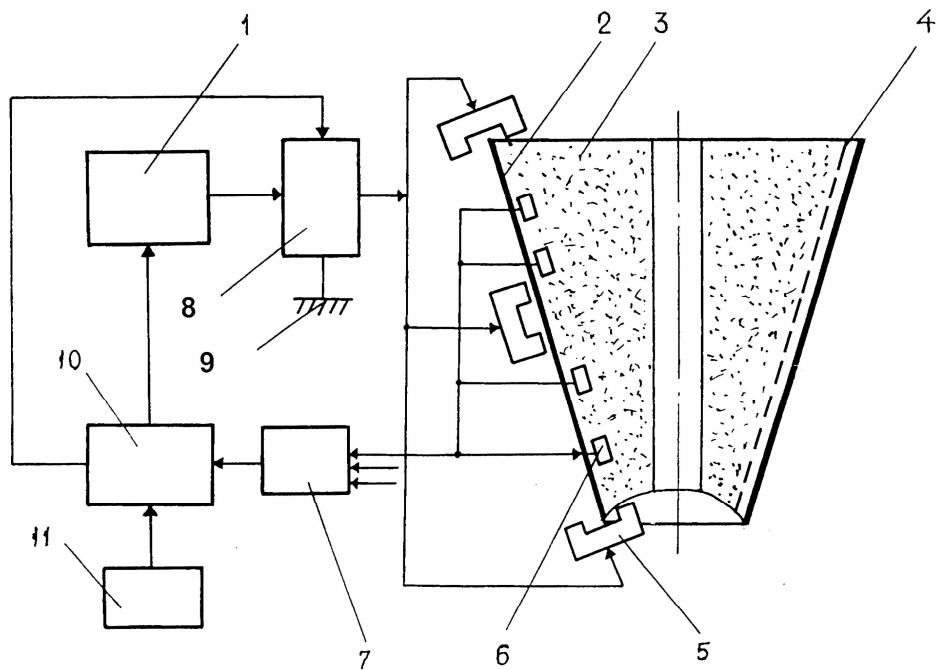
29,80 дол.  
1,21 дол.

Вартість комплектуючих виробів двох варіантів обладнання для зменшення прояви адгезії

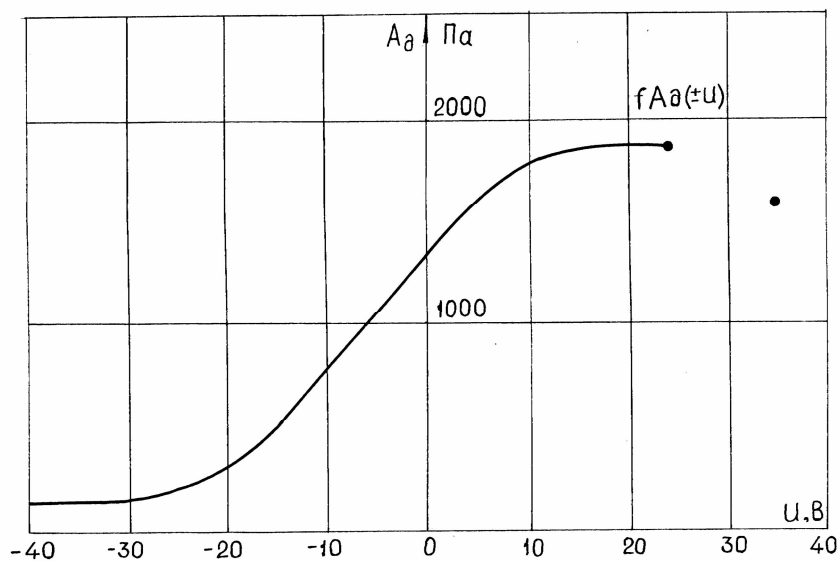
№ п/п	Найменування виробів	Пристрій додатку палива, що підсушується			Електромеханічний комплекс		
		К-сть, шт.	Ціна, грн.	Сума, грн.	К-сть, шт.	Ціна, грн.	Сума, грн.
1	ДПТ Установка для сушки палива	1	900000	900000	-	-	-
2	Склад	1	450000	450000	-	-	-
3	Транспортуючий пристрій ЕТК	1	560000	560000			
4	Блок постачання	-	-	-	3	2455	7365
5	Пристрій підводу гарячого газу				3	1100	3300
6	Пристрій підводу рідини	-	-	-	3	710	2130
7	Блок ЕМУ	-	-	-	9	358	3222
8	Блок управління	-	-	-	1	1590	1590
9	Елемент "І"	-	-	-	3	3107	9321
10	Блок УПБ	-	-	-	3	207	621
11	Блок УПД	-	-	-	3	207	621
12	ЕХП	-	-	-	27	1390	37530

УСЬОГО  
У дол.США станом на 25.12.99 1 дол. США =5,2 грн.

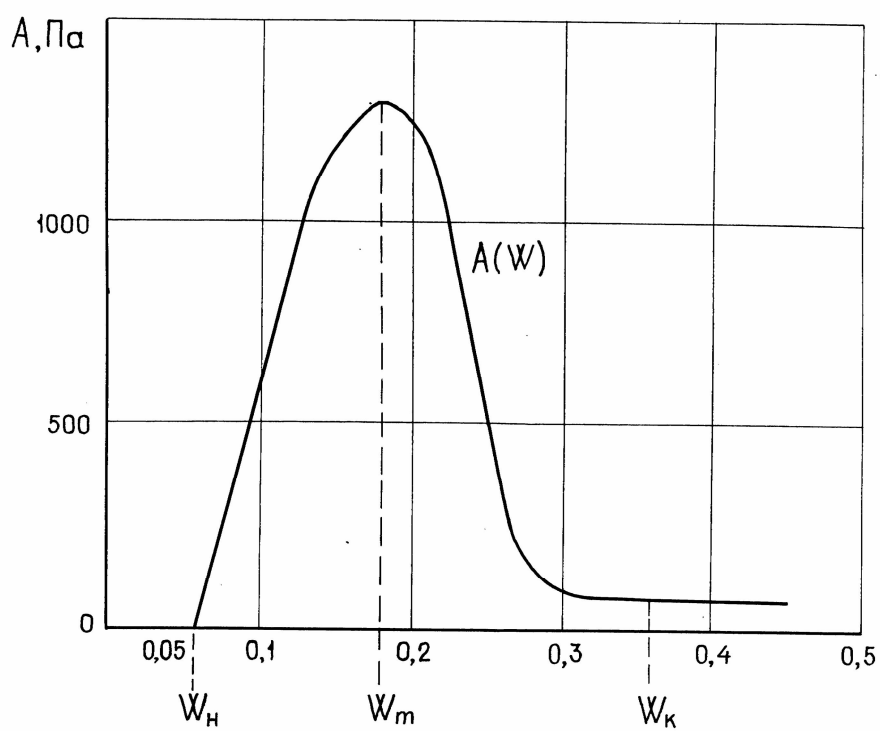
11124  
2139  
65700  
12634



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03