

Винахід відноситься до металургійної промисловості, елементів конструкцій металургійного устаткування, що працює в умовах термонавантаження.

Ціль винаходу - підвищення вогнетривких властивостей деталей та технологічного обладнання, працюючих у термонавантаженому становищі. Це досягається використанням різних макрорельєфів металевої основи виробу компонентами шихти, металотермією та саморозповсюдженням високотемпературним синтезом.

Аналогом пропонованому винаходу може бути [Європейський патент № EP 09848B 1 (дата публікації 20.03.2002г. МПК B22F 7/02)] "Металокерамічний матеріал з поступовим профілем (структурним переходом), виріб, одержаний із цього матеріалу та спосіб одержання матеріалу", який застосовується для теплозахисного екрану або лопаток у газових турбінах дає позитивний результат. Всі пропоновані відмінні ознаки в одержанні градієнтного матеріалу, який володіє захистом виробу від високотемпературного окислення за рахунок використання металу, являється сполучним адгезійним шаром між поверхнею деталі та керамічним шаром. Це не заперечується технологією промислової металургії.

Але даний спосіб не може бути використовуватися на деталях, маса яких перебільшує декілька кілограмів, що потребує іншого технологічного устаткування, як для пресування так і для спікання, що може виявитися економічно та технологічно непридатним.

У заявляемому авторами винаходу створення проміжного шару гарантовано забезпечується позакласовою по шорхості, регулярним макрорельєфом на поверхні деталі. В результаті екзотермічної реакції, яку проводять на такій поверхні, створюється теплове поле, температура якого значно перевищує температуру плавлення елементів макрорельєфу таких сплавів як ст. 3...ст. 20, а також сплавів мало- та середньолегованих.

Металокерамічний шар утворюється компонентами екзотермічних реакцій по схемі металотермії і CBC - процесу (саморозповсюджуваний високотемпературний синтез), тобто спікання по методу порошкової металургії відсутнє.

Проміжний шар (по своїй масі устанолюють експериментальне) є зв'язком між металокерамічним шаром і перехідним, що формується на регулярному макрорельєфі. Його оплавлення здійснюється з обох сторін тепловими полями екзотермічних реакцій. Температурні режими вказані у відмінній ознаці потрібні для осушення від вологи всього покриття, а після горіння необхідна температура 2373K для створення твердих розчинів проміжного прошарку, та контролю виробу з метою корегування співвідношенням компонентів таких як С та В.

Вогнетривкі металокерамічні покриття з відмінним перехідним прошарком можливо використовувати в елементах конструкцій металургійного устаткування та агрегатів, що сприймають високотемпературне навантаження.

В умовах використання вогнетривких металокерамічних покриттів з'являється можливість утворювати функціонально-градієнтні властивості покриттів здатних знижувати температуру, акумульовану в проміжному прошарку за рахунок покриття з таких металів, як мідь та нікель.

Використання матеріалів для заявляемого способу із платинової групи стосується тільки Ni та його окислів. Дорогоцінні окисли NiO і V₂O₅ - частково компенсуються використанням металомістких відходів таких галузей промисловості як металургія, машинобудування, відходи теплоелектростанцій, гірничозбагачувальних виробництв, а також хімічного виробництва.

Пропоноване багатощарове покриття не вимагає електронного променю і попереднього нагрівання у вакуумі, а наносять його на найміцнішу сталеву основу, а переважно на сталі марок ст. 3...ст. 20, низьколеговані і середньолеговані сталі.

Реалізація пропонованого винаходу.

1. Одержання позакласової шорсткості регулярних макрорельєфів можливо одержувати на циліндричних, внутрішніх циліндричних, плоских, напівсферних і тому подібних поверхнях.

Інструментарієм виконання таких операцій можуть бути різні технологічні різці (різьбонарізні, зубодовбіжні, в тому числі із спеціальними конфігураціями, лезо, гребінки, протяжки різних профілів, диски та фрези, накатні ролики і тому подібне).

Можна використовувати електрофізичний спосіб, що забезпечує регулярні макро- а на них нерегулярні мікрорельєфи з допомогою електродів на ерозійних верстатах.

Необхідно відзначити деякі загальні вимоги до регулярних макрорельєфів, які використовуються для покриття з використанням екзотермічних сумішей. Всі виступаючі елементи рельєфу повинні бути на рівні початкової поверхні або на одному рівні нижче чи вище її.

Рельєф може бути безперервний, наприклад, гвинтоподібний (мал.. 1) або дискретний (у вигляді пазів, замкнутих канавок, отворів і т.п. (фиг. 2).

На приведених фігурах подані в розрізі два типа регулярних рельєфів, геометричні розміри яких вибираються в залежності від маси деталі і необхідної кількості використання екзотермічної шихти для утворення перехідного прошарку.

2. Розрахунок потрібної шихти яку наносять на поверхню з регулярним макрорельєфом.

По безперервному регулярному макрорельєфу визначають об'єм та масу виступаючих елементів (фиг. 1), які базуються на питомій величині площі поверхні деталі. Наприклад, приймаємо питому величину площі, яке вміщує в собі безперервний елемент виступу за 1 дм². Тоді питомий об'єм виступів на цій площі дорівнює:

$$V_{\text{пит}} = S \cdot L, \text{ см}^3,$$

$$\text{де } S = 1/2ha, \text{ см}^2$$

S - площа перетину елемента макрорельєфа.

L - довжина безперервного виступу на прийнятій площі, см.

Об'єм цього елемента на всій площині регулярного рельєфу визначається як:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{пит}} \cdot K, \text{ см}^3,$$

де K - кількість площ, взятих за питому величину.

Масу цього об'єму визначають для обчислення кількості тепла, яке виділяється екзотермічною реакцією,

необхідного для розплавлення такої маси.

Маса виступів по всьому регулярному макрорельєфу:

$$M = V_{\text{ар}} \cdot \rho, \text{ кг},$$

де ρ - питома вага матеріалу деталі, г/см³

Таким чином, необхідне тепло для плавлення такої маси можливо просто вирахувати як $Q = m \cdot c(T_2 - T_1)$, кДж/моль,

де $m = M$, кг

c - питома теплоємність матеріалу деталі, Дж/(кг · К);

T_2 - температура, яка виникає в результаті екзотермічної реакції, град. К;

T_1 - температура навколишнього середовища, град. К;

Температури, які виникають в результаті екзотермічної реакції мають широкий діапазон значень і вибираються в залежності від компонентів шихти. В металотермічних процесах цей діапазон може бути від 2273 до 4773 К.

Вибирати окисли металів для металотермії необхідно ті, які утворюють розчини із залізом. До них можливо віднести NiO і V₂O₅ у яких стандартна теплота утворення - ΔH кДж/моль відповідно дорівнює - 239,74 і - 1550 .

Крім цього, регулярні макрорельєфи можуть розплавлятися і сумішью приведених окислів з FeO, що вимагає стехіометричних розрахунків по відновлювачу для кожного із запропонованих окислів. Такий захід значно знижує фінансові витрати на придбання початкових компонентів шихти.

Аналогічно визначається необхідне тепло і для дискретних макрорельєфів, де розрахунки маси, що розплавляється може бути в якійсь мірі складніші.

3. Нанесення прошарків екзотермічних шихт на регулярний макрорельєф після їх змішування з 5 - 6 % водняним розчином рідинного скла може наноситись методом ущільнення, шлікерного лиття, вільним заповненням простору з допомогою формуючого технологічного устаткування. Після кожного нанесення прошарку виріб повинен підлягати природному випарюванню вологи при температурі 291...293 К.

Виділення залишкової вологи виконуються у печі при температурі 333...353 К протягом часу установленого експериментально для окремого виду виробу. Потім в спеціальному боксі виконують дистанційний підпал маси нанесеної шихти електричною спіраллю. Після горіння та охолодження при необхідності виконують термообробку. Наприклад, добре зіплення покриття з поверхнею регулярного рельєфу у випадку проміжного прошарку, де використовується відновлення V із оксиду V₂O₅ - вимагається термообробка при 1741 К, коли утворюється безперервний ряд твердих розчинів V з Fe.

4. Вогнетривке покриття на регулярні макрорельєфи, які працюють при температурах 1748 - 2273 К, складаються з 3-х прошарків. Перший прошарок формується відповідно п.п. 1, 2, а другий - із суміші прошарків Ni та Cu. Його здібність оплавлятися від металотермічної шихти, формуючого перехідний прошарок і від третього вогнетривкового покриття, що містить 40% шихти металотермічної реакції складу FeO і Cr₂O₃ у співвідношенні 80:20 мас. % відповідно з необхідною стехіометрією порошка Al, і 60% - шихти, яка може складатися із рутілу або ільменіта відновлювачем, вуглецю 5 і бору аморфного 3%, у загальній масі шихти CBC - процесу .

Після загального підпалу і горіння всієї маси покриття необхідно виконати термічну обробку (разом із деталлю вогнетривкового шару при 2373 К протягом однієї години для контролю становища поверхні на якій не повинні спостерігатися оплавлені ділянки).

Самий близький запропонованому винаходу може бути прототип, прийнятий авторами спосіб "Багатошарове теплове бар'єрне покриття підложки з найміцнішого сплаву і спосіб його нанесення (патент РФ 2127772, дата публ. 20.03.99, МПК C23 C28/00, 10/00, 10/60).

Згідно реалізації цього способу в галузі газотурбінних двигунів з'явилась можливість їх продовження терміну експлуатації за рахунок розробки матеріалів керамічного покриття для ізоляції турбінних лопаток і турбінних лопостей від тепла, яке міститься у газах, що надходить із камер горіння.

Даний спосіб має відносно дуже невеликий прошарок застосування у промислових умовах, а другий чинник - не дозволяє збільшити номенклатуру деталей для впровадження способу із-за великої коштовності матеріалів, які вміщують в собі платину, метали платинової групи і їх алюмінідів. Крім того вимагається використання електронного променя для нанесення керамічного прошарку, як теплового бар'єрного покриття, а також попереджує нагрівання виробу при температурах 900 - 1150 °С у вакуумі, наприклад, при тиску 10⁻⁵ терр (133,332*10⁻⁵ Па).

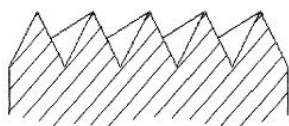
Запропонований авторами спосіб одержання вогнетривкого металокерамічного матеріалу, який складається із прошарків і нанесення їх на металеві поверхні може використовуватися у технологічному устаткуванні металургійної промисловості (різного призначення фурм дуття, теплозахисні покриття деяких конструкцій нагрівальних колодязів, електроенергетичному устаткуванні).

В умовах використання вогнетривких металокерамічних покриттів з'являється можливість створювати функціонально-градієнтні їх властивості, які сприяють зниженню в металокерамічному прошарку за рахунок проміжного покриття, наприклад, із таких металів, як Ni та Cu. Товщина такого шару визначається температурним полем, який виникає між перехідним і металокерамічним покриттям під час їх горіння. На різних по масі виробів ця величина визначається експериментально.

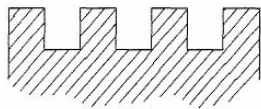
Використовування матеріалів для заявляемого способу із платинової групи стосується тільки Ni, Fe, та їх окислів.

Коштовні окиси NiO та V₂O₅ - частково компенсуються використанням металомістких відходів таких галузей промисловості як металургія, машинобудування, відходи теплоелектроцентралів, гірничо-збагачувальних виробництв, а також хімічного виробництва.

Запропоноване багатошарове покриття не вимагає електронного променя та попереднього нагрівання у вакуумі, а наносять його на найміцнішу металеву основу, а переважно на сталі марок ст. 3...ст. 20, низьколеговані та середньолеговані.



Фиг. 1



Фиг. 2