



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40146 (13) A

(51) 7 C22C38/20, C22C38/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

(21) 2000074013

(22) 07.07.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Новицький Віктор Григорович, Гаврилюк Володимир Петрович, Тихонович Вадим Іванович, Панасенко Діна Данилівна

(73) Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, UA

(57) Композиційний сплав на основі заліза, що вміщує вуглець, хром, залізо, який відрізняється

тим, що додатково вміщує мідь, свинець та титан, при такому співвідношенні інгредієнтів, мас.част.,%:

вуглець	0,6-1,3;
хром	13,0-19,0;
мідь	8,0-20,0;
свинець	0,5-4,0;
титан	0,2-1,0;
залізо	решта.

Винахід, що пропонується, відноситься до галузі чорної металургії, зокрема, до сплавів на основі заліза, які використовуються для роботи в умовах сухого тертя як деталі підшипників ковзання, які експлуатуються в різних галузях машинобудування.

Відома сталь - патент Японії 60-48522 C22C38/18, яка містить в масових частках, %:

вуглець	0,05-0,85;
хром	8,0-15,0;
марганець	1,0;
кремній	2,0;
азот	0,03;
залізо	решта.

Сталь володіє високою зносостійкістю при терті ковзання, але вміст азоту утруднює одержання якісних відливок, які часто мають велику кількість мікропор, що є результатом виходу азоту при твердінні відливки і, що різко погіршує фізико-механічні властивості. Найбільш близькою за своєю суттю є сталь за патентом Японії 54-35168 C22C36/18, яка містить в масових частках, %:

вуглець	0,95-2,2;
хром	10,0-18,0;
залізо	решта.

Особливістю цієї сталі є утворення до 90%  $\gamma$ -фази в умовах тертя ковзання, що призводить до охоплення поверхонь, різкого збільшення зносу. В основу винаходу поставлена задача підвищення зносостійкості при терті ковзання в умовах сухого тертя.

Поставлена задача досягається тим, що в сталь, яка вміщує вуглець, хром, залізо, додатково

вводять мідь, свинець та титан при такому співвідношенні інгредієнтів в масових частках, %:

вуглець	0,6-1,3;
хром	13,0-19,0;
мідь	8,0-20,0;
свинець	0,5-4,0;
титан	0,2-1,0;
залізо	решта.

Як неминучі домішки в сплаві присутні в масових частках, %:

марганець	до 0,6;
кремній	до 0,6;
сірка	до 0,02;
фосфор	до 0,02

Введення міді в кількості 6-20%, що вище межі розчинності її  $\alpha$ - та  $\gamma$ -фазах необхідне для одержання структури литого композиту, яка складається з металевої матриці та виділень двох структурних складових, що містять тверді високохромисті карбіди і м'які високомідисті фази округлої форми, які різко відрізняються між собою. Наявність в структурі м'якої складової забезпечує реалізацію правила "позитивного градієнту Крагольського", завдяки чому поверхневий шар тертя володіє мінімальним опором зсуву і, як наслідок, підвищеним опором руйнуванню. Мідь служить мастилом між контактуючими поверхнями, зменшуючи їх знос.

Введення міді у кількості менше 8% не забезпечує одержання рівномірного розподілу часток міді в структурі, тому як вона розчиняється в  $\gamma$ -фазі, а легування сплаву міддю у кількості понад 20% призводить до осьової ліквідації, коли мідь виділяється у центральній частині відливки, що

призводить до погіршення фізико-механічних властивостей сплаву.

Введення свинцю в межах 0,5-4,0% за масою призводить до додаткового легування як матриці сплаву, так і високомідистих виділень ( $\epsilon$ -фази). У матриці сплаву свинець розподіляється рівномірно. У високомідистій ( $\epsilon$ -фазі) свинець розташовується по межах зерен міді у вигляді евтектики і частина свинцю відтісняється зростаючими кристаликами міді і концентрується відокремленими ділянками. Концентрація свинцю у матриці сплаву досягає 2,5% за масою, а концентрація свинцю в  $\epsilon$ -фазі досягає 3,8% за масою в межах зерен міді і 78% за масою в вигляді відокремлених ділянок в  $\epsilon$ -фазі.

Наявність свинцю різко знижує твердість  $\epsilon$ -фази, тим самим підвищує її пластичні якості. Так, якщо мікротвердість мідного включення без свинцю складає 164 кг/мм<sup>2</sup>, то свинець знижує мікротвердість  $\epsilon$ -фази в 2 рази. Враховуючи низьку температуру плавлення евтектики, яка містить мідь і свинець (327°C), на створення захисного шару в зоні контакту затрачується менше часу, а дисипація енергії тертя проходить більш інтенсивно внаслідок більш високої теплопровідності пластифікованого шару в зоні контакту, тим самим не створюються великі градієнти температур між температурами (спалаху, поверхневої та об'ємної) в зоні контакту, що сприяє зменшенню зносу контактуючих деталей.

Введення свинцю менше 0,5% за масою в сталь не забезпечує необхідної пластифікуючої дії на  $\epsilon$ -фазу, а легування сплаву свинцем більше 4% за масою, призводить до ліквідації свинцю і переважному розташуванню в верхній частині відливки, що не дозволяє отримати стабільні результати при випробуванні на тертя та знос. Легування титаном в кількості 0,2-1,0% є необхідна технологічна добавка, яка сприяє рівномірному розподілу по розрізу відливки  $\epsilon$ -фази. Легування титаном менше 0,2% не призводить до ефекту рівномірного розподілу  $\epsilon$ -фази, а введення титану більше 1,0% призводить до коагуляції карбідів та карбонітрідів і, як наслідок, до нерівномірного розподілу частинок міді, що негативно відбивається на зносостійкості сплаву.

Сплав виплавляли в індукційній печі типу ІСТ-0,06. Як шихтові матеріали використовували однорідний сталевий лом з відомим хімічним складом і ГОСТівські феросплави. Заливку розплаву проводили в сухі піщані форми.

Дослідні сплави і прототип досліджували на зносостійкість в умовах сухого тертя. Швидкість ковзання складала 1 м/с, питоме навантаження 5 МПа. Хімічний склад сплавів і результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таким чином, отримані результати показують, що, в порівнянні з прототипом, запропонований сплав має в 6-7 разів більшу зносостійкість в умовах сухого тертя ковзання.

Таблиця

Хімічний склад і фізико-механічні характеристики сплавів

№ пп	C	Cr	Cu	Pb	Ti	Fe	Інтенсивність зношування г/км	HRC <sub>э</sub> , литий стан
Прототип за патентом Японії 54-35168 C22C38/18								
1	1,1	16,0	-	-	-	решта	1,3	32-34
Сплав, що пропонується								
2	0,6	13,0	8,0	0,5	0,2	решта	0,21	39
3	1,3	19,0	20,0	4,0	1,0	решта	0,18	45
4	0,95	16,0	14,0	2,25	0,6	решта	0,20	43
5	0,5	12,0	7,0	0,4	0,1	решта	0,35	41
6	1,4	20,0	21,0	5,0	1,1	решта	0,32	46

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22