

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 104671****(13) C2****(51) МПК****C22C 37/06** (2006.01)**C22C 37/10** (2006.01)

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**(21)** Номер заявки: **а 2012 11583****(22)** Дата подання заявки: **08.10.2012****(24)** Дата, з якої є чинними
права на винахід: **25.02.2014****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **25.10.2013, Бюл.№ 20****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.02.2014, Бюл.№ 4****(72)** Винахідник(и):

**Іванова Людмила Харитонівна (UA),
Колотило Євген Вікторович (UA),
Хричиков Валерій Євгенович (UA),
Хитько Олександр Юрійович (UA),
Шапран Людмила Олександрівна (UA),
Муха Денис Владиславович (UA),
Маймур Яна Семенівна (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА
АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, 49600
(UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

**UA 98996 C2, 10.07.2012
SU 377394 A1, 17.04.1973
SU 429128 A1, 25.05.1974
CN 101812627 A, 25.08.2010**

(54) ЧАВУН**(57)** Реферат:

Винахід належить до чорної металургії, зокрема стосується складу чавуну для виготовлення литих деталей, що мають підвищені зносостійкість та міцність. Чавун містить, мас. %: вуглець - 2,8-3,1; кремній - 2,4-3,0; марганець - 0,5-1,3; мідь - 1,1-2,0; хром - 0,3-0,5; алюміній - 0,2-0,4; кальцій - 0,01-0,08; ванадій - 1,1-1,8; олово - 0,01-0,05; фосфор - 0,15-0,40; диспрозій - 0,08-0,12; залізо - решта. Технічний результат: зносостійкість на 13-28 %, а границя міцності при вигині на 7-10 % вищі, ніж у прототипі.

UA 104671 C2

Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу чавуну для виготовлення литих деталей, що мають підвищені зносостійкість та міцність.

Відомий чавун (А.с. № 358404 СРСР МКИ С22С 37/00 опубл. Б.І. № 34, 1972 р.), який містить по мас. %:

вуглець	1,8-3,2
кремній	0,5-1,0
марганець	0,4-0,9
хром	0,3-1,0
нікель	0,3-1,2
мідь	0,25-3,0
ванадій	0,1-1,0
залізо	решта.

5 Як домішки чавун містить сірку до 0,1 % та фосфор до 0,3 %.

Недоліком цього чавуна є низькі зносостійкість та міцність.

Найбільш близьким аналогом по технічній суті до складу, що заявляється, є чавун (А.с. № 1263720 СРСР МКИ С22С 37/00 опубл. Б.І. № 38, 1986 р.), що взятий за прототип, який містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, алюміній, кальцій, ванадій, олово, фосфор, залізо, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

10

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,4-3,0
марганець	0,5-1,3
мідь	1,1-2,0
хром	0,3-0,6
алюміній	0,2-0,4
кальцій	0,01-0,08
ванадій	1,1-1,8
олово	0,01-0,05
фосфор	0,15-0,40
залізо	решта.

Цей чавун має недостатні зносостійкість та міцність.

В основу винаходу поставлена задача одержання чавуну з підвищеними характеристиками зносостійкості та міцності, яких потребує сучасне виробництво.

15 Технічний результат полягає в тому, що у чавуні, додатково легованому диспрозієм, досягається підвищення дисперсності продуктів евтектоїдного перетворення аустеніту, збільшення зносостійкості та міцності чавуну.

Зазначена задача вирішується тим, що в чавуні, що містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, алюміній, кальцій, ванадій, олово, фосфор та залізо, згідно з винаходом, він додатково містить диспрозій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,4-3,0
марганець	0,5-1,3
мідь	1,1-2,0
хром	0,3-0,5
алюміній	0,2-0,4
кальцій	0,01-0,08
ванадій	1,1-1,8
олово	0,01-0,05
фосфор	0,15-0,40
диспрозій	0,08-0,12
залізо	решта.

20 Вплив окремих елементів на структуру і властивості чавуну дуже різноманітний, і так само є багато додаткових факторів, які можуть змінювати вплив того або іншого елемента. Змінний якісний і кількісний вплив різних елементів на структуроутворення сплавів ускладнює можливість їхньої класифікації за ознакою інтенсивності цього впливу. Тому задача з підбирання легувального комплексу, зводилася до того, щоб посилити їх спільний вплив.

25 Вміст хімічних елементів у чавуні обґрунтовується наступним:

Вуглець є основним елементом, що визначає кількість графітної або карбідної фази, а також структуру металевої матриці. Вміст вуглецю в пропонованому чавуні забезпечує комплексне поліпшення як зносостійкості, так і механічних характеристик за рахунок подрібнення графіту та матриці, підвищення кількості доевтектичної складової. Однак менше 2,8 % вуглецю в чавуні

вже спостерігається міждендритний графіт, внаслідок чого усі вищевказані властивості погіршуються. Понад 3,1 % вуглецю ці властивості також погіршуються через укрупнення графіту і дисперсності перліту.

5 Кремній. Зменшення вмісту кремнію нижче 2,4 % призводить до утворення у структурі евтектичного цементиту замість спеціальних карбідів, внаслідок чого властивості чавуну погіршуються. Понад 3 % кремнію також спостерігається погіршення властивостей, що пов'язане з укрупненням графіту та утворенням структурно вільного фериту.

10 Марганець. Нижня границя вмісту марганцю відповідає його мінімальному вмісту, що забезпечує нейтралізацію шкідливого впливу сірки. При вмістах марганцю понад 1,3 % поліпшення механічних властивостей чавуну не спостерігається, а зносостійкість зменшується, внаслідок появи включень цементиту.

15 Мідь. Пропонований вміст міді призводить до підвищення зносостійкості та механічних властивостей чавуну за рахунок поліпшення структури матриці та морфології спеціальної карбідної фази, дозволяє одержати спеціальні карбіди ванадію при менших його вмістах. При вмістах міді менше 1,1 % необхідні властивості чавуну низькі через загально низький рівень легування цим компонентом, а також через появу в евтектиці включень цементиту. Понад 2,0 % міді до поліпшення властивостей чавуну не призводить, в той же час погіршується його оброблюваність та підвищується вартість.

20 Хром. У пропонованому інтервалі вмістів хром сприяє підвищенню міцнісних та зносостійких характеристик чавуну. При вмістах хрому менше 0,3 % властивості чавуну погіршуються через появу структурно вільного фериту. При вмістах хрому понад 0,5 % також погіршуються необхідні властивості, але через утворення поряд зі спеціальними карбідами структурно вільного цементиту.

25 Алюміній. Алюміній забезпечує поліпшення морфології ванадієво-карбідної фази, а саме підвищує її розгілкованість та дисперсність, що призводить до росту зносостійкості. Поліпшуються також характеристики графіту (ступінь ізольованості та компактність пластин), в зв'язку з чим підвищуються механічні властивості. Ефект позитивного впливу алюмінію стає суттєвим починаючи з 0,2 % та зростає до 0,4 %. Подальше підвищення вмісту алюмінію до поліпшення властивостей не призводить, але в той же час супроводжується інтенсивним плівко- та шлакоутворенням в рідкому чавуні, внаслідок чого в готових виливках масово з'являються відповідні ливарні дефекти.

30 Кальцій. Надає рафінуючу, модифікуючу та графітізуючу дію, забезпечуючи підвищення механічних характеристик чавуну. Позитивний ефект помітний при мінімальному вмісті кальцію - 0,01 %. Ефект зростає до 0,08 % кальцію, при подальшому збільшенні вмісту кальцію позитивного впливу не спостерігається, але ускладнюється технологія введення кальцію.

35 Ванадій. Додаткове легування чавуну ванадієм забезпечує підвищення зносостійкості за рахунок утворення спеціальних карбідів ванадію, які виділяються у складі потрійної (аустеніт+графіт+ванадієвий карбід) або подвійної (аустеніт+ванадієвий карбід) евтектик. На відміну від цементиту ванадієвий карбід має сприятливі морфологічні особливості: високий ступінь дисперсності, співмірний з дисперсністю перліту, добру розгілкованість та рівномірний розподіл в об'ємі чавуну. Такі карбіди не погіршують також й міцнісні властивості чавуну, вони не викришуються в процесі тертя та добре опираються зносу. Ефективне підвищення зносостійкості спостерігається при введенні в чавун не менше 1,1 % ванадію. При вмістах ванадію більше 1,8 % надмірно зменшується кількість вільного графіту, внаслідок чого зносостійкість зменшується, а також підвищується відбілюваність чавуну.

45 Олово. Введення олова в пропонованих границях забезпечує підвищення зносостійкості та механічних властивостей за рахунок одержання однорідної перлітної структури у різних перерізах виливка. Вплив олова помітний починаючи з його вмісту 0,01 %, а понад 0,05 % олово починає підвищувати крихкість чавуну.

50 Фосфор. Фосфор (фосфіди) забезпечує сприятливий мікрорельєф матриці та підвищення зносостійкості. На міцнісні властивості у пропонованому інтервалі вмістів фосфор впливає незначно. Фосфор поліпшує ливарні властивості чавуну. Вказаний позитивний ефект впливу фосфору стає помітним починаючи з 0,15 %. Понад 0,4 % фосфору погіршується оброблюваність чавуну різанням.

55 Диспрозій є одним з найсильніших елементів-модифікаторів. Модифікування диспрозієм у пропонованих границях 0,08-0,12 % призводить до утворення вермикулярного графіту, підвищення дисперсності продуктів розпаду аустеніту, збільшення мікротвердості матриці. При вмістах диспрозію нижче нижньої границі утворюється пластинчастий графіт, недостатня дисперсність перліту та зносостійкість та міцнісні властивості такого чавуну зменшуються.

Збільшення вмісту диспрозію вище верхньої границі призводить до утворення значної кількості неметалевих включень, які зменшують механічні та службові властивості.

Введення в чавун легувального комплексу з ванадію, олова та диспрозію в комплексі посилює індивідуальні (від кожного окремо взятого компонента) ефекти позитивного впливу їх на зносостійкість та механічні властивості. Структура пропонованого чавуну складається з вермикулярного рівномірно розподіленого графіту, розгількованих рівномірно розподілених дисперсних карбідів ванадію та дисперсної перлітної матриці.

Для оцінки властивостей, запропонованого чавуну і його структурного стану, у порівнянні із найближчим аналогом, отримали експериментальний чавун. Чавун виплавляли за відомою технологією в індукційній печі ІЧТ-2,5М1. Шихта складалася переробного чавуну, сталевих брухту та феросплавів.

Після розплавлення чавуну та сталевих брухту додавали феросплави. Чавун випускали з печі при температурі 1420-1440 °С. Олово та модифікатори (суміш феросиліцію, силікокальцію та лігатури на основі диспрозію складу, мас. %: диспрозій 29,0; алюміній 2,5; кремній 38,0; залізо решта) завантажували у підігрітий розливальний ківш та при досягненні температури 1350...1370 °С заливали форми циліндрових втулок дизелю. Чавун за прототипом виплавляли за такою саме технологією.

Зразки для визначення механічних властивостей, хімічного та металографічного аналізів відбирали безпосередньо з тіла виливків. Хімічний аналіз та властивості пропонованого чавуну та чавуну за найближчим аналогом наведені у таблиці.

Як видно з таблиці, поставлена мета досягнута. Зносостійкість пропонованого чавуну вище, ніж відомого, на 13-28 %, а границя міцності при вигині на 7-10 %.

Винахід, що заявляється, засновано на теоретичних розробках, підтверджених експериментальними даними та може бути багаторазово відтворений у виробництві.

Таблиця

Хімічний склад і властивості чавуну, що заявляється, та найближчого аналогу

Сплав	№ вар	Хімічний склад, мас. %											Властивості		
		C	Si	Mn	Cu	Cr	Al	Ca	V	Sn	P	Dy	Знос И, мг/100 год.	Границя міцності $\sigma_{\text{виг}}$, МПа	Твердість НВ
Чавун, що заявляється	1	2,8	2,4	0,5	1,1	0,3	0,2	0,01	1,1	0,01	0,15	0,08	34,0	935	310
	2	2,95	2,7	0,9	1,55	0,4	0,3	0,04	1,5	0,03	0,33	0,10	30,5	945	316
	3	3,1	3,0	1,3	2,0	0,5	0,4	0,08	1,8	0,05	0,40	0,12	28,3	960	320
Чавун за найближчим аналогом	4	2,95	2,8	0,8	0,4	1,5	0,3	0,04	1,5	0,03	0,29	-	39,2	875	269

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Чавун, що містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, алюміній, кальцій, ванадій, олово, фосфор та залізо, який **відрізняється** тим, що він додатково містить диспрозій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,4-3,0
марганець	0,5-1,3
мідь	1,1-2,0
хром	0,3-0,5
алюміній	0,2-0,4
кальцій	0,01-0,08
ванадій	1,1-1,8
олово	0,01-0,05
фосфор	0,15-0,40
диспрозій	0,08-0,12
залізо	решта.

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

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

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