



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102534** (13) **U**

(51) МПК (2015.01)

C22C 37/04 (2006.01)

C22C 38/00

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/08 (2006.01)

C22C 38/14 (2006.01)

C22C 38/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 02161**

(22) Дата подання заявки: **12.03.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2015**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2015, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

**Бубликов Валентин Борисович (UA),
Бачинський Юрій Дмитрович (UA),
Зелений Борис Григорович (UA),
Ясинський Олександр Олександрович
(UA),
Бачинський Віталій Дмитрович (UA)**

(73) Власник(и):

**ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680
(UA)**

(54) ВИСОКОМІЦНИЙ ЧАВУН ДЛЯ ТОНКОСТІННИХ ВИЛИВКІВ

(57) Реферат:

Високоміцний чавун містить вуглець, кремній, марганець, магній, алюміній, рідкоземельні метали, нікель, залізо, додатково містить кальцій, барій, титан і хром. Як немінучі домішки в сплаві допускаються фосфор (масова частка до 0,05 %) та сірка (масова частка до 0,015 %).

UA 102534 U

Корисна модель належить до галузі ливарного виробництва, а саме до виготовлення високоміцного чавуну з кулястим графітом для отримання тонкостінних виливків.

Відомий склад високоміцного чавуну для виробництва складних різностінних деталей тракторів і автомобілів (А. с. колишнього СССР №1010153, С22С 37/10; опубл. 07.04.1983 р.) з наступним співвідношенням компонентів, мас. част. %:

5

вуглець	3,2-3,6
кремній	2,3-3,0
марганець	0,2-0,4
магній	0,03-0,07
мідь	0,2-0,5
церій	0,01-0,05
алюміній	0,5-0,9
залізо	решта.

Даний високоміцний чавун має підвищену міцність, але низьку пластичність. Висока масова частка алюмінію призводить до появи окисних плівок, які негативно впливають на рідкотекучість розплаву і різко знижують пластичність високоміцного чавуну.

Більш близьким за складом та властивостями є високоміцний чавун (А. с. колишнього СССР №1174489, С22С 38/10; опубл. 23.08.1985 р.), який має наступне співвідношення компонентів, мас. част. %:

10

вуглець	3,4-3,8
кремній	1,6-2,4
марганець	0,1-0,3
магній	0,04-0,07
алюміній	0,01-0,05
рідкоземельні метали (РЗМ)	0,005-0,05
нікель	0,2-0,7
залізо	решта.

Чавун-прототип характеризується помірною пластичністю (відносно подовження 4...8 %). Його недоліком є наявність в складі (до 0,7 %) дорогого нікелю і дуже висока ймовірність утворення під час кристалізації структурно-вільного цементиту у тонкостінних виливках, для графітізації якого потрібно проведення енергоємної термічної обробки.

15

Задачею корисної моделі є зниження схильності до утворення структурно-вільного цементиту і підвищення механічних властивостей високоміцного чавуну в тонкостінних виливках.

Поставлена задача вирішується тим, що високоміцний чавун, який містить вуглець, кремній, марганець, магній, алюміній, рідкоземельні метали, нікель, залізо, згідно з корисною моделлю, додатково містить кальцій, барій, титан і хром при наступному співвідношенні компонентів, мас. част. %:

20

вуглець	3,35-4,10
кремній	2,80-4,00
марганець	0,10-0,30
магній	0,035-0,055
алюміній	0,01-0,02
рідкоземельні метали (РЗМ)	0,005-0,01
нікель	0,05-0,18
кальцій	0,02-0,09
барій	0,02-0,07
титан	0,01-0,025
хром	0,10-0,20
залізо	решта.

Як неминучі домішки в сплаві допускаються фосфор (масова частка до 0,05 %) та сірка (масова частка до 0,015 %).

25

Вибір граничних меж компонентів в чавуні запропонованого складу обумовлений наступними обставинами. Вуглець сприяє графітізації як в евтектичному, так і в евтектоїдному інтервалі температур, і феритизації металевої основи. Високий вміст вуглецю є важливою умовою покращення технологічності високоміцного чавуну, забезпечуючи зниження схильності до утворення структурно-вільного цементиту і зменшення усадки. Вміст вуглецю менше 3,30 % може привести до появи структурно-вільного цементиту. Високий вміст вуглецю (більше 4,1 %) може приводити до флотації включень кулястого графіту і їх накопиченню в верхній, відносно роз'єму форми, частині виливка.

30

Кремній в кількості 2,8-4,0 % сприяє кристалізації чавуну за стабільною системою, ефективно підвищує ступінь графітизації і феритизації структури. Перевищення верхньої межі вмісту кремнію призводить до крихкості легованого кремнієм фериту, що погіршує механічні властивості виливків. Нижня межа кремнію зумовлена його графітізуючим впливом, який при

5 подальшому зменшенні кількості кремнію стає недостатнім.

0,10-0,30 % марганцю дозволяє одержати в литому стані ферито-перлітну структуру високоміцного чавуну без погіршення його механічних властивостей. При такому вмісті марганцю створюються умови для одержання відносного подовження більше 10 % при виготовленні тонкостінних виливків з високоміцного чавуну.

10 Магній є елементом, який сфероїдує графіт. Нижня межа вмісту магнію (0,035 %) зумовлена необхідністю стабільного одержання кулястого графіту в чавуні. Перевищення верхньої межі вмісту (0,055 %) призводить лише до підвищення витрати модифікаторів без значного впливу на форму графіту і структурні складові металевої матриці чавуну.

15 Алюміній в зазначеній кількості є графітізатором і розкислювачем розплаву. Ефект розкислення чавуну починає проявлятися при концентрації алюмінію 0,01 %. При вмісті вище 0,02 % спостерігається поява окисних плівок у виливках, і, як наслідок, зниження механічних властивостей, особливо пластичності,

20 РЗМ модифікують, розкислюють і десульфурують розплав чавуну, нейтралізують дію домішок демодифікуючих елементів. РЗМ сприяють одержанню неметалевих включень кулястої форми, що позитивно впливає на пластичні властивості чавуну. Нижня межа вмісту РЗМ (0,005 %) достатня для нейтралізації дії домішок демодифікуючих елементів. Верхня межа (0,010 %) зумовлена підвищенням схильності чавуну до відбілювання.

25 Нікель є перлітоутворюючим елементом, який сприяє підвищенню міцності і пластичності високоміцного чавуну. Нижня межа нікелю (0,05 %) зумовлена наявністю нікелю в металевій шихті, верхня - економічністю і доцільністю використання.

30 Кальцій і барій є потужними інокуляторами і графітізаторами в чавуні. Активно сприяють подрібненню включень кулястого графіту і евтектичного зерна, що значно знижує ліквідацію карбідоутворюючих елементів, а також фосфору. Нижня межа (0,02 %) забезпечує їх модифікуючу дію на утворення додаткових зародків кулястого графіту і зменшення схильності до утворення структурно-вільного цементиту. Верхня межа (0,09 % для кальцію і 0,07 % для барію) зумовлена тим, що подальше збільшення їх вмісту стає малоефективним.

35 Титан - графітізуючий елемент з високою спорідненістю до кисню, рафінує розплав чавуну. Утворення тугоплавких сполук TiN і TiCN сприяє диспергуванню литої структури, зменшенню ліквідації і підвищенню міцності. Оптимальний вміст титану 0,01-0,025 %. Збільшення вмісту титану більше 0,025 % призводить до зниження ступеня сфероїдизації графітних включень.

Хром є перлітоутворюючим елементом, який підвищує міцність і твердість чавуну, тому верхня межа по вмісту хрому не перевищує 0,2 %. Нижня межа (0,1 %) зумовлена наявністю хрому в металевій шихті, яка використовується при виплавці чавунів.

40 Виплавку чавунів проводили в індукційній печі ICT-016. Модифікування розплаву виконували в ковші магнієвою лігатурою ФСМг7 в кількості 2,2 % від маси розплаву.

Для дослідження схильності високоміцного чавуну до утворення структурно-вільного цементиту в сирій піщано-глинистій формі відливали ступінчасту пробу з розміром кожної ступені 60×60 мм товщиною 1,5; 2,5; 5,0; 10,0 мм. Кількість цементиту в структурі визначали металографічним аналізом в центрі кожної ступені.

45 Для визначення тимчасового опору при розтягуванні (σ_B) та відносного подовження (δ) використовували циліндричні розривні зразки діаметром 5 мм, вирізані з нижньої частини клиновидних проб з товщиною основи 10 мм.

50 В табл. 1 наведено склад отриманих високоміцних чавунів, і в табл. 2 представлені дані металографічного аналізу про кількість цементиту в структурі ступінчатих технологічних проб і результати механічних випробувань.

Запропонований склад високоміцного чавуну забезпечує ефективне зниження схильності до утворення структурно-вільного цементиту в тонкостінних виливках і підвищує їх механічні властивості в литому стані - тимчасовий опір при розтягуванні (σ_B) на 3,3-7,5 % і відносне подовження (δ) на 34,0-64,5 %.

55

Таблиця 1

Хімічний склад чавунів

Чавун	№ п/п	Масова частка елемента, %													
		C	Si	Mn	Mg	Al	PЗМ	Ni	Ca	Ba	Ti	Cr	S	P	Fe
Прототип	1	3,6	2,0	0,2	0,052	0,050	0,03	0,4	-	-	-	-	0,014	0,045	решта
Пропонований	2	3,4	3,9	0,1	0,040	0,010	0,01	0,15	0,02	0,03	0,01	0,10	0,012	0,043	решта
	3	3,7	3,4	0,2	0,048	0,015	0,01	0,15	0,05	0,05	0,02	0,15	0,010	0,041	решта
	4	4,0	2,9	0,3	0,053	0,020	0,01	0,10	0,08	0,06	0,02	0,20	0,010	0,041	решта

Таблиця 2

Результати досліджень

Чавун	№ п/п	Кількість цементиту, %, в ступені товщиною, мм				Механічні властивості	
		2	3	5	10	σ_B , МПа	δ , %
Відомий	1	30	25	12	5	602	9,3
Пропонований	2	3	1	0	0	622	15,1
	3	0	0	0	0	630	14,3
	4	0	0	0	0	648	12,5

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Високоміцний чавун, що містить вуглець, кремній, марганець, магній, алюміній, рідкоземельні метали, нікель, залізо, який **відрізняється** тим, що додатково містить кальцій, барій, титан і хром, при наступному масовому співвідношенні компонентів, %:

вуглець 3,35-4,10
 кремній 2,80-4,00
 марганець 0,10-0,30
 магній 0,035-0,055
 алюміній 0,01-0,02
 рідкоземельні метали (РЗМ) 0,005-0,01
 нікель 0,05-0,18
 кальцій 0,02-0,09
 барій 0,02-0,07
 титан 0,01-0,025
 хром 0,10-0,20
 залізо решта,

10

як неминучі домішки в сплаві допускаються фосфор (масова частка до 0,05 %) та сірка (масова частка до 0,015 %).

Комп'ютерна верстка О. Рябко

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