



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51403 (13) C2
(51) 7 C21D5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ ВІДЛИВКІВ З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

1

2

(21) 2002032043

(22) 14.03.2002

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Баранов Дмитро Олександрович, Баранов
Олександр Олександрович(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ(56) Заявка UA 2002031717, 15.11.2002 бюл. № 11
SU 697576 A1, 15.11.1979

JP 62256913 A, 09.11.1987

JP 63026309 A, 03.02.1988

(57) 1. Спосіб термоциклічної обробки відливків з високоміцного чавуну, що включає багаторазовий нагрів відливків до температури 910 - 1100°C і їх остаточне охолодження на повітрі, який **відрізняється** тим, що нагрів ведуть зі швидкістю 5 - 30°C/хв, після нагріву витримують протягом 5 - 10 хвилин, а охолодження ведуть до температури 600 - 700°C зі швидкістю 5 - 30°C/хв і витримують протягом 10-60 хвилин.

2. Спосіб по п. 1, який **відрізняється** тим, що термоциклічну обробку виконують у захисному середовищі, а кількість циклів не перевищує п'яти.

Винахід відноситься до галузі чорної металургії, а саме до способів обробки відливок з високоміцного чавуну і призначений для підвищення деформовності чавуну і технологічності механічної обробки.

Відомий спосіб термоциклічної обробки (ТЦО) високоміцного чавуну [А. С. СРСР №395449, кл. C21D5/00, опубл.23.08.1973], що включає багаторазовий нагрів зі швидкістю вище за 30°C/хв. до температури, що перевищує на 30-50°C точку A_{c1} , і наступне охолодження на повітрі до температур на 30-50°C нижче за A_{r1} а потім зі швидкістю, що перевищує швидкість нагріву. Спосіб призначений для підвищення механічних властивостей високоміцного чавуну.

У відомому способі обробку чавуну ведуть з високою швидкістю нагріву (вище за 30°C/хв.) до порівняно невисокої температури ($\leq 800^\circ\text{C}$), що не забезпечує достатнього розчинення графіту в аустеніті, знижує деформовність, а також ускладнює виконання технологічного процесу двохстадійного охолодження.

Найбільш близьким аналогом винаходу, що заявляється, є спосіб обробки чавуну, що включає багаторазові нагріву зі швидкістю вище за 30°C/хв. до температури, що перевищує на 50-200°C точку A_{c3} (770-1100°C), охолодження на повітрі, і додаткову динамічну обробку, із загальною мірою деформації $\varepsilon = \varepsilon_{\text{хр}}(-\text{к}\acute{\text{е}})$, де ε - загальна міра деформації; ε - середня швидкість деформації за один цикл; k - коефіцієнт опору деформації матеріалу, рівний

для чавуну 0,04-0,05 [А.с. СРСР №1227694, кл. C21D5/00, 8/00, опубл. 30.04.1986]. Цей спосіб забезпечує підвищення механічних і експлуатаційних властивостей чавуну і призначений для обробки чавунних відливок.

У близькому аналогу і в способі, що пропонується, проводиться багаторазовий нагрів до температури 910-1100°C і остаточне охолодження на повітрі.

Відомий спосіб не забезпечує отримання необхідного технічного результату через високі швидкості нагріву і охолодження на повітрі, що не дозволяє використати сприятливий вплив нагрівів на структуру чавуну, оскільки не забезпечується в достатньому обсязі розчинення графіту і утворення мікропор при нагріві, його повторне виділення при охолодженні і, тим самим, не досягається необхідний рівень фізико-механічних властивостей, зокрема, поліпшення механічної оброблюваності і деформовності. Крім того, охолодження на повітрі недоцільне, оскільки пов'язане з наступним нагрівом в області некритичних температур, що не впливає сприятливим чином на властивості чавуну. Для динамічної обробки чавунна відливка вміщується в обойму з сталі 40, що непридатно у масовому виробництві чавунних виробів.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу термоциклічної обробки відливок з високоміцного чавуну, в якому за рахунок розчинення графіту і утворення мікропор забезпечується поліпшення фізико-механічних властивостей і

(13) C2

(11) 51403

(19) UA

збільшення деформовності.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі термоциклічної обробки відливок з високоміцного чавуну, що включає багаторазовий нагрів до температури 910-1100°C і остаточне охолодження на повітрі, згідно з винаходом нагрів ведуть зі швидкістю 5-30°C/хв., а після витримки протягом 5-10 хвилин ведуть охолодження до температури 600-700°C зі швидкістю 5-30°C/хв. і витримку протягом 10-60 хвилин. Доцільно термоциклічну обробку вести у захисному середовищі для попередження окислення і зневуглицювання, і щоб кількість циклів не перевищувала п'яти.

При нагріві зі швидкістю 5-30°C/хв до 910-1100°C передусім, розчинюються дрібні графітні включення, відбувається руйнування величезного графіту і утворення мікропор [Баранов А.А. Фазовые превращения и термоциклирование металлов. - К.: Наукова думка, 1974. 231с]. Термоциклічна обробка високоміцного чавуну за заявленим способом може бути використана для підвищення деформовності чавунних відливок. Результат металографічного дослідження чавунних відливок і вимірювання твердості свідчать про те, що під час нагріву відбувається нерівномірне розчинення графіту з утворенням мікропор. Завдяки високій температурі дрібні мікропори частково заростають залізом, а інші мікропори укрупнюються. При цьому мікропори зберігають округлу форму. Витримка при вказаних температурах протягом 5-10 хвилин забезпечує досить повне розчинення і великого графіту з відповідним збільшенням кількості мікропор і їх розмірів.

Відливки із чавуну охолоджують зі швидкістю 5-30°C/хв. до 600-700°C, при цьому на великих включеннях і в мікропорах виділяється графіт, внаслідок чого графіт зберігає округлу форму. Нагрів чавуну ведуть у захисному середовищі, чим запобігається значне окислення поверхні мікропор, в яких формуються округлі компактні включення графіту при охолодженні. Повільне охолодження забезпечує порівняно повне виділення графіту з пересиченого аустеніту і при евтектоїдному розпаді аустеніту, який практично завершується при

охолодженні і витримці відливки протягом 10-60 хвилин при температурі 600-700°C. У результаті структура чавунної відливки буде складатися з фериту, невеликої кількості перліту, графіту і мікропор.

При повторенні нагріву від 600-700°C процеси розчинення графіту поновлюються, що забезпечує подальше зростання графітних часток, мікропор і поліпшення фізико-механічних властивостей чавуну, зокрема, підвищення деформовності, зниження твердості і щільності. Перебування чавуну при високій температурі забезпечує порівняно повне розчинення графіту з утворенням мікропор. Компактну округлу форму графіту і мікропор, що забезпечує високу пластичність чавуну, отримували після 2-5 циклів.

Приклад. Відливки з перлітного чавуну з кулястим графітом (2,88%C, 2,84%Si, 0,78%Mn, 0,015%S, 0,08%P, 0,08%Cr і 0,048%Mg) піддавали графітізованому відпалюванню при 680°C протягом 20 годин, після чого вони придбали феритографітну структуру. З відливок перлітного і феритного чавуну вирізали клиновидні зразки довжиною 100мм і шириною 20мм із змінною висотою 5 і 20мм на протилежних кінцях зразку. Клиновидні зразки піддавали термоциклічній обробці по режиму: нагрівали зі швидкістю 5-30°C/хв. до температури 910-1100°C, після витримки від 5 до 10 хвилин охолоджували зі швидкістю 5-30°C/хв. до температури 600-00°C і після 10-60 хвилин витримки нагрів до 910-1100°C поновлювали. Було проведено 2, 5 і 10 циклів нагріву. Після останнього циклу проводили остаточне охолодження на повітрі.

Для порівняння проводили термоциклічну обробку таких самих зразків по режиму - найближчому аналогу. Технологічні параметри і отримані результати наведені в таблиці. Після цього клиновидні зразки піддавали плющенню на гладкій бочці двохвалковою стану 100 і визначали обтиснення, при досягненні якого на бічній поверхні прокату виникали видимі тріщини. Плющення проводили при 20°C (холодне), 600°C (тепле) і 1000°C (гаряче).

Таблиця

Обробка	Режим ТЦО								Критична міра обтиснення (%), при якій з'являються перші тріщини при T _{прок}		
	T _{нагр} , °C	V _{нагр} , °C/хв.	t _{втр} , хв.	T _{охол} , °C	V _{охол} , °C/хв.	t _{втр} , хв.	Щільність чугуну, г/см ³	Твердість, НВ	20°C	600°C	1000°C
Лита	-	-	-	-	-	-	7,403	253	32	41	45
Графітізоване відпалювання	-	-	-	-	-	-	7,301	160	48	-	52
Відомий спосіб - найближчий аналог											
2 цикли	1000	150	-	20	На п-рі	-	7,2815	230	42	-	50
5 циклів	1000	200	-	20	На п-рі	-	7,2618	215	43	45	-
Запропонований спосіб											
2 цикли	1000	20	5	650	20	20	7,1623	149	50	53	-
5 циклів	910	5	5	650	5	10	7,0913	142	52	58	-
5 циклів	1000	20	8	670	15	35	7,0617	141	53	59	63
5 циклів	1100	30	10	700	30	60	7,0455	133	54	59	62
10 циклів	1000	15	5	680	10	40	6,9512	130	-	-	61

Як впливає з таблиці, попередньо і графітизоване відпалювання, що забезпечує феритну структуру матриці чавуну, збільшує міру обтиснення (до утворення перших тріщин) в порівнянні з литою на 20-50%. ТЦО за відомим способом найближчому аналогу - підвищує твердість і щільність чавуну, але знижує деформовність. Термоциклічна обробка за способом, що пропонується, значно підвищує деформовність чавуну, знижує щільність. Критична міра обтиснення, при якій на бічній поверхні прокату виникають перші тріщини, збільшується з числом циклів. Так, при холодному плю-

щенні обробленого за відомим способом тріщини з'явилися після обтиснення 42% (2 цикли) і 43% (5 циклів), а у підданому ТЦО, що пропонується, вони виявилися після 50 і 53% обтиснення відповідно після 2 і 5 циклів. Утворення тріщин при теплому і гарячому плющенні під впливом ТЦО по використаним режимам також зсувається в область підвищених обтиснень.

Таким чином, даний спосіб термоциклічної обробки високоміцною чавуну дозволяє збільшити міру обтиснення до появи перших тріщин при холодному, теплому і гарячому плющенні.