



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **83059** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C21D 1/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 02634	(72) Винахідник(и): Ткаченко Ігор Федорович (UA), Уніят Михайло Анатолійович (UA), Ткаченко Костянтин Ігоревич (UA), Мірошниченко Вікторія Ігорівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.03.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.08.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2013, Бюл.№ 16	(73) Власник(и): Ткаченко Ігор Федорович, пров. Нахімова, 3, кв. 28, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA), Уніят Михайло Анатолійович, вул. Олімпійська, 185, кв. 90, м. Маріуполь, Донецька обл., 87557 (UA)

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ З ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ, ЯКІ НОРМАЛІЗУЮТЬСЯ

(57) Реферат:

Спосіб термічної обробки металопродукції з легованих сталей, які нормалізуються включає нагрівання, ізотермічну витримку та кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація). Ізотермічну витримку здійснюють за наступних умов: $T_v = \frac{1}{2}(Ac_1 + Ac_3) \pm 5^\circ C$, $\tau_v = 6 \div 9$ хв/мм.

UA 83059 U

Корисна модель належить до області металургії і може бути використана при виробництві лиття, кованок та прокату з легованих конструкційних та пружинних сталей із концентрацією вуглецю в інтервалі $0,16\% \div 0,70\%$.

Відомі способи термічної обробки, що підвищують якість металовиробів за рахунок подрібнення та сфероїдизації складових мікроструктури. Одним зі способів такої термічної обробки стосовно доєвтектоїдних легованих сталей [1] є гартування з міжкритичного інтервалу температур ($A_{c1} \div A_{c3}$). Цей спосіб забезпечує подрібнення зерна, утворення ділянок мартенситу та залишкового аустеніту, що призводить переважно до підвищення пластичності та роботи ударного руйнування.

Недоліками цього способу термічної обробки є невисока межа течії стосовно низьковуглецевих сталей та недоцільність його застосування до сталей з підвищеним вмістом вуглецю, завдяки зростанню об'ємної частки мартенситу та залишкового аустеніту, що призводить до скрихчиння сталей.

Найближчим аналогом є ("Спосіб комплексної термічної обробки металовиробів з легованих сталей" Патент № 75610) [2]. Спосіб включає до себе нагрівання, ізотермічну витримку та кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація, термічне поліпшення та ін.), згідно з корисною моделлю кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація, термічне поліпшення та ін.) здійснюють за наступних умов аустенітизації: $T_A = A_{c3(m)} + (10 \dots 20)^\circ\text{C}$, $\sigma_A = 0,8 \div 1,2$ хв/мм.

Цей спосіб термічної обробки дозволяє ліквідувати неоднорідний розподіл хімічних елементів заміщення та вуглецю по межах колишніх дендритних кристалів та усунути структурну неоднорідність (смугастість).

Недоліками аналога є: підвищені розміри та несферична морфологія колоній перлітоподібних структур, що призводить до зниження роботи ударного руйнування металопродукції з легованих сталей з вмістом вуглецю більше за $0,16\%$.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб термічної обробки металопродукції з легованих конструкційних та пружинних сталей із концентрацією вуглецю в інтервалі $0,16\% \div 0,70\%$, в якому шляхом зміни режимних параметрів забезпечуються підвищення спротиву ударному руйнуванню у крихкому та в'язкому станах при збереженні підвищеної міцності та пластичності.

Для вирішення поставленої задачі, в способі термічної обробки металопродукції з легованих сталей, які нормалізуються, що включає нагрівання, ізотермічну витримку та кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація), згідно з корисною моделлю, ізотермічну витримку здійснюють у наступних умовах: $T_B = \frac{1}{2}(A_{c1} + A_{c3}) \pm 5^\circ\text{C}$, $\sigma_B = 6 \div 9$ хв/мм.

Під час ізотермічної витримки відбувається зародження і подальше зростання кристалів аустеніту в межах колоній перлітоподібних структур, які є термодинамічно нестабільними за вказаних температур. Зародження кристалів у фази на міжфазових поверхнях розділу ферит/цементит призводить до виникнення в кінцевому підсумку декількох зерен аустеніту в об'ємі кожної колишньої колонії. При цьому ділянки щойно утвореного аустеніту, в залежності від тривалості витримки, набуватимуть сферичної форми у зв'язку з прагненням включень надлишкової фази до сфероїдизації. Під час ізотермічної витримки відбувається також зменшення концентрацій феритостабілізуючих елементів (Si, Cr, Al та ін.) в аустенітових ділянках. Як наслідок, при аустенітизації в процесі кінцевої зміцнюючої термічної обробки (нормалізація) будуть існувати ділянки аустеніту з формою, наближеною до сферичної та зі зменшеним вмістом феритостабілізуючих елементів, що викликає зниження стабільності такого переохолодженого аустеніту до розпаду. Під час подальшого охолодження в процесі нормалізації, на місцях вказаних аустенітових ділянок, що утворилися в межах кожної колишньої колонії перлітоподібних структур, будуть виникати додаткові об'єми надлишкового фериту. В результаті досягаються зменшення розмірів та сфероїдизація колоній перлітоподібних структур, що утворюються при нормалізації сталей.

Таким чином, формується дрібнозерниста ферито-перлитова мікроструктура, в якій колонії перлітоподібних структур додатково подрібнені та сфероїдизовані завдяки присутності в їх межах сферичних ділянок надлишкового фериту. Отримана структура зберігає підвищені рівні міцності та пластичності, завдяки дрібному зерну, а також має високий спротив ударному руйнуванню у крихкому та в'язкому станах, завдяки малим розмірам та сприятливій морфології колоній перлітоподібних структур.

Спосіб здійснюється таким чином.

Використовували сталь Е36 (ГОСТ 5521-93) масового виробництва. Температури A_{c1} та A_{c3} сталі становлять, відповідно, 725°C та 890°C . При проведенні термічної обробки були використані картки розмірами $300 \times 200 \times 40$ мм, які відрізали від листа відповідно до діючого

стандарту (ГОСТ 7564-73). Термічну обробку карток проводили в напівпромислових умовах по режимах, які включали попередню та кінцеву термічні обробки.

Попередню термічну обробку здійснювали шляхом нагрівання та ізотермічної витримки при оптимальних температурах $T_b=(810\pm5)^\circ\text{C}$, протягом оптимального часу: від 240 до 360 хвилин (режими № 3-5), а також - за межами вказаних інтервалів (режими № 1, 2, 6, 7).

Як кінцеву зміцнюючу термічну обробку застосовували нормалізацію при середніх значеннях температури та тривалості, згідно з патентом України на корисну модель № 75610 [2] в інтервалах $A_{c3}+(10\dots20)^\circ\text{C}$, та $0,8\div1,2$ хв/мм, відповідно, (режими № 2 - № 6), а також - за межами вказаних інтервалів (режими № 1, 7). Завершальне охолодження здійснювали на спокійному повітрі.

Механічні властивості визначали за стандартними методиками, згідно з ГОСТ 1497-84, ГОСТ 9454. Отримані значення показників міцності, пластичності та роботи ударного руйнування наведені в таблиці.

Таблиця

Параметри досліджених режимів термічної обробки та результати механічних випробувань сталі Е36

Параметри досліджених режимів термічної обробки					Механічні властивості				
№ режиму термічної обробки	Температура нагрівання та ізотермічної витримки. $T_b, ^\circ\text{C}$	Тривалість ізотермічної витримки. $\sigma_b, \text{хв.}$	Кінцева зміцнююча термічна обробка (нормалізація)		Межа течії, $\zeta_{02}, \text{МПа}$	Межа міцності, $\zeta_b, \text{МПа}$	Відносне подовження, $\delta, \%$	Робота ударного руйнування. $KV^{+20}, \text{Дж}$	Робота ударного руйнування. $KV^{-40}, \text{Дж}$
			$T_A, ^\circ\text{C}$	$\sigma_A, \text{хв/мм}$					
1	780	180	890	0,7	350	480	20	30	43
2	780	180	905	1,0	412	580	29	43	39
3	805	240	905	1,0	410	575	28	179	118
4	810	300	905	1,0	414	590	30	198	120
5	815	360	905	1,0	405	580	29	160	115
6	850	420	905	1,0	409	585	28	40	22
7	850	420	915	1,5	340	490	19	45	31

(режими № 3-5 відповідають корисній моделі)

Як випливає з таблиці, ізотермічна витримка при температурах нижчих за $T_b=\frac{1}{2}(A_{c1}+A_{c3})\pm5^\circ\text{C}$, тривалістю коротшою за $\sigma_b=6\div9$ хв/мм, з наступною нормалізацією при температурах менших за $T_A=A_{c3}+(10\dots20)^\circ\text{C}$, та витримках коротших за $\sigma_A=0,8\div1,2$ хв/мм (режим № 1), призводить до формування низьких значень всіх показників механічних властивостей.

В умовах ізотермічної витримки при температурах нижчих за $T_b=\frac{1}{2}(A_{c1}+A_{c3})\pm5^\circ\text{C}$, тривалістю коротшою за $\sigma_b=6\div9$ хв/мм, але з подальшою нормалізацією при оптимальних температурах $T_A=A_{c3}+(10\dots20)^\circ\text{C}$, та витримках $\sigma_A=0,8\div4,2$ хв/мм (режим № 2), досягається підвищення рівнів показників міцності та пластичності. При цьому, зберігаються низькі значення показників роботи ударного руйнування у крихкому та в'язкому станах.

Проведення ізотермічної витримки при оптимальних температурах $T_b=\frac{1}{2}(A_{c1}+A_{c3})\pm5^\circ\text{C}$, протягом часу, що визначається з розрахунку $6\div9$ хв/мм, а також подальшої нормалізації при оптимальних температурах $T_A=A_{c3}+(10\dots20)^\circ\text{C}$, та витримках $\sigma_A=0,8\div1,2$ хв/мм (режим № 3, 4, 5), забезпечує досягнення високих значень всіх показників механічних властивостей.

В умовах ізотермічної витримки при температурах вищих за $T_b=\frac{1}{2}(A_{c1}+A_{c3})\pm5^\circ\text{C}$, та витримках довших за $6\div9$ хв/мм, з подальшою нормалізацією при оптимальних температурах за $T_A=A_{c3}+(10\dots20)^\circ\text{C}$, протягом часу, що визначається з розрахунку $\sigma_A=0,8\div1,2$ хв/мм (режим № 6), зберігаються підвищені рівні показників міцності та пластичності. При цьому, однак сталь має низькі значення показників роботи ударного руйнування.

Проведення ізотермічної витримки при температурах вищих за $T_b=\frac{1}{2}(A_{c1}+A_{c3})\pm5^\circ\text{C}$ тривалістю довшою за $\sigma_b=6\div9$ хв/мм, з наступною нормалізацією при температурах вищих за

$T_A = A_{c3} + (10 \dots 20)^\circ\text{C}$, та витримках довгих за $\sigma_A = 0,8 \div 1,2$ хв/мм (режим № 7), призводить до формування низьких значень всіх показників механічних властивостей.

Висновки: як впливає з даних наведених в таблиці, найбільш сприятливим є спосіб термічної обробки, що включає до себе нагрівання, ізотермічну витримку при температурах $T_B = \frac{1}{2}(A_{c1} + A_{c3}) \pm 5^\circ\text{C}$ протягом часу, що визначається із розрахунку $6 \div 9$ хв/мм та кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація) при наступних умовах аустенізації: $T_A = A_{c3} + (10 \dots 20)^\circ\text{C}$, $\sigma_A = 0,8 \div 1,2$ хв/мм (режими № 3-5).

Використання запропонованого способу дозволяє сформувати дрібнозернисту ферито-перлитову мікроструктуру з малими розмірами та сприятливою морфологією колоній перлитоподібних структур завдяки присутності в їх межах сферичних ділянок надлишкового фериту.

За рахунок цього досягаються збереження високих рівнів міцності та пластичності, а також підвищення спротиву ударному руйнуванню у крихкому та в'язкому станах.

Перелік посилань:

1. Голованенко С.Н. Двухфазные низколегированные стали / С.А. Голованенко, Н.М. Фонштейн. - М.: Металлургия, 1986.-207 с.

2. Патент України на корисну модель № 75610 згідно з заявкою № u201205550 МПК C21D 1/21 від 07.05.2012 р. "Спосіб комплексної термічної обробки металовиробів з легованих сталей".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб термічної обробки металопродукції з легованих сталей, які нормалізуються, що включає нагрівання, ізотермічну витримку та кінцеву зміцнюючу термічну обробку (нормалізація), який **відрізняється** тим, що ізотермічну витримку здійснюють за наступних умов: $T_B = \frac{1}{2}(A_{c1} + A_{c3}) \pm 5^\circ\text{C}$, $\tau_B = 6 \div 9$ хв/мм.

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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