



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 80334

(13) U

(51) МПК

C21D 1/28 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 13331**

(22) Дата подання заявки: **22.11.2012**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **27.05.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **27.05.2013, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Карапейчик Ігор Миколайович (UA),  
Хаджинов Сергій Миколайович (UA),  
Сердюк Юрій Дмитрович (UA),  
Мак-Мак Олександр Сергійович (UA),  
Солдатов Геннадій Іванович (UA),  
Гоголь Алла Борисівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"АЗОВЕЛЕКТРОСТАЛЬ",  
пл. Машинобудівельників, 1, м. Маріуполь,  
Донецька обл., 87535 (UA),  
ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"АЗОВЗАГАЛЬМАШ",  
пл. Машинобудівельників, 1, м. Маріуполь,  
Донецька обл., 87535 (UA)**

## (54) СПОСІБ НОРМАЛІЗАЦІЇ СТАЛЕВОГО ЛИТТЯ, НАПРИКЛАД, БІЧНИХ РАМ І НАДРЕСОРНИХ БАЛОК ВАГОННИХ ВІЗКІВ

(57) Реферат:

Спосіб нормалізації сталевих лиття, наприклад, бічних рам і надресорних балок вагонних візків включає нагрівання вище критичної точки, витримку в термічній печі і охолодження. При цьому охолодження виконують у три ступеня: перший - на висунутій з печі подині на піддоні, другий - на піддоні, знятому з висунутої подини, на спокійному повітрі, і третій - без піддона на підлозі цеху, на спокійному повітрі до остаточного остигання, тобто до набуття сорбітоподібної структури, що забезпечує необхідні фізико-механічні властивості.

UA 80334 U



Корисна модель належить до чорної металургії, зокрема, до області зміни фізичної структури чорних металів, а більш конкретно - до загальних способів і обладнання для термообробки, наприклад нормалізації сталевих лиття, і може бути застосована у вагонобудівній промисловості.

5 Уже відомий спосіб ведення відпалу або нормалізації сталі, який відрізняється тим, що, для здрібнювання зерна за рахунок збільшення центрів вторинної кристалізації, сталь у процесі її охолодження від температури відпалу або нормалізації й до переходу через нижню критичну точку піддають механічним коливанням або вібраціям [опис винаходу до авт. свід. СРСР № 44940, кл. 18 с, 8, опубл. 30.11.35 р.].

10 Однак, відомий спосіб має наступні недоліки: вимагає спеціального устаткування для створення механічних коливань або вібрацій.

Як найближчий аналог вибраний спосіб нормалізації сталевих лиття, наприклад, бічних рам і надресорних балок вагонних візків, що включає нагрівання вище критичної точки, витримку в термічній печі протягом 5-6 годин і охолодження [Технологическая инструкция "Термическая обработка отливок вагонного литья ТИ 0043-2006", ОАО "МЗТМ", г. Мариуполь, 2006 г.].

15 У теперішній час для забезпечення працездатності вагонних деталей зі сталевих лиття, які працюють у складних умовах за знакозмінними навантаженнями і температурі від +40 °С до -60 °С, до них пред'являються особливі вимоги щодо хімічного складу, фізико-механічних властивостей, виду зламу, величини зерна й мікроструктури відповідно до галузевого стандарту  
20 ОСТ 32.183-2001 і норм безпеки на залізничному транспорті НБ ЗТ ТМ-02-98.

Хімічний склад і фізико-механічні властивості застосовуваних у теперішній час сталей за ОСТ 32.183-2001 наведено в таблицях 1 і 2 відповідно.

Таблица 1

Хімічний склад сталей 20ГФЛ, 20ГЛ, 20ГТЛ

Марка сталі	Умовні відмітки	Масова частка вмісту елементів, %									
		C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	V	Ti
					Не більш						
20ГФЛ	Б	0,17-0,25	0,30-0,50	0,90-1,40	0,040	0,040	Не більш 0,30	Не більш 0,30	Не більш 0,60	0,07-0,13	-
20ГЛ	В	0,17-0,25	0,30-0,50	1,10-1,40	0,040	0,040	Не більш 0,30	Не більш 0,30	Не більш 0,60	-	-
20ГТЛ	Г	0,17-0,25	0,30-0,50	1,00-1,30	0,040	0,040	Не більш 0,30	Не більш 0,30	Не більш 0,60	-	0,010-0,030

Таблица 2

Фізико-механічні властивості сталей 20ГФЛ, 20ГЛ, 20ГТЛ

Марка сталі	Межа плинності $\delta_T$ (кгс/мм <sup>2</sup> ) МПа	Тимчасовий опір, $\delta_b$ (кгс/мм <sup>2</sup> ), МПа	Відносне здовження $\delta$ , %	Відносне звуження, $\psi$ , %	Ударна в'язкість Дж/см <sup>2</sup> (кгс-м/см <sup>2</sup> ) при температурі		
					20 °С КСЧ	-60 °С КСЧ	-60 °С КСВ
					Не менш		
20ГФЛ	Від 294 (30) до 343 (35)	490 (50)	20	30	49,0 (5,0)	24,5 (2,5)	16,7 (1,7)
20ГЛ 20ГТЛ	343 (35) та більш	510 (52)	18	25	49,0 (5,0)	24,5 (2,5)	16,7 (1,7)

Примітки:

1. Визначення ударної в'язкості на зразках з гострим надрізом (КСВ) є обов'язковим, а результати випробування не є бракувальною ознакою. Випробуванню підлягає не менш 10 плавок на місяць.

2. Ударну в'язкість при температурі 20 °С визначають за вимогою замовника.

Згідно з ОСТ 32.183-2001 мікроструктура повинна бути ферито-перлітною, зерно 8 балів, а вид зламу в'язкий. У литому (сирому) не термообробленому стані маємо грубу неоднорідну, різнозернисту (4-5 балів) ферито-перлітну мікроструктуру з розташуванням перліту у вигляді колоній, облямівки, сітки.

5 Така мікроструктура не забезпечує вимог фізико-механічних властивостей і відповідно працездатності вагонних деталей.

Нормалізацію як спосіб термічної обробки застосовують для здрібнювання зерна й набуття необхідних фізико-механічних властивостей.

10 За ОСТ 32.183-2001 для набуття необхідних фізико-механічних властивостей вагонні деталі (бічну раму й надресорну балку) піддають термічній обробці: нормалізації або нормалізації з відпуском за режимами заводу-виробника. Однак, на практиці, використовуючи спосіб згідно із найближчим аналогом, набути необхідні фізико-механічні властивості деталей не вдається з таких причин. У застосовуваній технології температура нормалізації для використовуваних сталей 20ГЛ, 20ГФЛ, 20 ГТЛ становить 930-950 °С, а охолодження деталей з температури 15 нормалізації здійснюють шляхом висування подини печі, зняття з подини піддона з деталями й установки їх на підлогу цеху до повного остигання.

Таке одноступінчасте охолодження призводить до напруженого стану деталей, що мають дрібнозернисту структуру і їх підвищену чутливість до концентрації напруг, а отже, до неметалічних включень.

20 Треба сказати, що після термічної обробки за існуючими режимами значення набутих фізико-механічних властивостей: границі текучості, границі міцності, відносного здовження, відносного звуження й ударної в'язкості, що визначають на зразках із круглим надрізом, можна визначити відразу після першого випробування. Однак, значення ударної в'язкості, визначені на зразках з гострим надрізом, KCV<sub>-60</sub>, Дж/см<sup>2</sup>, з першого випробування визначити не завжди 25 можливо. До 60 % плавок не витримують повторні випробування на ударну в'язкість і, при необхідності, повторну термообробку й випробування.

Це призводить до подовження циклу виготовлення виробів, їх подорожчання за рахунок збільшення гарячих пече-годин і (як наслідок) впливає на експлуатаційні властивості деталей, знижує їхню надійність і довговічність.

30 Таким чином, найближчий аналог через більш низьку температуру нагрівання й прискорене одноступінчасте охолодження виробів не забезпечує набуття дрібнодисперсної сорбітоподібної структури, що не дозволяє набути високих фізико-механічних властивостей сталевому лиття.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення рівня фізико-механічних властивостей сталевому лиття (у т. ч. ударної в'язкості на зразках з гострим надрізом, 35 випробуваних при температурі -60 °С) шляхом забезпечення високого ступеня однорідності мікроструктури при максимальному знятті внутрішніх напруг.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі нормалізації сталевому лиття, наприклад, бічних рам і надресорних балок вагонних візків, що містить нагрівання вище критичної точки, витримку в термічній печі протягом 5-6 годин і охолодження, згідно з корисною моделлю, після 40 нагрівання сталевому лиття, витримку його в термічній печі здійснюють при температурі 950-980 °С, а охолодження сталевому лиття виконують у три ступеня: перший - на висунутій з печі подині на піддоні при температурі від 950-980 °С до 600 °С протягом 3-4 годин, другий - на піддоні, знятому з висунутої подини, на спокійному повітрі при температурі від 600 °С до 400 °С протягом 2-3 годин, третій - без піддона на підлозі цеху на спокійному повітрі при температурі 45 нижче 400 °С до остаточного остигання, тобто до одержання сорбітоподібної структури, що забезпечує необхідні фізико-механічні властивості сталевому лиття.

Доведено, що нова сукупність ознак є причиною, а набутий первинний технічний результат "забезпечення високого ступеня однорідності мікроструктури при максимальному знятті 50 внутрішніх напруг" - наслідком. У свою чергу, цей технічний результат є причиною, а набутий вторинний технічний результат "підвищення рівня фізико-механічних властивостей сталевому лиття" - наслідком.

Корисна модель пояснюється на прикладі її виконання з посиланням на прикладені креслення, на яких представлено:

на фіг. 1 - діаграма пропонованої нормалізації сталевому лиття у координатах t°С - 55 температура й Т - час, година.

на фіг. 2 - фотографія набутої дрібнодисперсної однорідної сорбітоподібної структури темплета сталевому лиття.

Пропонований спосіб нормалізації сталевому лиття здійснюють таким чином.

60 Бічну раму вагонного візка поміщають на піддоні у термічну піч на висувну подину і нагрівають. По досягненні температури 500-650 °С здійснюють попередню витримку протягом

однієї години. Потім здійснюють нагрівання бічної рами до температури нормалізації 950°-980 °С (вище критичної точки) зі швидкістю 80 °С у годину. Після цього витримують деталь у печі при цій температурі протягом 5-6 годин. Після витримки здійснюють охолодження в три ступеня: перший - на висунутій з печі подині на піддоні при температурі від 980 °С до 600 °С протягом 3-4 годин, другий - на піддоні, знятому з висунутої подини, на спокійному повітрі при температурі від 600 °С до 400 °С протягом 2-4 годин, третій - без піддона на підлозі цеху на спокійному повітрі при температурі нижче 400 °С до остаточного остигання.

У результаті таких режимів нормалізації набувають дрібнодисперсну однорідну пластичну й в'язку сорбітоподібну структуру підвищеної міцності при максимальному знятті внутрішніх напруг, що забезпечує необхідні фізико-механічні властивості (див. табл. 3).

З таблиці 3 видно, що із введенням даних режимів термічної обробки ударна в'язкість KCV<sub>60</sub> значно перевищує значення ударної в'язкості KCV<sub>60</sub> за існуючими режимами і відповідає вимогам ОСТ 32.183-2001 після перших випробувань. Таким чином, запропонований спосіб у порівнянні із найближчим аналогом забезпечує набуття однорідної сорбітоподібної ферито-перлітної структури по всьому перерізу литих деталей, їхні високі фізико-механічні властивості, у т.ч. ударну в'язкість, а отже, високу стійкість проти крихкого руйнування. У результаті підвищується надійність і довговічність деталей зі сталевих лиття.

Таблиця 3

Порівнювальна характеристика фізико-механічних властивостей деталі "рама бокова" після різних режимів термічної обробки.

№ п/п	Плавка	Фізико-механічні властивості					
		σ <sub>T</sub> , МПа	σ <sub>B</sub> , МПа	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см <sup>2</sup>	KCV, Дж/см <sup>2</sup>
Існуюча термообробка, липень-серпень 2011 р.							
1	1220814**	395	590	145	30д	51,48	10, 16
		410	630	26,0	40,0		пер. 7,5, 14, 10, 12
2	1220832**	395	600	22,0	41,0	59,57	13д, 17 заміна 20
3	1260706***	365	570	24,0	40,0	70,65	12, 12
4	1250835***	405	600	22,0	39,0	75,77	12,8
5	1250839*	395	580	25,0	50,0	76,71	22,25
6	1220838**	375	580	23,0	39,0	69,72	12д, 28 заміна 25
7	1220846***	405	580	26,0	48,0	68,62	10, 8,7
8	1250943**	39	590	24,5	51,0	60,67	15, 7,5 пер. 21, 17, 2,5, 17
9	1250941*	385	580	26,0	52,0	61,32	22, 19
10	1240921**	380	570	28,0	51,0	70,65	21, 12д заміна 22
11	1240920**	360	560	26,0	47,0	81,90	9, 12 пер. 17, 21, 20, 17
12	1240922**	385	590	23,0	49,0	96,57	17, 12д заміна 25
13	1260797**	400	590	23,0	46,0	74,87	11, 12 пер. 20, 22, 17, 20
14	1220597***	390	590	260	52,0	81,67	11, 9
15	1220594**	370	580	27,0	58,0	81,79	12, 12
Пропонована термообробка, липень 2012 р.							
16	2250125-1	380	590	23,5	42,0	56,75	15д, 43
17	2220889	380	560	24,0	53,0	73,75	25,35
18	2220901	385	580	21,0	39,0	85,87	40,46
19	2240958	380	570	23,0	39,0	82,69	44,25
20	2250893	420	620	20,6	36,0	58,63	31, 18
21	2250896	390	600	20,5	39,0	55,60	25, 17
22	2240947	365	580	25,0	51,0	78,70	53,48
23	2220905	350	580	23,0	47,0	56,55	19,24
24	2261063	395	580	24,5	51,0	87,69	62,40
25	2250909	370	590	13,5	50,0	62,66	35,33
26	2240976	380	570	23,0	51,0	86,92	38,40
27	2261059	380	580	24,0	50,0	71,80	35,46

Продовження таблиці 3

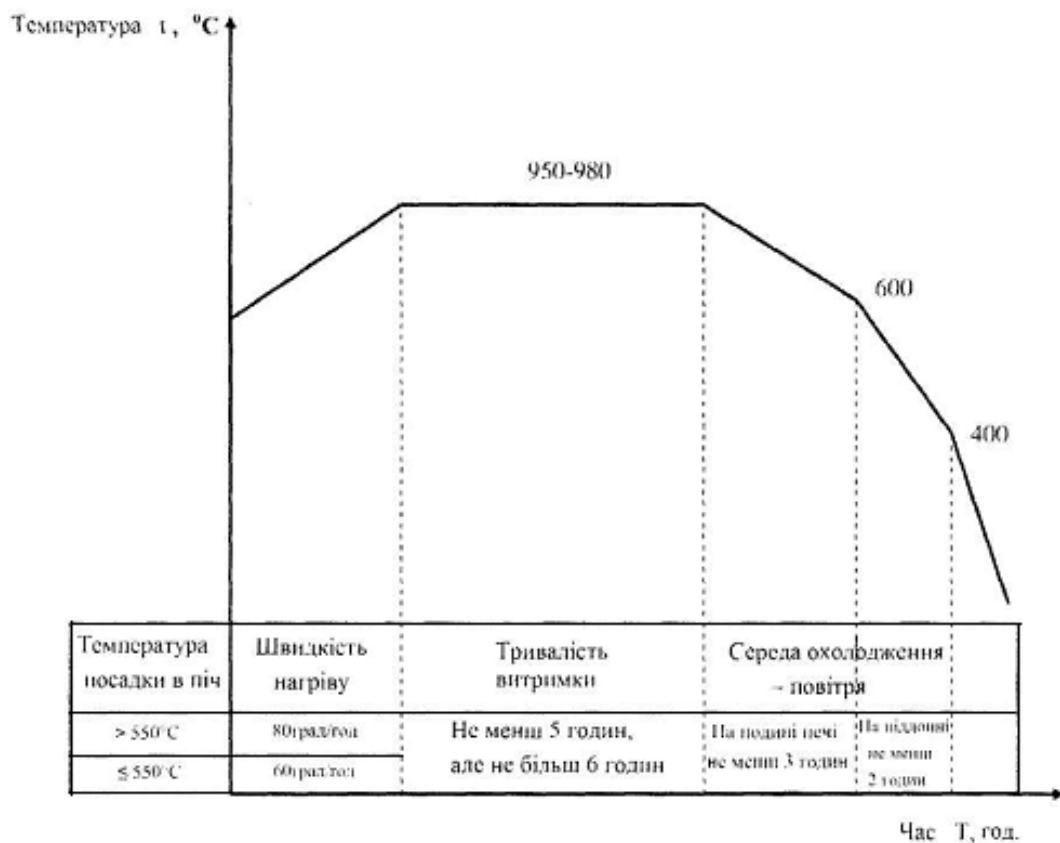
28	2250890	390	580	22,5	47,0	67,77	47,44
----	---------	-----	-----	------	------	-------	-------

Примітки:

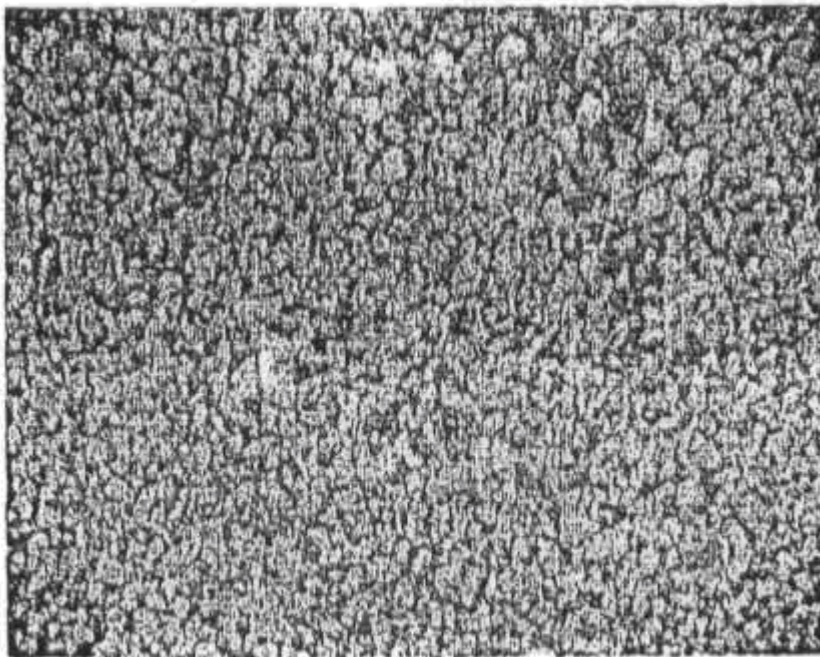
- 5 \* - деталі, що пройшли з першого разу;  
 \*\* - деталі, що пройшли перевипробування;  
 \*\*\* - деталі, відправлені на повторне випробування.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Спосіб нормалізації сталевого лиття, наприклад, бічних рам і надресорних балок вагонних візків, що включає нагрівання вище критичної точки, витримку в термічній печі протягом 5-6 годин і охолодження, який **відрізняється** тим, що після нагрівання сталевого лиття витримку його в термічній печі здійснюють при температурі 950-980 °С, а охолодження виконують у три ступеня: перший - на висунутій з печі подині на піддоні при температурі від 950-980 °С до 600 °С
- 15 протягом 3-4 годин, другий - на піддоні, знятому з висунутої подини, на спокійному повітрі при температурі від 600 °С до 400 °С протягом 2-3 годин, і третій - без піддона на підлозі цеху, на спокійному повітрі при температурі нижче 400 °С до остаточного остигання, тобто до набуття сорбітоподібної структури, що забезпечує необхідні фізико-механічні властивості.



Фіг. 1



**Fig. 2**

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

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