



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45731 (13) U
(51) МПК (2009)
B23K 13/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ СПРАЦЬОВАНИХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

1

2

(21) u200905443

(22) 29.05.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) ШАБЛІЙ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ, ПУЛЬКА ЧЕСЛАВ ВІКТОРОВИЧ, СТОЙКО ІГОР ІВАНОВИЧ, КОРОЛЬ ОЛЕГ ІВАНОВИЧ, СА

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(57) Спосіб відновлення спрацьованих сталевих деталей, при якому деталь нагрівають, заливають рідкий метал в тигель, для з'єднання його з підготовленою поверхнею деталі, яка підлягає відновленню, який **відрізняється** тим, що попередньо на поверхні деталі, яка підлягає відновленню, виконують симетрично поздовжні і поперечні пази у вигляді зрізаних пірамід, а деталь нагрівають до температури 200-750°C.

Корисна модель відноситься до споріднених із зварюванням технологій і може мати використання для відновлення (наплавлення) спрацьованих сталевих деталей переважно залізничних, шахтних і кранових коліс які працюють в умовах тертя металу об метал.

Відомий спосіб відновлення спрацьованих сталевих деталей, при якому деталь нагрівають, заливають рідкий метал в тигель, для з'єднання його з підготовленою поверхнею деталі, яка підлягає відновленню (В.Н. Ткачев и др. Индукционная наплавка твердых сплавов М.: Машиностроение 1970 рис. 2 стр. 9).

Основний недолік способу - обмежені технологічні можливості і ненадійність з'єднання.

В основу способу відновлення спрацьованих сталевих деталей закладено завдання підвищення якості з'єднання рідкого металу з твердим і розширення технологічних можливостей шляхом виконання способу, при якому деталь нагрівають, заливають рідкий метал в тигель, для з'єднання його з підготовленою поверхнею деталі, яка підлягає відновленню, причому попередньо на поверхні деталі, яка підлягає відновленню, виконують симетрично поздовжні і поперечні пази у вигляді зрізаних пірамід, а деталь нагрівають до температури 200°C-750°C.

На Фіг.1 представлена схема здійснення способу відновлення колеса з симетричними поздовжніми пазами у вигляді зрізаних пірамід, на Фіг.2 відповідно з симетричними поперечними пазами і на Фіг.3 переріз по А-А, на Фіг.2.

Спосіб реалізується наступним чином. Спрацьоване колесо 1 з криволінійною поверхнею і з попередньо виготовленими пазами у вигляді зрізаних пірамід 2 на поверхні спрацьованого колеса

подається на робочий стіл 3 в якому вмонтована стаціонарно нагрівальна електротермічна індукційна система (ЕТИС), яка складається з багатovitкового індуктора 4 з обвиткою 5, тороїдального тигля 6, вогнетривкого ізолюючого дна тигля 7 і магнітопроводу 8. Після цього вмикається генератор (на Фіг. не показаний) і подається струм на індуктор 4 для одночасного підігрівання торця колеса 1 по всій робочій поверхні. Підігрівання колеса 1 може здійснюватися струмом частотою від 200 до 40000Гц в залежності від матеріалів деталі і рідкого сплаву. При досягненні температури на торці колеса 200°C-750°C генератор перемикають на іншу частоту за допомогою спеціального пристрою в межах 50-200Гц. Потім заливають кілька ковшами 9 рідкий метал 10 з температурою 1550°C-1650°C і одночасно перемішують його подемоторними силами створеними струмом частотою 50-200Гц в тиглі 6 під час заливки до повного його заповнення. Залитий рідкий метал частково оплавляє матеріал колеса 1. При остиганні рідкого металу 10 до температури 1410°C в тиглі 6, а також розплавлена частина металу колеса 1 перебувають в структурі об'ємно-центричного куба. Тут відбувається взаємна дифузія рідкого металу тигля і частини розплавленого металу колеса.

При наступному остиганні до температури 1410°C-780°C метал перебуває в стані аустеніту гране-центричної структури, а при подальшому остиганні в проміжках температур 780°C-727°C аустеніт-ферит, а в проміжку температур 727°C-600°C ферит-перліт об'ємно центричної структури.

Причому пази 2, які виконані на поверхні спрацьованого колеса 1 вздовж і впоперек Фіг.1, Фіг.2 і Фіг.3 у вигляді зрізаних пірамід, дозволяють збільшити поверхню дотику і покращити механізм

(19) UA (11) 45731 (13) U

схоплення твердого металу з рідким металом. Таким чином забезпечується надійне з'єднання наросшеного металу з поверхнею колеса, та усувається відшарування наросшеного металу при високих швидкостях руху коліс по залізничному полотні і при різких тормозіннях залізничних локомотивів та вагонів.

Таким чином схоплення залитого рідкого металу з твердим сплавом колеса покращується в комплексі за рахунок збільшення площі дифузії (створення пазів в колесі), шорсткості (гофрованої) поверхні, перемішування залитого рідкого металу в тиглі з поверхнею колеса, а також напруження стиску внаслідок остигання розплавленого металу в процесі і створення бандажа на колесі при затвердінні рідкого металу.

Наступними діями є знімання наросшеного рідким металом колеса зі стола та встановлення іншого колеса, яке підлягає відновленню, і так цикл повторюється. Після цього наросшене колесо піддається зачистці, точінню і шліфуванню до необхідних розмірів.

Кінцева операція - з використанням калібрскоб, штангенциркуля та інших, і консервація з використанням мастил.

При заливанні рідкого металу 10, який має температуру 1550°C-1650°C в тигель 6 з одночасним перемішуванням його, з метою зменшення градієнта температури по ширині і висоті тигля, при таких температурах утворюються сприятливі умови для дифузії рідкого металу в метал колеса, що покращує процес їх схоплення.

Приклад конкретного виконання способу відновлення спрацьованих сталевих деталей

Нагрівальна система, за допомогою якої здійснюється нагрівання колеса до температури 200-750°C, частотою струму в індукторі 200-40000Гц і перемішування рідкого металу в тиглі частотою

струму 50-200Гц сконструйована на основі індуктора і складається з опору індуктора R_i , опору навантаження R_n і ємності C , що паралельно з'єднані у внутрішньому колі та послідовно під'єднані до генератора.

Індуктор являє собою багатовитковий кільцевий циліндр виготовлений з мідних трубок як показано на Фіг.1 і на Фіг.2.

Дослідження проводились для колеса діаметром $d=0,88$ м, висотою - 0,11м, товщина наросшеного металу колеса складає 0,035м. При дослідженні використані колесо і розплавлений метал зі сталі 55, а кількість ковшів приймається в залежності від розмірів коліс.

Результати досліджень при остиганні торця диска і залитого металу в тиглі до температури 750°C представлені в таблицях 1, 2, 3.

До переваг способу відновлення спрацьованих сталевих деталей відносяться покращення процесу схоплення основного металу з рідким металом та розширення технологічних можливостей за рахунок виконання на торці колеса поздовжніх і поперечних пазів і температури нагрівання колеса в межах 200°C-750°C.

Необхідно зазначити, що в даному способі для прикладу прийнято на торці колеса 1 п'ять поздовжніх і вісім симетрично поперечних пазів виконаних у вигляді зрізаних пірамід і число їх підбирається в залежності від умов найкращого схоплення основного металу з наросшеним, складності технології відновлення, що пов'язано з матеріальними затратами.

Цей спосіб придатний для відновлення спрацьованих деталей не тільки циліндричної форми, а також різної складної конфігурації методом заливки рідкого сплаву в тигель, який пов'язаний з поверхнею твердого металу, що підлягає наросшенню (відновленню).

Таблиця 1

t, c	F, Гц	I, A	P, кВт	R _n , Ом	L _n , Гн	R _i , Ом	R _c , Ом	C, Ф	U, В	I, A	S, кВт	ККД
30	50	3836	755647	0.0512	2,56E-04	0,01	0,061166	2.508E-02	388	9.033E+05	2397	0,8365
45	50	3644	656274	0.049	2,56E-04	0,01	0,059424	2.560E-02	364	7.891E+05	2166	0,8317
60	50	3292	512064	0.0472	2,56E-04	0,01	0,057241	2.627E-02	325	6.205E+05	1910	0,8253
90	50	3029	431233	0.0470	2,56E-04	0,01	0,057005	2.627E-02	296	5.230E+05	1752	0,8246
120	50	2866	385245	0.0469	2,56E-04	0,01	0,056844	2.627E-02	282	4.674E+05	1656	0,8242
180	50	2665	333258	0.0469	2,56E-04	0,01	0,056930	2.627E-02	262	4.043E+05	1540	0,8243
240	50	2541	302452	0.0468	2,56E-04	0,01	0,056847	2.627E-02	250	3.670E+05	1467	0,8271
30	100	3161	723516	0.0724	2,14E-04	0,01	0,082410	8.600E-03	499	8.234E+05	1650	0,8787
45	100	2944	631068	0.0728	2,14E-04	0,01	0,082803	8.580E-03	466	7Д98E+05	1542	0,8792
60	100	2704	510243	0.0698	2,14E-04	0,01	0,079758	8.770E-03	423	5.834E+05	1378	0,8746
90	100	2488	430065	0.0695	2,14E-04	0,01	0,079468	8.770E-03	389	4.920E+05	1264	0,8741
120	100	2354	384962	0.0694	2,14E-04	0,01	0,079441	8.770E-03	368	4.404E+05	1196	0,8741
180	100	2198	333012	0.0695	2,14E-04	0,01	0,079494	8.770E-03	342	3.809E+05	1112	0,8742
240	100	2087	301943	0.0694	2,14E-04	0,01	0,079309	8.770E-03	326	3.455E+05	1059	0,8739

Таблиця 2

t, c	F, Гц	I _i , А	P ₄ , кВт	R _n , Ом	L _n , Гн	R _i , Ом	R _c , Ом	C, Ф	U, В	I, А	S, кВт	ККД
30	200	2597.7	692401	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	671	1141.1	7.65E+05	0.905
45	200	2405.0	593480	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	621	1056.4	6.56E+05	0.905
60	200	2222.6	506885	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	574	976.3	5.60E+05	0.905
90	200	2044.7	429022	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	528	898.2	4.74E+05	0.905
120	200	1934.9	384163	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	500	849.9	4.25E+05	0.905
180	200	1799.0	332062	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	464	790.2	3.67E+05	0.905
240	200	1715.3	301899	0.1026	1.85E-04	0.01	0.1126	2.77E-03	443	753.5	3.34E+05	0.905
30	1000	1714.2	676198	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1618	437.7	7.08E+05	0.955
45	1000	1552.5	554650	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1466	396.4	5.81E+05	0.955
60	1000	1473.3	499680	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1391	376.3	5.23E+05	0.955
90	1000	1359.0	425005	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1283	347.0	4.45E+05	0.955
120	1000	1287.7	381600	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1216	328.8	4.00E+05	0.955
180	1000	1199.3	330966	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1132	306.2	3.47E+05	0.955
240	1000	1143.7	301043	0.2301	1.45E-04	0.01	0.2401	1.63E-04	1080	292.1	3.15E+05	0.955
30	6000	1093.3	674760	0.5646	1.27E-04	0.01	0.5746	5.48E-06	5251	131.0	6.88E+05	0.981
45	6000	982.5	544920	0.5646	1.27E-04	0.01	0.5746	5.48E-06	4719	117.7	5.56E+05	0.981
60	6000	941.2	500092	0.5646	1.27E-04	0.01	0.5746	5.48E-06	4521	112.8	5.10E+05	0.981
90	6000	869.0	426278	0.5645	1.27E-04	0.01	0.5745	5.48E-06	4174	104.1	4.35E+05	0.981
120	6000	823.6	382906	0.5645	1.27E-04	0.01	0.5745	5.48E-06	3956	98.7	3.90E+05	0.981
180	6000	767.1	332232	0.5645	1.27E-04	0.01	0.5745	5.48E-06	3685	91.9	3.39E+05	0.981
240	6000	731.7	302279	0.5646	1.27E-04	0.01	0.5746	5.48E-06	3515	87.7	3.08E+05	0.981

де: t - час нагрівання колеса, F - частота струму, I_i - струм індуктора, P₄ - корисна потужність, яка необхідна для нагрівання колеса, R_n - сумарний опір індуктора (активний і індуктивний), L_n - повна індуктивність нагрівальної системи, R_i - активний опір індуктора, R_c - активний опір батареї ємності, C - ємність конденсаторної батареї, U - напруга в системі підключення до генератора, I - сила струму в зовнішньому колі системи підключення індуктора до генератора, S - повна потужність яка тратиться на нагрівання колеса під'єданого через систему підключення індуктора при паралельному з'єднанні ємності і індуктивності, ККД - коефіцієнт корисної дії нагрівальної системи.

Таблиця 3

t, c	F, Гц	I _i , А	P ₄ , кВт	R _n , Ом	L _n , Гн	R _i , Ом	R _c , Ом	C, Ф	U, В	I, А	S, кВт	ККД
30	200	2597.7	692401	0.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.70E-03	671	7.61E+05	1134,6	0,910
45	200	2405,0	59348	0.10266	1.85E-04	0,01	0,1126	2.76E-03	621	6.51E+05	1048,9	0,911
60	200	2222,6	50688	0.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.80E-03	574	5.56E+05	969,5	0,911
90	200	2044,7	42902	0.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.80E-03	528	4.7E+05	892,0	0,911
120	200	1934,9	38416	0.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.80E-03	500	4.22E+05	844,0	0,911
180	200	1799,0	33206	6.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.80E-03	464	3.64E+05	784,7	0,911
240	200	1715,3	30189	0.1026	1.85E-04	0,01	0,1126	2.80E-03	443	3.31E+05	748,2	0,911
30	1000	1714,2	676198	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1618	7.06E+05	436,0	0,958
45	1000	1552,5	55465	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1466	5.79E+05	394,9	0,958
60	1000	1473,5	49968	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1391	5.2E+05	374,8	0,958
90	1000	1359,0	425005	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1283	4.43E+05	345,7	0,958
120	1000	1287,7	38160	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1216	3.98E+05	327,6	0,958
180	1000	1199,3	33096	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1132	3.45E+05	305,1	0,958
240	1000	1147,7	30104	0.2301	1.45E-04	0,01	0,2401	1.63E-04	1080	3.14E+05	290,9	0,958
30	6000	1093,3	67476	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5746	5.50E-06	5251	6.87E+05	130,8	0,982
45	6000	982,5	544920	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5746	5.50E-06	4719	5.55E+05	117,6	0,982
60	6000	941,2	50009	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5746	5.50E-06	4521	5.09E+05	112,6	0,982
90	6000	869,0	42627	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5745	5.50E-06	4174	4.34E+05	104,0	0,982
120	6000	823,6	38290	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5745	5.50E-06	3956	3.90E+05	98,5	0,982
180	6000	767,1	33223	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5745	5.50E-06	3685	3.38E+05	87,6	0,982
240	6000	731,7	30227	0.5646	1.27E-04	0,01	0,5146	5.50E-06	3515	3.08E+05	64,23	0,982
30	40000	681	67597	1.45759	1.17E-04	0,01	1.469593	1.35E-7	20042.09	6.815E+5	34,01	0,992
45	40000	611	58963	1.57942	1.17E-04	0,01	1.591421	1.35E-7	17985.83	5.941E+5	33,03	0,992
60	40000	586	50183	1.46143	1.17E-04	0,01	1.473432	1.35E-7	17246.41	5.06E+5	29,34	0,992
90	40000	541	42735	1.46013	1.17E-04	0,01	1.472132	1.35E-7	15921.9	4.309E+5	27,06	0,992
120	40000	513	38349	7.45723	1.17E-04	0,01	1.469231	1.35E-7	15097.77	3.867E+5	25,61	0,992
180	40000	478	33357	1.45994	1.17E-04	0,01	1.471945	1.35E-7	14067.78	3.363E+5	23,91	0,992
240	40000	456	30374	1.46076	1.17E-04	0,01	1.472762	1.35E-7	13420.32	3.062E+5	22,82	0,992

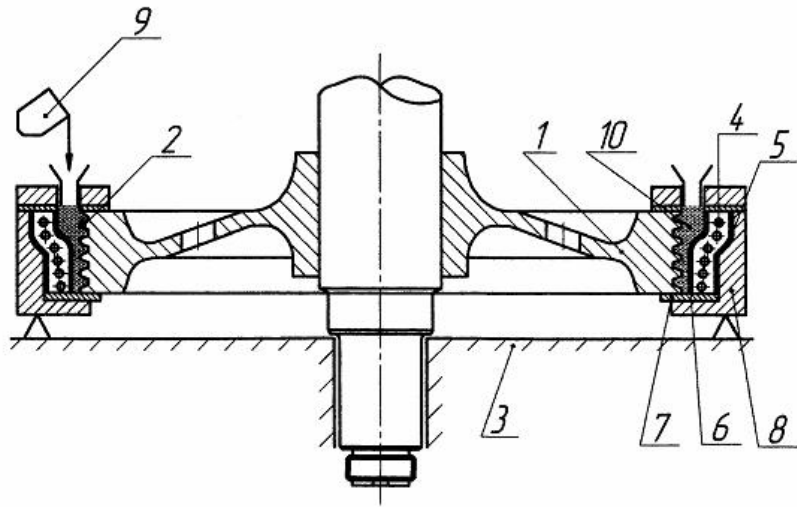


Fig. 1

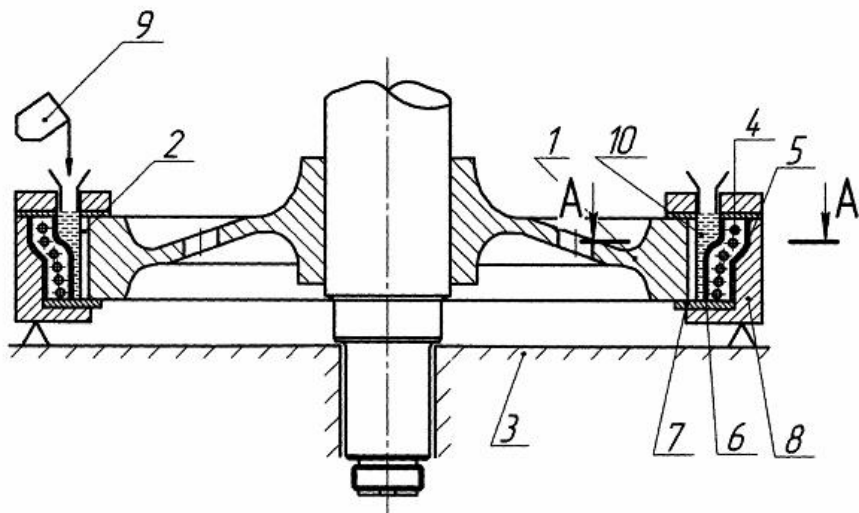
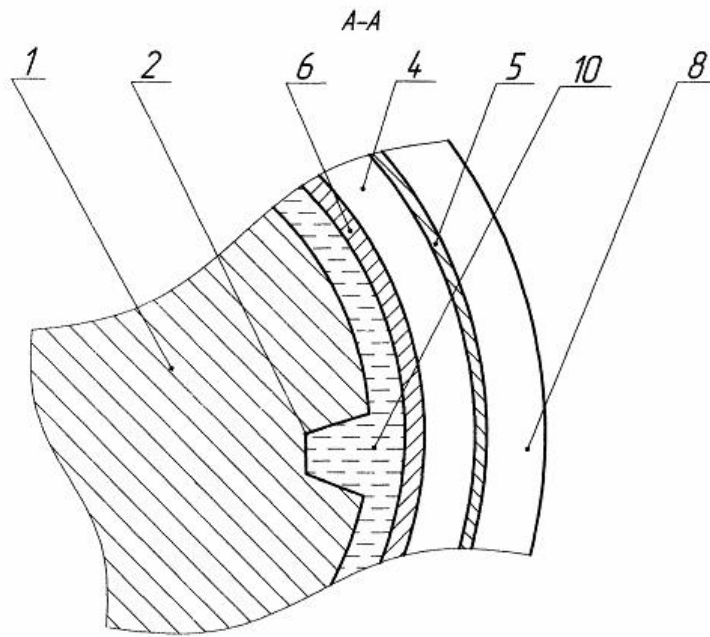


Fig. 2



Фиг. 3