



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91927 (13) C2
(51) МПК (2009)
B23H 1/00
B23H 5/00
B23H 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ СПОЛУЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

1

(21) а200901066
(22) 10.02.2009
(24) 10.09.2010
(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.
(72) МАРЦИНКОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ СІГІЗМУНДОВИЧ, ТАРЕЛЬНИК В'ЯЧЕСЛАВ БОРИСОВИЧ, КОНОПЛЯНЧЕНКО ЄВГЕН ВЛАДИСЛАВОВИЧ, ОЛІЙНИК ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ
(73) МАРЦИНКОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ СІГІЗМУНДОВИЧ
(56) UA 66105 C2; 10.04.2008
SU 1313610 A1; 30.05.1987
RU 58059 U1; 10.11.2006
RU 76591 U1; 27.09.2008
RU 2231430 C2; 27.06.2004
US 4686153 A; 11.08.1987
US 6806433 B2; 19.10.2004
JP 10337617 A; 22.12.1998
ЗУЕВ А.А., ГУРЕВИЧ Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. - М.: Колос, - 1980, С.219-220
(57) 1. Спосіб обробки сполучних поверхонь деталей, що включає формування на сполучних поверхнях методом електроерозійного легування з використанням катода і анода поверхневого шару, мікротвердість якого менша за мікротвердість основи деталі, який **відрізняється** тим, що на пове-

2

рхні катода з металу та/або сплаву формують поверхневий шар з кольорового металу та/або сплаву, після чого на сформований поверхневий шар тим же методом додатково наносять кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів, при цьому формують твердий зносостійкий поверхневий шар з високим коефіцієнтом тертя, під яким розміщено перехідний шар, мікротвердість якого менша за мікротвердість основи деталі.
2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що як катод використовують поверхню із сталі та/або чавуну.
3. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що як анод використовують електрод-інструмент з нікелю.
4. Спосіб за пп.1, 3, який **відрізняється** тим, що поверхневий шар з кольорового металу та/або сплаву наносять при енергії розряду 0,01-0,63Дж.
5. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів формують з використанням анода, яким є електрод-інструмент з твердих сплавів групи карбідів вольфраму та/або карбідів титану, при енергії розряду 0,01-0,63Дж.
6. Спосіб за п.1 або п.5, який **відрізняється** тим, що кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів формують з інтервалом 4-6мм і шириною 4-6мм.

Винахід належить до галузі електрофізичної і електрохімічної обробки, зокрема, до електроерозійного легування (ЕЕЛ), і може бути використаний для обробки сполучних поверхонь нерухомих з'єднань деталей.

Нерухомі з'єднання спряжених деталей характеризуються неможливістю їх взаємного переміщення. Нерухомість сполучення забезпечується натягом. Міцність сполучення визначається посадкою і якістю точності. Нерухомі з'єднання можуть бути виконані пресовими посадками (гарантований натяг) або перехідними посадками (натяг або зазор).

Складання нерухомих поверхонь може здійснюватися запресовуванням валу в отвір, нагріван-

ням деталі, яка має отвір і охоплює вал, або охолоджуванням валу [Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. М.: Колос, 1980, - с.219-220].

При складанні нерухомих деталей, крім забезпечення міцності з'єднання, часто стоїть задача забезпечення і його герметичності, наприклад, у посадочних місцях металевих кілець імпульсних торцевих ущільнень. Зазначені способи такої герметичності не гарантують.

При складанні нерухомих з'єднань спряжених поверхонь деталей піддаються пластичній деформації, тому бажано, щоб тверді металеві деталі мали м'якіший поверхневий шар.

(13) C2
(11) 91927
(19) UA

Відомо спосіб електроерозійного легування, за допомогою якого можна змінити твердість металевих поверхні:

- підвищити твердість нанесенням на поверхню матеріалу вищої твердості або дифузійним введенням в поверхневий шар необхідних хімічних елементів з навколишнього середовища або з матеріалу анода;

- знизити твердість, наносячи на поверхню м'якіші матеріали;

- підвищити твердість при обробці незагартованого, але такого матеріалу, який гартується, застосовуючи імпульси з більшою енергією або триваліші імпульси, що розігрівають метал декілька глибше за сумарну товщину нанесеного і дифузійного шарів [Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей., М. - Машиностроение, 1976., с.19].

Відомо спосіб електроерозійного легування карбідами і борідними сполуками тугоплавких металів, які в більшості випадків одержують металокерамічним методом. Іноді ці метали мають деяку кількість металевого зв'язувального. Вони утворюють хороший шар покриття і, внаслідок їх невеликої хімічної активності, якнайменше чутливі до складу навколишнього середовища і матеріалу основи. [Назаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей, М. - Машиностроение, 1976, с.13].

Такі покриття надають поверхні високої зносостійкості та твердості. Проте їх порівняно високий коефіцієнт тертя (0,3-0,7) не дозволяє застосовувати ці покриття для деталей тертя.

Найближчим до винаходу є спосіб обробки сполучних поверхонь деталей методом електроерозійного легування, з використанням катода і анода, попередньо термооброблених поверхонь з формуванням поверхневого шару, який відрізняється тим, що використовують графітовим електродом за допомогою імпульсних розрядів при енергії 0,4-4,0 Дж з утворенням поверхневого "білого" шару, мікротвердість якого вища за мікротвердість основної сталі, і підшару - зони відпуску, який розташовано під "білим" шаром і має мікротвердість нижчу, ніж мікротвердість основної сталі, причому після електроерозійного легування видаляють "білий" шар [UA №66105, B23H1/00, 2008].

При застосування зазначеного способу для обробки сполучних поверхонь деталей не досягають достатньої міцності, надійності і довговічності нерухомих з'єднань.

В основу винаходу поставлено задачу створення способу обробки сполучних поверхонь деталей, який би підвищив міцність, надійність і довговічність нерухомих з'єднань із збереженням необхідної герметичності.

Поставлену задачу вирішують тим, що в способі обробки сполучних поверхонь деталей, який включає формування на сполучних поверхнях методом електроерозійного легування з використанням катода і анода поверхневого шару, мікротвердість якого менша за мікротвердість основи деталі, згідно з винаходом, на поверхні катода з металу та/або сплаву формують поверхневий шар з ко-

льорового металу та/або сплаву, після чого на сформований поверхневий шар тим же методом додатково наносять кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів, при цьому формують твердий зносостійкий поверхневий шар з високим коефіцієнтом тертя, під яким розміщено перехідний шар, мікротвердість якого менша за мікротвердість основи деталі.

Як катод можуть використовувати поверхню із сталі та/або чавуну.

Як анод можуть використовувати електрод-інструмент з нікелю.

Поверхневий шар з кольорового металу та/або сплаву можуть наносити при енергії розряду 0,01-0,63 Дж.

Кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів можуть формувати з використанням анода, яким є електрод - інструмент з твердих сплавів групи карбідів вольфраму та/або карбідів титану, при енергії розряду 0,01-0,63 Дж.

Кільцеві ділянки покриття з твердих сплавів можуть формувати з інтервалом 4-6 мм і шириною 4-6 мм.

У сформованому поверхневому шарі міцність, надійність та довговічність нерухомого з'єднання забезпечується покриттям, яке складається з поверхонь кільцеподібних ділянок, сформованих послідовним нанесенням нікелю та твердого сплаву. Утворюється покриття з твердим, зносостійким поверхневим шаром та таким, що має високий коефіцієнт тертя, під яким знаходиться шар, мікротвердість якого нижче за мікротвердість основи. Герметичність нерухомого з'єднання забезпечує покриття, що складається з поверхонь кільцеподібних ділянок нікелю, мікротвердість якого нижче за мікротвердість основи.

Винахід пояснюється малюнками.

На Фіг.1 схематично зображено сполучні поверхні, оброблені з використанням способу за винаходом, що заявляється;

на Фіг.2 зображено мікроструктуру (а) і графік розподілу мікротвердості по глибині шару (б) при електроерозійному легуванні чавуну марки ВЧ60 нікелем;

на Фіг.3 - мікроструктуру (а) і графік розподілу мікротвердості по глибині шару (б) при електроерозійному легуванні чавуну марки ВЧ60 твердим сплавом ВК8;

на Фіг.4 - мікроструктуру (а) і графік розподілу мікротвердості по глибині шару (б) при електроерозійному легуванні чавуну марки ВЧ60 нікелем і твердим сплавом ВК8.

Спосіб здійснюють наступним чином.

На сполучну поверхню сталевих та/або чавунних деталей (незалежно від їх термообробки) методом електроерозійного легування наносять покриття з нікелю. При цьому використовують імпульсні розряди при енергії 0,01-0,63 Дж з утворенням поверхневого шару, мікротвердість якого менша за мікротвердість основи деталі.

Після цього на поверхневий шар з нікелю тим же методом і при тих же режимах наносять кільцеві ділянки покриття електродами з твердих сплавів групи карбідів вольфраму або карбідів титану з інтервалом 4-6 мм і шириною 4-6 мм (Фіг.1).

Нижня межа енергії обмежується ефективністю способу. Збільшення енергії розряду вище за верхню межу при нанесенні нікелю і твердого сплаву групи карбідів вольфраму або карбідів титану призводить до різкого підвищення шорсткості легованої поверхні.

У сформованому таким чином поверхневому шарі міцність, надійність і довговічність нерухомого з'єднання забезпечується покриттям, що складається з поверхонь кільцевих ділянок, сформованих послідовним нанесенням нікелю і твердого сплаву групи карбідів вольфраму або карбідів титану (ділянки 1, Фіг.1). В даному випадку утворюються покриття з твердим зносостійким поверхневим шаром, що має високий коефіцієнт тертя, під яким знаходиться шар, мікротвердість якого нижча за мікротвердість основи. При складанні твердий поверхневий шар вминається в м'який шар, що лежить нижче, проте герметичності з'єднання при цьому не забезпечується. Герметичність нерухомого з'єднання забезпечується покриттям, що складається з поверхонь кільцевих ділянок нікелю, мікротвердість якого нижча за мікротвердість основи (ділянки 2, Фіг.1).

Винахід пояснюється конкретним прикладом виконання способу обробки сполучних поверхонь деталей з високоміцного чавуну ВЧ60.

ЕЕЛ зразків високоміцного чавуну ВЧ60 (10×10×8мм) здійснювали в повітряному середовищі на установці з ручним вібратором моделі "Елітрон 22А". При цьому легування проводили протягом 1,5 хв. з використанням 6-го режиму (напряга холостого ходу $U_{х.х.}=77В$; струм короткого замикання $I_{к.з.}=2,4-2,8А$; ємність накопичувального конденсатора $C=300мкФ$).

Як електродні матеріали використовували: нікель (Ni) і твердий сплав ВК8. Крім того, наносили комбіновані електроерозійні покриття складу: нікель +ВК8.

Для дослідження структури і вимірювання мікротвердості поверхневого шару використовували шліфи зразків після ЕЕЛ. Поверхня шліфа була орієнтована перпендикулярно до поверхні електроерозійного зміцнення. Перед виготовленням шліфа для виключення крайового ефекту при легуванні торець зразка фрезерували на глибину не менше 2мм. Для попередження сколювання шару, завалів краю зразок закріплювали з контртілом в струбціні. Потім шліф піддавали хімічному трав-

ленню для виявлення структури в реактиві відповідно до матеріалу основи.

Після виготовлення шліфи досліджували на оптичному мікроскопі "Неофот-2" і растровому електронному мікроскопі-аналізаторі "РЕМ - 106 І" Сумського ПО "Електрон", де проводилася оцінка якості шару, його суцільності, товщини і структури зон підшару -дифузійної зони і зони термічного впливу. Одночасно проводили дюрOMETричний аналіз на розподіл мікротвердості в поверхневому шарі і по глибині шліфа від поверхні. Вимір мікротвердості проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 вдавлюванням алмазної піраміди під навантаженням 0,5Н.

В результаті досліджень металографії встановлено, що сформовані покриття складаються, як правило, з двох шарів (Фіг.2-4). Зверху розташовано „білий” шар (шар, який не піддається травленню звичайними реактивами). Нижче розміщується перехідний шар, шар темнішого кольору. Іноді присутній третій шар - зона термічного впливу.

При електроерозійному легуванні чавуну ВЧ60 нікелем формується поверхневий шар товщиною до 70 мкм, мікротвердість якого становить 2200-2760МПа, нижче - перехідний шар, який є результатом сумісної дії процесів дифузії і термічного впливу. Мікротвердість цього шару становить 4290-5260МПа (Фіг.2, табл.).

При електроерозійному легуванні ВЧ60 твердим сплавом ВК8 формується поверхневий шар товщиною до 30мкм, мікротвердість якого складає 5790-10300МПа. Нижче знаходиться перехідний шар з мікротвердістю 4900МПа (Фіг.3, табл.).

При послідовному нанесенні шарів з нікелю і твердого сплаву ВК8 мікротвердість в поверхневому шарі товщиною до 20мкм складає 11830МПа. Нижче розташовано перехідний шар товщиною 65-85мкм з мікротвердістю 2200МПа, в нижній частині якого, в результаті термічного впливу, мікротвердість підвищується до 3560-4580МПа (Фіг.4, табл.).

Аналогічний розподіл мікротвердості відбувається і при електроерозійному легуванні сталі 45 нікелем і твердим сплавом ВК8.

Результати розподілу мікротвердості по глибині шару зразків з високоміцного чавуну і сталі 45 зведені в табл.

Таблиця

Властивості електроерозійних покриттів на високоміцному чавуні і сталі 45

Матеріал основи	Матеріал електрода	Товщина, мкм		Мікротвердість, МПа	
		Білий шар	Перехідний шар	Білий шар	Перехідний шар
ВЧ60*	Ni	до 70	10	2200-2760	4290-5260
ВЧ60	BK8	25-30	15	5790-10300	4900
ВЧ60	Ni+BK8	20	65-85	11830	2200-4580
Ст 45**	Ni	25	10	2000	2500
Ст 45	BK8	20	10	11000	3500
Ст 45	Ст 45	15	60-70	10000	2000-5750

* - мікротвердість матеріалу основи $H_{\mu}=2900-3100МПа$;

** - мікротвердість матеріалу основи $H_{\mu}=2700-2800МПа$.

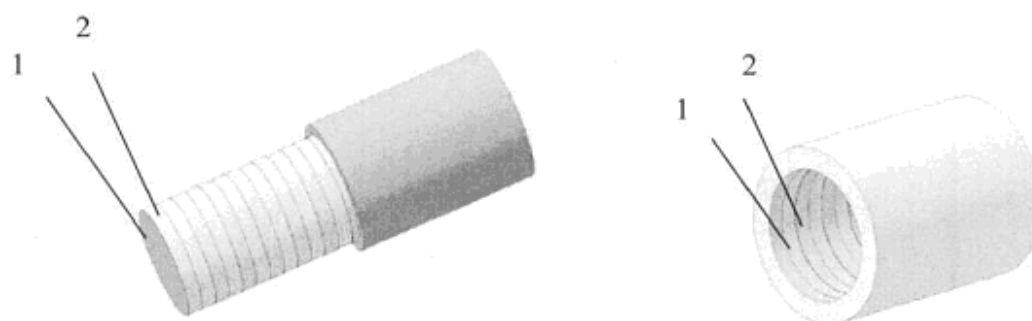
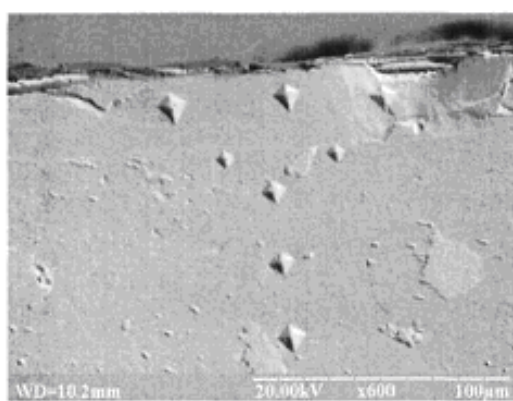
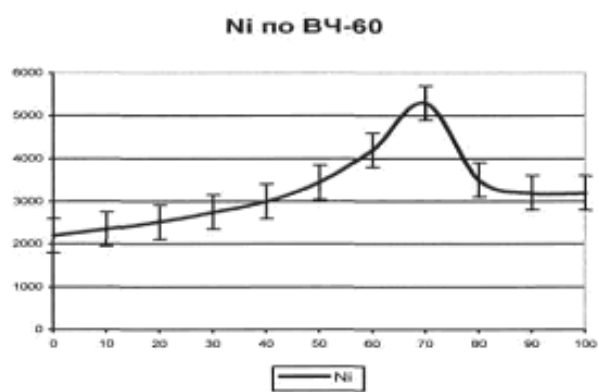


Fig. 1

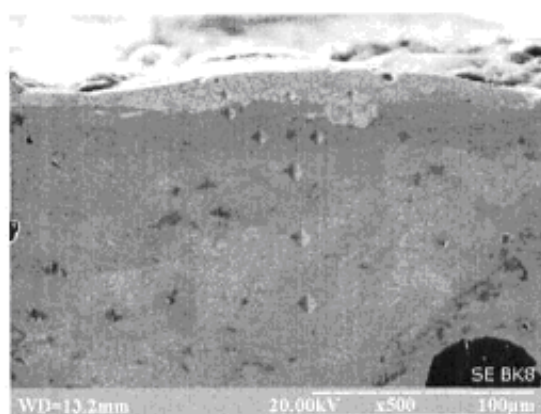


(a)

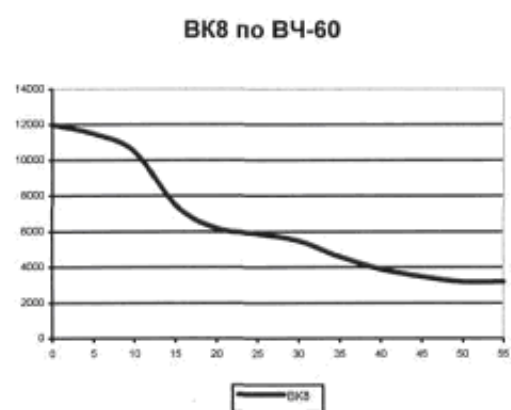


(b)

Fig. 2

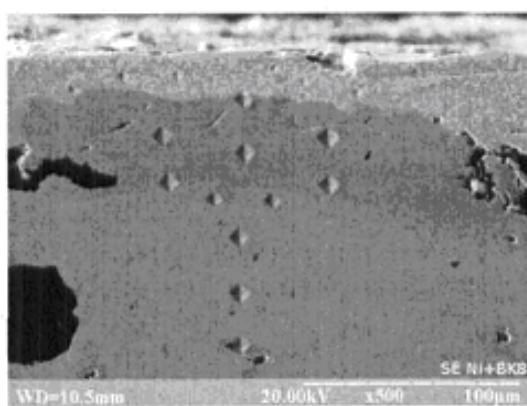


(a)

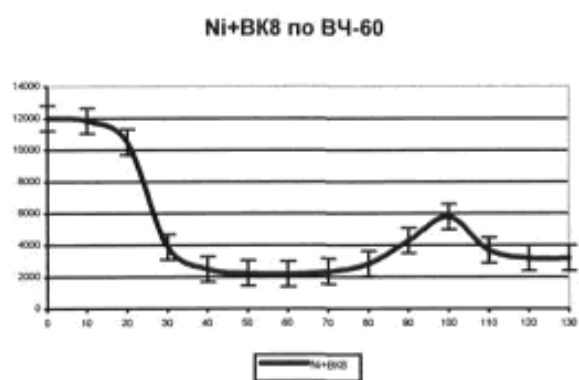


(b)

Fig. 3



(a)



(б)

Fig. 4