



M.B. Ковіня

Голова Державної служби інтелектуальної власності України

12.05.2014.

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи

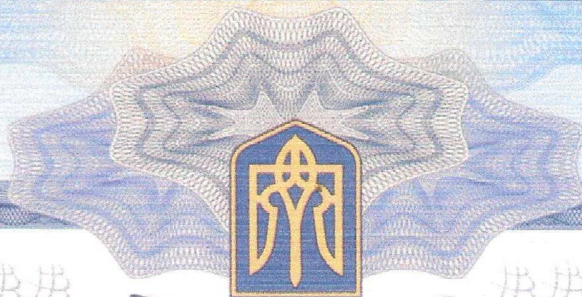
Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

СПОСІБ ПОЛІПШЕННЯ ПРИПРАЦЮВАНІСТІ ПАРИ
ТЕРТЯ "ВКЛАДІШ ПІДШПІНКА-ШИЙКА ВАГА"

№ 105422

НА ВИНАХІД

ПАТЕНТ



УКРАЇНА



УКРАЇНА

UA (19) 105422 (11) C2 (13)
 (51) МКК (2014.01)
 F16C 33/04 (2006.01)
 B23H 1/00
 B23H 5/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2012 11539
(22) Дата подання заявки:	05.10.2012
(24) Дата, з якої є чинним права на винахід:	12.05.2014
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.04.2014, Бюл. № 7
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	12.05.2014, Бюл. № 9
(72) Винахідник(и):	Марцинковський Василь Сізмундович (UA), Тарельник Вічеслав Борисович (UA), Дзюба Олександр Володимирович (UA)
(73) Власник(и):	МАРЦИНКОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ СІЗМУНДОВИЧ, вул. Березова, 2, сел. Сад, Сумський р-н, Сумська обл., 42343 (UA)
(74) Представник:	Лісна Тетяна Леонідівна, ресепр. №286
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 92814 C2; 10.12.2010 UA 95009 C2; 25.06.2011 RU 2337796 C2; 10.04.2008 SU 1734968 A1; 23.05.1992 US 4123122 A; 31.10.1978 UA 66105 C2; 10.04.2008 GB 2046850 A; 19.11.1980 SU 1313610 A1; 30.05.1987 GB 1600951 A; 21.10.1981 RU 2271913 C2; 20.03.2006

(54) СПОСІБ ПОЛІПШЕННЯ ПРИПРАЦЮВАННОСТІ ПАРИ ТЕРТЯ "ВКЛАДИШ ПІДШПИНКА-ШИЙКА
 ВАЛА"

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі електрофізичної та електромеханічної обробки, зокрема до електрофізичного лугування, і може бути використаний для обробки підшпінкових шпик валів, що контактують з вкладишами підшпінників ковзання. Спосіб включає формування електрофізичним лугуванням поверхневого шару з м'якого антифрикційного матеріалу з мікротвердістю нижче мікротвердості основи принаймні на одній з поверхонь пари тертя. Поверхневий шар формують електрофізичним лугуванням на поверхні шийки вала, яка контактує з поверхнею вкладиша підшпінника. Винахід забезпечує підвищення надійності і довговічності підшпінників ковзання.

- Винахід належить до галузі електрофізичної та електрохімічної обробки, зокрема до електроозойного лугування, і може бути використаний для обробки підшипникових шийок валів, що контактують з вкладами підшипників ковзання.
- Відомо підшипникові матеріали з м'яких металів Sn, Pb, Cd, Sb, Zn, що характеризуються наявністю твердих ступтурних складових в пластичній матриці, які називаються бабітами. Їх заливують при температурі 450-480 °C на вклядиш, підігріті до 250 °C. Найчастіше застосовують відцентрову заливку, заливаючи у колій під тиском, при цьому товщина заливки в підшипниках становить 1-3 мм [Аркунів Д.Н. Триботехніка. - М.: Машиностроєння, 1989. - С. 161].
- Істотним недоліком бабітів є їх малий опір втомі, особливо при температурі понад 100 °C. Зі зменшення товщини заливки підшипника опір втомі збільшується. Мінімальна товщина заливки бабіту допускається 0,25-0,4 мм [Аркунів Д.Н. Триботехніка. - М.: Машиностроєння, 1989. - С. 161].
- Відомо, що прискорення знущування і розвитку пошкодження поверхонь тертя у періоді після припрацювання залежить від наявності на поверхні тертя неоправних мікро-, а іноді і макропошкодження, що утворилися в процесі припрацювання. До числа таких пошкодження належать локальні руйнування ступтурних складових у результаті переважання у металі в цьому випадку розвиваються пошкодження внаслідок малопозигової втомі, причому уражаються найбільш слабкі ступтурні складові. Так, при використанні в тонкошарових підшипниках бабіту B83 в кубічних кристалах SnPb утворюються мікротріщини, які згодом стають осередками розвитку тріщин вже в обсязі всього шару [Треніє, износ и смазка / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др. / - М.: Машиностроєння, 2003. - с. 312].
- Відомо способи електроозойного лугування (ЕЛ) поверхні - процес перенесення матеріалу на оброблювану поверхню ікровим електричним розрядом [Назаренко Н.И. Электроскорвое пегирование металлических поверхностей. 1976. - С. 3, 4].
- Спосіб має ряд специфічних особливостей:
- матеріал анода (лугуючий матеріал) може утворювати на поверхні катода (лугування) поверхні шар покриття, надзвичайно міцно зчеплений з даною поверхнею, у цьому випадку не тільки відсутня межа розділу між нанесеним матеріалом і металом основи, але навіть відбувається дифузій елементів анода в катод;
 - лугування можна здійснювати в строю зазначених місцях, не захищаючи при цьому решту поверхні деталі;
 - технологія електроозойного лугування металевих поверхонь дуже проста, а необхідна апаратура малобаратна.
- Найближчим до способу, що заявляється, є спосіб обробки вкладашів підшипників ковзання, який полягає в тому, що на поверхню бабітового покриття вкладаш підшипника наносять методом електроозойного лугування індій або олово при енергії розряду 0,01-0,03 Дж. При цьому формується поверхневий шар з мікротвердістю нижче мікротвердістю основи, в якому відсутні тверді вклячення (SnPb) квадратної форми. [УА 92814, F16C 33/04; B23H 1/00; B23H 5/00, 2010].
- Зазначений спосіб також не позбавлений недоліків. Слід зазначити, що при нанесенні на поверхню бабіту м'яких антифрикційних металів індій або олова виникають певні труднощі:
- залипання лугуючого електрода;
 - низька продуктивність;
 - складно механізувати процес ЕЛ;
 - утруднений контроль сучільності покриття, що наноситься.
- В основу винаходу поставлена задача підвищення надійності і довговічності підшипників ковзання шляхом поліпшення припрацювання їх вкладашів.
- Поставлену задачу вирішують тим, що в способі поліпшення припрацювання пари тертя "вкладаш підшипника - шийка вала", який вклячає формування електроозойним лугуванням поверхневого шару з м'якого антифрикційного матеріалу з мікротвердістю нижче мікротвердістю основи принаймні на одній з поверхонь пари тертя, згідно з винаходом, поверхневий шар формується електроозойним лугуванням на поверхні шийки вала, яка контактує з поверхнею вкладашів підшипника.
- Повірхневий шар формується електроозойним лугуванням на поверхні шийки вала, яка контактує з поверхнею вкладашів підшипника, після її зміцнення, наприклад, поетапно цементацією.
- Повірхневий шар принаймні одного м'якого антифрикційного матеріалу, вибраного з групи, до складу якої входять індій, олово, мідь, срібло, формують електроозойним лугуванням з енергією розряду 0,01-0,03 Дж.

- 112.
- 50 Матеріали анода і катода, а також деякі їх фізико-механічні властивості наведені в таблицях (деталі) і матеріали для анода (герметичного електрода):
- Матеріали, які застосовували для дослідження, поділялися на матеріали для катода механічних спеціальностей вузов. - М.: Машиностроение, 1989. - 321 с].
- 45 В залежності від умов роботи, шорсткість Ra поверхні підшипники ковання становить 1,0-0,16 мкм. [Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и графтом) і модифіковані чавуни.
- Отворами, а також важких валів, порад зі сталю, застосовують високоміцні чавуни (з кулястим для виготовлення фасонних валів, наприклад, количатих з великими фланцями і великими сталеї типу 38 x 2MnO, що піддаються азотуванню.
- 40 Твердості шийок; їх виготовляють із сталей 20X, 12XH3A, 18XLT, що піддаються цементації, або Швидкісні валі, що обертуються в підшипниках ковання, вимагають досить високої загартованню з високим відпуском або поверхневому загартованню з нагріванням ТВЧ.
- 45, 40X. Для високонавантажених валів відповідальних машин застосовують леговані сталі 40XH, 40XH2MA, 30XLT, 30XCS та ін. Валі з цих сталей звичайно піддають поліпшенню, Для більшої валів застосовують термічно оброблювані середньо вуглецеві і леговані сталі заготовок прокаткою.
- 35 Механічним характеристикам, здатності до зміцнення і локості одержання циліндричних основними матеріалами для валів служать вуглецеві і леговані сталі завдяки високим визначальною.
- 30 З підшипниками. Значимість останніх критеріїв у випадку підшипників ковання може бути визначається критеріями їх працездатності, в тому числі критеріями працездатності шийок валів У сучасному машинобудуванні вибір матеріалу і термічної обробки валів і осей виробів на фір. 10 - розподіл мікротвердості в поверхневому шарі сталі 40X зразка № 5.
- 25 на фір. 9 - мікрошліф зразка № 5 із сталі 40X; на фір. 8 - розподіл мікротвердості в поверхневому шарі сталі 40X зразка № 4; на фір. 7 - мікрошліф зразка № 4 із сталі 40X; на фір. 6 - розподіл мікротвердості в поверхневому шарі сталі 40X зразка № 3; на фір. 5 - мікрошліф зразка № 3 із сталі 40X;
- 20 на фір. 4 - шліфи для проведення металографічних і діюпометричних досліджень; на фір. 3 - сталевий зразок для дослідження результатів ЦЕЛ і ЕЕЛ мірду; на фір. 2 - сталевий зразок для дослідження результатів ЦЕЛ і ЕЕЛ сріблом; на фір. 1 зображена установка "ЕИЛ-8А" для відновлення і зміцнення посадочних деталей; Винахід пояснюється рисунками.
- 15 лугування, при використанні електрода - інструменту з олова.
- Інструменту з індію та різкого підвищення шорсткості поверхні, що піддається вище верхньої межі при нанесенні індію або олова веде до швидкого напруження і втрати форми Нижче значення енергії обмежується ефективною способом. Збільшення енергії розряду їх взаємодії з твердими тілами, що деформується.
- 10 Вибір граничних значень енергії розряду для нанесення індію та олова зумовлено природою безбарзвильної ультразвукової фінішної обробці (БВФО).
- металів, що наносяться з енергією розряду 0,01-0,4 Дж, необхідно надавати наступний збільшення енергії розряду спричиняє зростання шорсткості поверхні >Ra 1 мкм. Поверхню наносять методом ЕЕЛ на підшипникові шийки валів з енергією розряду 0,01-0,04 Дж. Подальше рекомендувати покриття з м'яких антифрикційних металів: індію, олова, міді та срібла, які припрацьовуваності їх вкладавши, наприклад, з бабіту, до практичного застосування можна Для підвищення надійності і довговічності підшипників ковання шляхом поліпшення розряду 0,01-0,4 Дж, після чого його піддають безбарзвильної ультразвукової фінішної обробці.
- до склади якої входять мідь і срібло, формують електродепозитним лугуванням з енергією Поверхневий шар прийнятний одного м'якого антифрикційного матеріалу, вибраного з групи,

Таблиця 1

Режими обробки та фізико-механічні властивості матеріалів, які застосовуються при ЕЕЛ як катод (деталі)

Марка матеріалу	Кристалічна решітка	Межа міцності при розтягуванні, кг/мм ²	Межа плинності, кг/мм ²	Твердість, НВ
Сталь 45	О.Ц.К.	96,8	84,6	280
Сталь 40Х	О.Ц.К.	98	86	220

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості матеріалів, які застосовуються при ЕЕЛ як анод (тепуючого електрода)

Марка матеріалу	Температура плавлення, °С	Твердість	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Коефіцієнт лінійного розширення, 10 ⁻⁶ , град ⁻¹
Мідь	1084	88НВ	401	16,5
Срібло	817	25НВ	453	14,2
Олово	232	5НВ	59,8	22
Індій	157	0,9НВ	87	60,5

На параметри якості покриттів при ЕЕЛ впливають безліч факторів, з числа яких, у першу чергу, слід виділити режими легування.

Вплив матеріалу легування, режимів ЕЕЛ на якісні параметри покриттів визначалися на установці з ручним вібратором моделі "ЕЕЛ-8А", фіг. 1. Основні режими її роботи наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Режими роботи установки "ЕЕЛ-8А"

Номер режиму	Напряга холостого ходу U _{хх} , В	Робочий струм I _р , А			Енергія розряду W _р , Дж	
		C=150 мкФ	C=300 мкФ	C=150 мкФ	C=300 мкФ	
1	16	0,2-0,4	1,0-1,4	0,01	0,02	
2	23	0,3-0,5	1,4-1,6	0,02	0,05	
3	30	0,5-0,6	1,6-2,0	0,04	0,08	
4	37	0,6-0,7	1,8-2,0	0,06	0,12	
5	47	0,7-0,8	2,0-2,2	0,10	0,20	
6	57	0,8-0,9	2,2-2,4	0,15	0,30	
7	67	0,9-1,0	2,4-2,7	0,20	0,40	
8	77	1,0-1,2	2,6-2,8	0,27	0,55	
9	87	1,1-1,3	2,6-3,5	0,34	0,68	

Товщину шару покриття вимірювали мікрометром, а шорсткість поверхні - на приладі профілографі - профілометри моделі 201 заводу "Калібр" шляхом отримання та опрацювання профілограм. Сучільність покриття оцінювали візуально.

Більшість експериментів проводили з використанням як матеріалу катода (зразка) сталі 45, на якій оцінювали якість сформованих покриттів (товщину і шорсткість) після ЕЕЛ. Для досліджень застосовували прямокутні зразки розміром 10×10×8 мм з шорсткістю вихідної

Зразки сталі 40Х надавали цементатції методом електроосадного легування. Після цього на них методом ЕЕЛ наносили покриття з міді та срібла і надавали обробці БУФО. На цих зразках досліджували шорсткість, сучільність, товщину шару і розподіл мікротвердості по мірі поліпшення відносно поверхні.

Цементатцію електроосадним легуванням (ЦЕЛ) виконували на переносній установці ЕЕЛ з ручним вібратором "Елітрон - 22А", що забезпечує енергію розряду в діапазоні 0,1...0,53 Дж, і

20

15

10

5

установці ЕЕЛ більшої потужності "Елітрон - 52А" з енергією розряду до 6, 8 Дж. Процес цементації електродепозитним легуванням (ЦЕЛ) проводили в автоматичному режимі за допомогою спеціального пристосування на різних режимах в діапазоні енергій розряду (W_p) від 0,1 до 6,8 Дж.

Для досліджень використовували спеціальні зразки, виготовлені із сталі 40Х у вигляді котушки, що складається з двох дисків діаметром 50 мм і шириною 10 мм, з'єднаних між собою проставкаю діаметром 15 мм, що має дві технологічні ділянки такого ж діаметра, фіг. 2, 3. Поверхні дисків перед ЦЕЛ шліфували до $Ra=0,5$ мкм. Зразки закріплювали в патроні токарного верстата, після чого виконували ЦЕЛ, легування сріблом і міддю і обробку БУФО. На всіх етапах обробки вимірювали шорсткість поверхні на приладі профілографі - профілометри моделі 201 заводу "Калібр", з дисків, в свою чергу, вирізали окремі сегменти, з яких виготовляли шліфи для металографічних і діюметричних досліджень, фіг. 4.

Виготовлені шліфи досліджували на оптичному мікроскопі "Неофот-2", проводили оцінку якості шару, його суцільності, товщини і будови зон підшару - дифузійної зони і зони термічного впливу. Одночасно проводили діюметричний аналіз на розподіл мікротвердості в поверхневому шарі і по глибині шліфа від поверхні. Замір мікротвердості проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 вдавненням алмазної піраміди.

При ЦЕЛ деталей використовували графітові електроди марки ЗГ-4 ОСТ 229-83. ЦЕЛ виконували з продуктивністю 5 хв/см².

Нижче представлено результати дослідження наступних серій зразків із сталі 40Х:

- поєдана цементация ($W_p=2,83$ і 0,9 Дж; продуктивність, відповідно, 5 і 2,0 хв/см²); обробка БУФО (зразок № 3);
- цементация ($W_p=2,83$ Дж; продуктивність 5 хв/см²); легування сріблом ($W_p=0,4$ Дж; продуктивність 1 хв/см²); обробка БУФО (зразок № 4);
- цементация ($W_p=2,83$ Дж; продуктивність 5 хв/см²); легування міддю ($W_p=0,4$ Дж; продуктивність 1 хв/см²); обробка БУФО (зразок № 5).

На підставі проведених досліджень отримані якісні параметри покриттів з м'яких металів (мідь, індій олово, срібло), нанесених методом ЕЕЛ на сталь 45 (таблиця 4).

Таблиця 4

Якісні параметри покриттів з м'яких металів (мідь, індій, олово і срібло), нанесених методом ЕЕЛ на сталь 45

Режим W_p , Дж	$T_{пар}$, хв.	Шорсткість, Rz, мкм				Приріст, Δh , мкм			
		Cu	In	Sn	Ag	Cu	In	Sn	Ag
0,01	4,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,01	0,01	0,01	0,01
0,02	3,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,01	0,02	0,01	0,01
0,04	3,0	0,1	0,8	1,0	0,7	0,02	0,03	0,03	0,02
0,05	2,7	1,2	-	1,5	0,8	0,03	-	0,05	0,02
0,08	2,0	1,3	-	4,5	1,0	0,03	-	0,10	0,03
0,10	2,0	1,4	-	5,6	1,0	0,04	-	0,12	0,035
0,20	1,2	1,5	-	-	1,2	0,05	-	0,13	-
0,34	1,0	1,6	-	-	1,4	0,09	-	0,13	-
0,40	1,1	2,0	-	-	-	0,09	-	-	-
0,68	0,75	2,7	-	-	-	0,14	-	-	-

При заміні матеріалу підкладки із сталі 45 на чавун механізм формування покриття з м'яких антифрикційних металів практично не змінюється. Подальша обробка БУФО дозволяє знизити шорсткість поверхні до $Ra=0,5$ мкм.

В таблицях 5 і 6 представлено результати вимірювання шорсткості зразка № 3, відповідно, після поєданої цементації і БУФО.

30

35

Таблиця 5

Щоркiсть поверхнi зразка № 3 пiсля поетанної цементациї з енергiями розряду $W_p=2,83$ і $0,9$ Дж

Значення шорсткостi поверхнi в окремих точках, мкм								
Середнє значення параметра шорсткостi, мкм		R_a	3,09	2,73	2,19	3,41	2,31	2,24
		R_z	10,27	8,19	13,21	10,20	14,70	12,57
		R_a	2,3					
		R_z	11,5					

Таблиця 6

Щоркiсть поверхнi зразка № 3 пiсля поетанної цементациї з енергiями розряду $W_p=2,83$ та $0,9$ Дж і БУФО

Значення шорсткостi поверхнi в окремих точках, мкм								
Середнє значення параметра шорсткостi, мкм		R_a	0,7	0,47	0,52	0,64	0,45	0,7
		R_z	1,93	1,31	1,49	1,81	1,67	1,29
		R_a	0,56					
		R_z	1,58					

На фiг. 5, 6 зображено мiкросхiфi і розподiл твердостi у зразку № 3 зі сталi 40X, вiдповiдно. Як видно з рисунка, максимальна мiкротвердiсть зразка (до 650 HV) присутня на його поверхнi і по мiрi поглиблення плавного знижується до мiкротвердостi основи, яка складає 220 HV. Глибина зони пiдвиженої твердостi при цьому поширюється до 100 мкм.

Таким чином, пiсля поетанної цементациї з енергiями розряду $W_p=2,83$ і $0,9$ Дж і БУФО шорсткiсть поверхнi (R_a) круглого зразка зі сталi 40X, становить 0,56 мкм, при цьому глибина зони пiдвиженої твердостi поширюється до 100 мкм.

Результати вимiрювання шорсткостi поверхнi зразка № 4 пiсля поетанної цементациї і електроерозійного лерування сриблом представлєнi в таблицi 7, а з наступною обробкою БУФО - в таблицi 8.

Слiд зазначити, що при ЕЕЛ сриблом дiаметр зразка № 4 збiльшився на 0,05 мм, а пiсля обробки БУФО знизився на 0,03 мм.

Таблиця 7

Щоркiсть поверхнi зразка № 4 пiсля поетанної цементациї і ЕЕЛ сриблом

Значення шорсткостi поверхнi в окремих точках, мкм								
Середнє значення параметра шорсткостi, мкм		R_a	1,92	3,3	1,55	2,57	2,15	2,04
		R_z	5,43	9,37	4,38	7,26	6,17	5,76
		R_a	2,26					
		R_z	6,40					

На фiг. 7, 8 зображено мiкросхiфi і розподiл мiкротвердостi в зразку № 4 зі сталi 40X, вiдповiдно. Як видно з рисунка, на поверхнi зразка розташовується шар мiкротвердостi порядку 80-90 HV, що нижче мiкротвердостi основи (220 HV), і глибиною до 35 мкм. Далi, у мiру поглиблення, мiкротвердiсть плавного пiдвищується і на глибинi ~ 60 мкм досягає максимального значення 470 HV, пiсля чого знову плавного знижується до глибини 100 мкм, на якiй вiдповiдає мiкротвердостi основи.

Таблиця 8

Шорсткість поверхні зразка № 4 після поетапної цементації і ЕЛІ сріблом та обробки БУФО

Значення шорсткості поверхні в окремих точках, мкм		0,59	0,86	1,27	0,47	1,33	0,76	0,59
Середнє значення параметра шорсткості, мкм		R_a						
		1,68	2,44	3,59	1,33	3,76	2,14	1,68
		R_z						
		R_a						
		R_z						
		0,88						
		R_z						

Результати вимірювання шорсткості поверхні зразка № 5 після поетапної цементації і електроерозійного легування міддю представлені у таблиці 9 і з наступною обробкою БУФО - у таблиці 10.

Слід зазначити, що при ЕЛІ міддю діаметр зразка № 5 збільшився на 0,04 мм, а після обробки БУФО знизився на 0,02 мм.

Таблиця 9

Шорсткість поверхні зразка № 5 після поетапної цементації і ЕЛІ міддю

Значення шорсткості поверхні в окремих точках, мкм		3,02	4,46	2,5	3,38	2,14	3,41	
Середнє значення параметра шорсткості, мкм		R_a						
		8,54	12,63	7,07	9,67	6,06	10,2	
		R_z						
		R_a						
		R_z						
		3,15						
		R_z						
		9,03						

Таблиця 10

Шорсткість поверхні зразка № 5 після поетапної цементації і ЕЛІ міддю та обробки БУФО

Значення шорсткості поверхні в окремих точках, мкм		0,55	0,65	0,91	0,62	0,87	0,71	0,51
Середнє значення параметра шорсткості, мкм		R_a						
		3,05	2,40	2,35	2,64	2,48	3,01	3,25
		R_z						
		R_a						
		R_z						
		0,80						
		R_z						
		3,19						

На фір. 9, 10 зображені мікрошліф і розподіл мікротвердості в зразку № 5 зі сталі 40Х, відповідно. Як видно з рисунка, на поверхні зразка розташовується шар мікротвердості порядку 140-170 НВ, що нижче мікротвердості основи (220 НВ), і глибиною до 40 мкм. Далі, у міру поглиблення, мікротвердість плавно підвищується і на глибині ~ 75 мкм досягає максимального значення 510 НВ, після чого знову плавно зникається до глибини 120 мкм, на якій відповідає мікротвердості основи.

Аналізуючи проведені дослідження, можна сказати, що при нанесенні м'яких антифрикційних металів, наприклад міді або срібла, на ділянки, цементовані методом ЕЛІ, поверхня деталі формується з двох шарів:

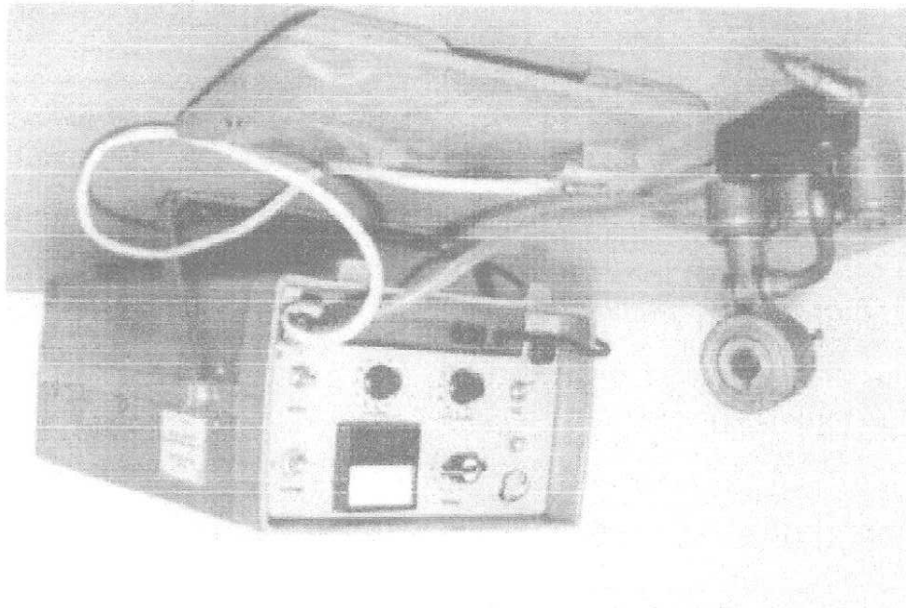
- шару з м'якого антифрикційного металу, що міститься зовні;
- шару з твердого зносостійкого металу, що міститься нижче.

Нанесення м'якого антифрикційного металу дозволяє при подальшій обробці БУФО отримати якісний зносостійкий шар з необхідною шорсткістю.

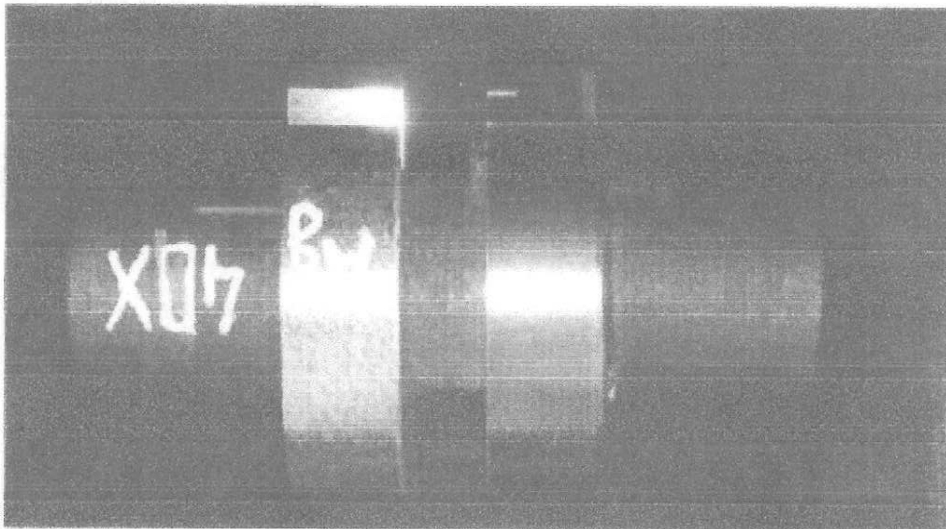
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб поліпшення припрацьовуваності пари тертя "вкладіш підшипника-шика вага", який включає формування електроерозійним легуванням поверхневого шару з м'якого антифрикційного матеріалу з мікротвердістю нижче мікротвердості основи прийнятні на одній з поверхонь пари тертя, який **відзначається** тим, що поверхневий шар формують

електроерозійним лугуванням на поверхні шийки вала, яка контактує з поверхнею вклядиша підшипника.
2. Спочів за п. 1, який **вiдрiзняється** тим, що поверхневий шар формують електроерозійним лугуванням на поверхні шийки вала, яка контактує з поверхнею вклядиша підшипника, після її зміцнення поетапною цементацією.
3. Спочів за п. 1 або п. 2, який **вiдрiзняється** тим, що поверхневий шар принаймні одного м'якого антифрикційного матеріалу, вибраного з групи, до складу якої входять інді, олово, мідь, срібло, формують електроерозійним лугуванням з енергією розряду 0,01-0,03 Дж.
4. Спочів за п. 1 або п. 2, який **вiдрiзняється** тим, що поверхневий шар принаймні одного м'якого антифрикційного матеріалу, вибраного з групи, до складу якої входять мідь і срібло, формують електроерозійним лугуванням з енергією розряду 0,01-0,4 Дж, після чого його надають безобразивній ультразвуковій фінішній обробці.



Фиг. 1



Фиг. 2