



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **88647** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**C25D 15/00**  
**B82B 1/00**  
**C25D 5/20** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

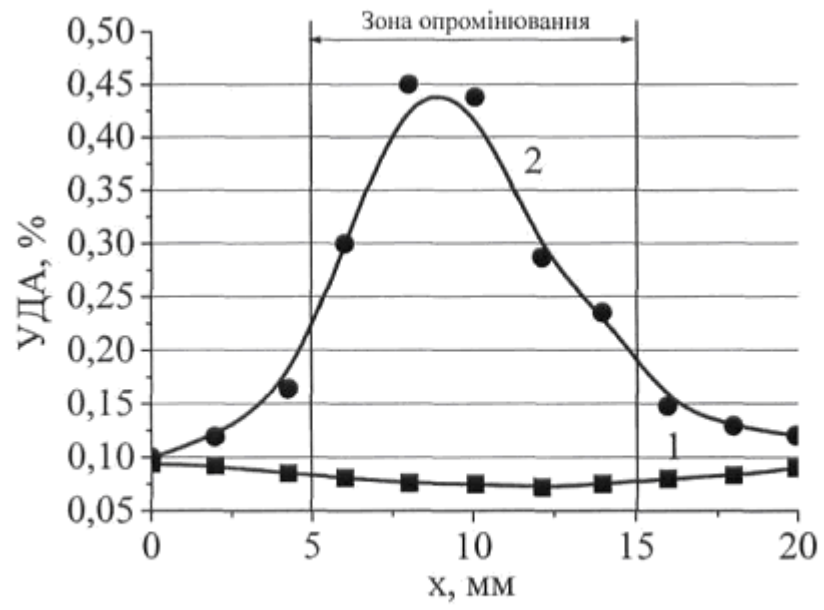
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2013 12234</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Заблудовський Володимир</b> <b>Олександрович (UA),</b> <b>Штапенко Едуард Пилипович (UA),</b> <b>Дудкіна Валентина Василівна (UA),</b> <b>Зражевський Олександр Вікторович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.10.2013</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.03.2014</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.03.2014, Бюл.№ 6</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ</b> <b>УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО</b> <b>ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.</b> <b>ЛАЗАРЯНА,</b> вул. Ак. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-10, 49010 (UA)

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ, МОДИФІКОВАНИХ НАНОАЛМАЗАМИ**

**(57) Реферат:**

Спосіб отримання металевих гальванічних покриттів, модифікованих наноалмазами, що включає введення в електроліт фракцій наноалмазів розмірами менше 200 нм, диспергованих до нанесення покриття і в процесі нанесення покриття шляхом впливу на суспензію електроліту кавітацією, причому електроосадження проводять із використанням лазерного випромінювання довжиною хвилі  $\lambda = 0,6943$  мкм для цинку,  $\lambda = 1,06$  мкм для нікелю та міді.

**UA 88647 U**



Фіг. 1

Корисна модель належить до області нанесення гальванічних покриттів, зокрема до нанесення композиційних металевих покриттів, що містять алмази, і може знайти застосування в машинобудуванні, приладобудуванні та інших галузях промисловості при нанесенні покриттів електролітичним способом.

Відома робота з отримання металевих покриттів модифікованих наноалмазами /Буркат Г.К. Ультрадисперсные алмазы в гальванотехнике / Г.К. Буркат, В.Ю. Долматов // Физика твердого тела. - 2004. - т. 46, № 4. - С. 685-692./, в якій наводяться результати дослідження металевих покриттів, модифікованих наноалмазами, отримані електроосадженням з різною концентрацією наноалмазів в електролітах. До недоліків цього способу можна віднести неконтрольоване впровадження наноалмазів в покриття, яке призводить до нерівномірного розподілу наноалмазів. Крім того, концентрація впроваджених наноалмазів в покритті є недостатньою, що призводить до низьких значень мікротвердості і зносостійкості.

Вплив лазерного випромінювання на процес осадження металевих плівок наведено в способі /Пат. 18614 Україна, С25D5/00 Спосіб локального лазерно-стимульованого електролітичного осадження плівок цинку / Заблудовський В.О., Штапенко Е.П., Дудкіна В.В.; опубл. 15.11.2006, бюл. № 11./, в якому осадження плівок цинку із сірчаноокислого електроліту проводять при зовнішній стимуляції лазерним випромінюванням довжиною хвилі  $\lambda = 0,6943$  мкм. До недоліків цього способу слід віднести те, що локальність осадження спостерігається при дуже малих значеннях густин струму ( $j = 0,01-0,09$  А/дм<sup>2</sup>), а співосадження наноалмазів відбувається при великій густині струму ( $j = 3-10$  А/дм<sup>2</sup>). Крім того, в області лазерного опромінення формується більш рівномірна структура з низькими значеннями механічних властивостей покриттів.

Найбільш близьким до заявленого способу є спосіб нанесення гальванічних покриттів /Патент РФ 2368709, патентообладатель: Петров Игорь Леонидович (RU), МПК С25D15/00 (2006.01) В82В1/00 (2006.01) С25D5/20 (2006.01)/, вибраний авторами як прототип. Даний спосіб дозволяє підвищити механічні характеристики покриттів. До недоліків прототипу слід віднести використання електролітів з великою концентрацією наноалмазів, що є необхідним для більшого впровадження наноалмазів в покриття, і неможливість ефективно управляти концентрацією впроваджених наноалмазів.

Технічною задачею, що вирішується корисною моделлю, є підвищення механічних характеристик металевих покриттів і зниження витрат на їх виготовлення.

Суть способу полягає в тому, що для отримання металевих гальванічних покриттів, модифікованих наноалмазами, що включає введення в електроліт фракцій наноалмазів розмірами менше 200 нм, диспергування здійснюють до нанесення покриття і в процесі нанесення покриття шляхом впливу на суспензію електроліту кавітацією, новим є те, що електроосадження проводять із використанням лазерного випромінювання довжиною хвилі  $\lambda = 0,6943$  мкм для цинку,  $\lambda = 1,06$  мкм для нікелю та міді.

На Фіг. 1, 2 представлені графіки залежності концентрації наноалмазів в нікелевих покриттях, на Фіг. 3, 4 - графіки залежності мікротвердості нікелевих покриттів. Фіг. 1 і Фіг. 3 відповідають режимам електроосадження з концентрацією УДА 5 г/л, Фіг. 2, 4 - режимам електроосадження з концентрацією УДА 20 г/л. На Фіг. 1, 2, 3, 4 криві (1) відносяться до нікелевих покриттів, отриманих за способом, описаним у прототипі, криві (2) відносяться до нікелевих покриттів, отриманих пропонованим способом.

Застосування лазерного випромінювання у процесі електроосадження металевих покриттів призводить до підвищення температури границі розділу метал/електроліт у області, що опромінюється. Унаслідок локального лазерного нагріву у області опромінювання відбувається процес відновлення іонів металів. Присутність температурного градієнту забезпечує додатковий підвід іонів металу, що підвищує швидкість їх осадження у області опромінювання. Крім того, відомо / Эшкин А. Давление лазерного излучения / А. Эшкин // Успехи физических наук. - 1973. - т 110, вып. 1. - С. 101-116./, що діелектрики, до яких відносяться введені в розчин електроліту наноалмази, при опромінюванні їх лазерним випромінюванням, втягуються в область опромінення. Це призводить до збільшення концентрації наноалмазів в розчині електроліту, а в наслідку і в покритті. Концентрацію наноалмазів (УДА, ат.%) в покриттях визначали мікрорентгеноспектральним аналізом за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕММА-102-02 з роздільною здатністю 5 нм. Аналізу піддавалися поверхні і торцеві шліфи нікелевих плівок, що дозволило дослідити розподіл наноалмазів в покриттях. Вимірювання мікротвердості ( $H_v$ , ГПа) проводили за допомогою приладу ПМТ-3. Випробування покриттів на знос проводили в умовах сухого тертя об сталь 45 ДСТУ 1050-74 при загрузці 177 г за ДСТУ 23.204-78. Для отримання металевих покриттів використовували стандартні сірчаноокислі електроліти (г/л): цинк -  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  - 250,  $Na_2SO_4$  - 75,  $Al(SO_4)_3$  - 30, при рН-4; нікель -  $Ni_2SO_4$  -

300,  $H_3BO_3$  - 30,  $Na_2SO_4$  - 50, pH-6; мідь -  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  - 250;  $H_2SO_4$  - 75, pH-4. Лазерно-електролітична установка для осадження цинку була зібрана на базі твердотілого рубінового лазера КВАНТ-12 ( $\lambda = 0,694$  мкм,  $W_{max} = 2,5-3$  Дж), що випромінює у імпульсному режимі ( $t_{imp} = 2-5$  мс,  $\nu = 0,1-35$  Гц), для електроосадження нікелю та міді використовувався газорозрядний  $CO_2$ -лазер ( $\lambda = 1,06$  мкм,  $W_{max} = 2,5-3$  Дж), що генерує у безперервному режимі. Осадження проводили як при постійному положенні лазерного променя відносно катодної поверхні, так і при його скануванні по поверхні підкладки. У таблиці наведено результати дослідження цинкових, нікелевих і мідних покриттів, отриманих способом-прототипом і пропонуванім способом, в якому лазерний промінь сканував по поверхні.

Таблиця

Концентрація наноалмазів, мікротвердість і зносостійкість нікелевих покриттів

Метал	Спосіб	j, А/дм <sup>2</sup>	С, г/л	УДА, ат.%	Н <sub>р</sub> , ГПа	Δm/m, %
Цинк	прототип	1	5	0,065	1÷1,1	12
			20	0,081	1,2÷1,3	9
	пропонований		5	0,12	1,35÷1,55	7
			20	0,36	1,6÷1,8	5
Нікель	прототип	3	5	0,08	2÷2,3	7
			20	0,095	2,5÷2,8	5
	пропонований		5	0,36	3,2÷3,4	4
			20	0,84	4,7÷4,9	2
Мідь	прототип	2	5	0,072	1,4÷1,6	9
			20	0,083	1,7÷1,9	7
	пропонований		5	0,28	2,2÷2,4	6
			20	0,56	2,4÷2,6	4

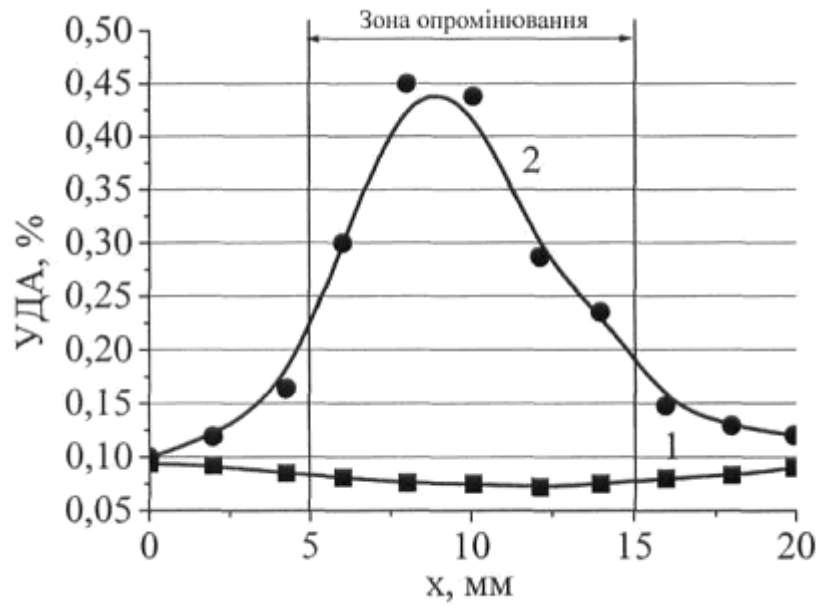
З таблиці видно, що застосування лазерного випромінювання, що сканує, призводить до підвищення мікротвердості і зносостійкості покриттів у порівнянні із прототипом.

При постійному положенні лазерного проміння, у випадку, коли площа покриття більша за діаметр лазерного проміння (10 мм), спостерігається локальна зміна концентрації впроваджених наноалмазів, що призводить до локальної зміни механічних властивостей.

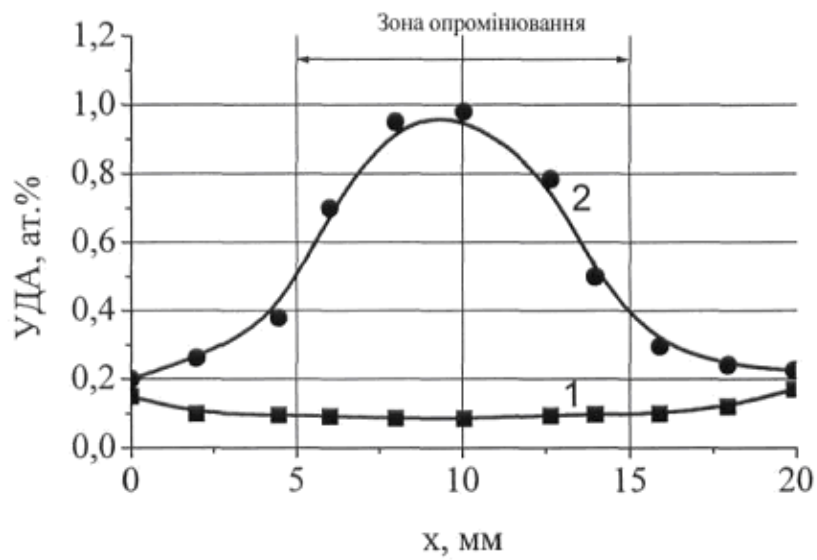
Таким чином, використання запропонованого способу дозволить отримати металеві покриття з підвищеним вмістом наноалмазу в зоні опромінювання, що призводить до підвищення твердості і зносостійкості, і знизити витрати на їх виготовлення.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

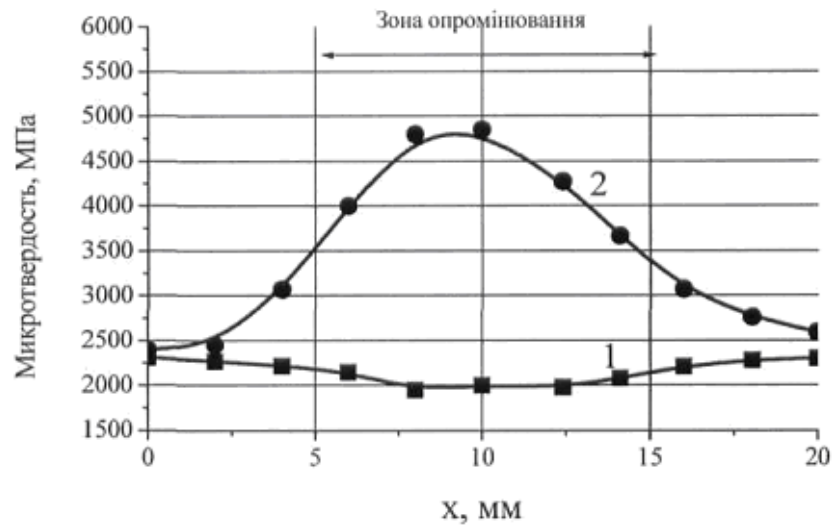
Спосіб отримання металевих гальванічних покриттів, модифікованих наноалмазами, що включає введення в електроліт фракцій наноалмазів розмірами менше 200 нм, диспергованих до нанесення покриття і в процесі нанесення покриття шляхом впливу на суспензію електроліту кавітацією, який **відрізняється** тим, що електроосадження проводять із використанням лазерного випромінювання довжиною хвилі  $\lambda = 0,6943$  мкм для цинку,  $\lambda = 1,06$  мкм для нікелю та міді.



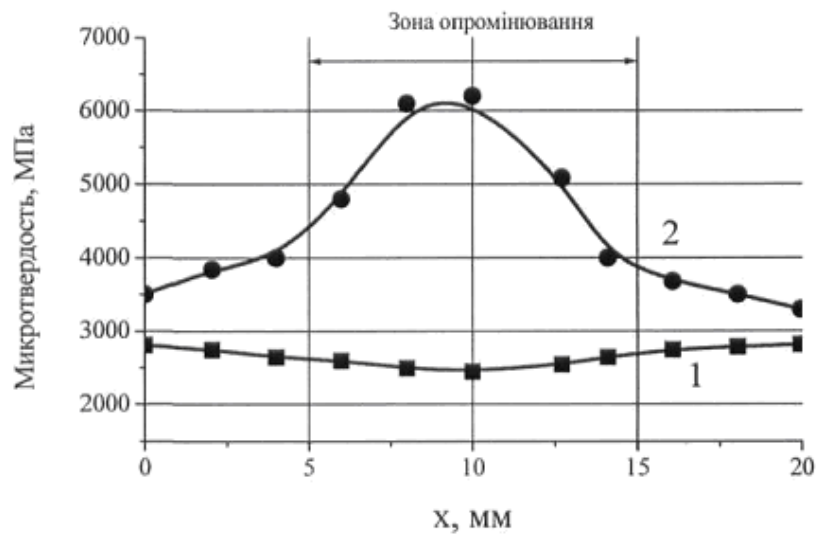
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4