



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98493** (13) **C2**  
(51) МПК (2012.01)  
**G01N 3/32** (2006.01)  
**C21D 7/04** (2006.01)  
**B82B 3/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2009 13856</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Чаусов Микола Георгійович (UA),</b> <b>Каплуненко Володимир Георгійович (UA),</b> <b>Косінов Микола Васильович (UA),</b> <b>Порохнюк Катерина Михайлівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>29.12.2009</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.05.2012</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>11.07.2011, Бюл.№ 13</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b> <b>БІОРЕСУРСІВ І</b> <b>ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ,</b> вул.Героїв Оборони, 15, м.Київ-41, 03041, Україна (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.05.2012, Бюл.№ 10</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 88077 C2, 10.09.2009 BY 10433 C1, 30.04.2008 RU 2413037 C1, 27.02.2011 Трощенко В.Т. Прочность металлов при переменных нагрузках. - Киев: «Наукова думка», 1978. - 176с., С. 73-79

**(54) СПОСІБ МОДИФІКАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ПЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі випробування матеріалів, а саме до способів деформаційного зміцнення поверхневого шару пластичних матеріалів. Спосіб полягає в тому, що зразки матеріалу статично навантажують до різних стадій деформування і додатково піддають дії заданих імпульсних підвантажень, а потім зразки розвантажують. Перед імпульсним підвантаженням поверхні зразків матеріалів змочують колоїдним розчином наночастинок металів, або наночастинок твердих сплавів, або наночастинок карбідів металів, або наночастинок нітридів металів, або колоїдним розчином твердих неметалічних наночастинок і осаджують наночастинок з розчину на поверхню матеріалів шляхом сушки. Технічний результат: утворення контрольованого поверхневого наноструктуризованого шару визначеної товщини, суттєвого зміцнення поверхні матеріалу.

UA 98493 C2



Винахід належить до галузі випробування матеріалів, а саме до способів деформаційного зміцнення поверхневого шару пластичних матеріалів та сплавів із застосуванням нанотехнологій і динамічних незрівноважених процесів.

В останні роки отримані нові дані про особливості механічної поведінки матеріалів при імпульсному вводі енергії (так звані динамічні незрівноважені процеси).

При динамічних незрівноважених процесах практично всі пластичні матеріали проявляють схильність до короточасної пластифікації з одночасним "аномальним" ефектом розміцнення за рахунок створення дисипативної структури, у вигляді об'ємно зв'язаних, на різних масштабних рівнях тонких смуг (каналів), що має щільність, меншу за щільність основного матеріалу.

В результаті на поверхні зразка матеріалу формується мікрорельєф у вигляді утворення решітки "гребенів" ("grp"), що є ефектом прояву мікроекструзій (М.Г. Чаусов, О.Е. Засимчук, К.М. Порохнюк, В.Б. Березін. Самоорганізація структури листового алюмінієвого сплаву при динамічних незрівноважених процесах. Праці Міжнародної науково-технічної конференції "Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування" / Відп. Ред. В.Т. Троценко. - Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – С. 213-220).

Що дуже важливо - після імпульсного підвантаження зразка при наступному статичному розтягуванні механічні властивості можуть суттєво відрізнятись від механічних властивостей матеріалів, отриманих на тих же стадіях при "чистому" статичному розтягу.

Число таких модифікованих станів матеріалів необмежено, воно залежить від ступеня деформації матеріалу, при якому здійснюється імпульсний ввід енергії в матеріал, а також від величини конкретного імпульсу енергії, що вводиться в матеріал.

З іншого боку, слід відмітити, що останнім часом широко застосовують різні методи для отримання наноструктурних станів у поверхневих шарах матеріалів, так як відомо, що наноструктура дозволяє значно підвищити механічні властивості матеріалів (Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998.-198 с.), а експлуатаційні якості деталей машин і виробів багато в чому залежать від стану поверхневого шару. Міцність, зносостійкість, корозійна стійкість, довговічність і надійність деталей машин і виробів визначається станом поверхневого шару, з якого зазвичай починається руйнування матеріалу.

За рахунок зміцнення і наноструктуризації поверхні матеріалів можна суттєво розширити діапазон модифікованих станів матеріалів, що створюються при імпульсному вводі енергії в матеріал.

Найбільш близьким за технічною суттю до рішення, що заявляється, є спосіб модифікації механічних властивостей матеріалів, згідно з яким зразки матеріалу статично навантажують до різних стадій деформування і додатково піддають дії заданих імпульсних підвантажень, а потім зразки розвантажують (Н.Г. Чаусов, Е.Э. Засимчук, Л.И. Маркашова, В.Э. Вильдеман, Т.В. Турчак, А.П. Пилипенко, В.М. Параца. Особенности деформирования материалов при динамических неравновесных процессах. / Заводская лаборатория. Диагностика материалов.- 2009. - №6. - С. 52-59).

Головним недоліком відомого способу є те, що за допомогою нього не можливо отримати модифікований стан матеріалу з різковідмінними властивостями по товщині матеріалу, зокрема отримати поверхневий шар матеріалу з одними властивостями, а внутрішні шари матеріалу з іншими.

Поставлена задача розробки ефективного способу зміцнення та наноструктуризації поверхні матеріалів і одержання рівномірної контрольованої наноструктури поверхневого шару з підвищеною механічною міцністю.

Поставлена у винаході задача досягається тим, що поверхні зразків матеріалів перед імпульсним підвантаженням змочують колоїдним розчином наночастинок металів, або наночастинок твердих сплавів, або наночастинок карбідів металів, або наночастинок нітридів металів, або колоїдним розчином твердих неметалічних наночастинок і осаджують наночастинок з розчину на поверхні матеріалів шляхом сушіння.

У запропонованому способі наночастинок металу, що знаходяться на поверхні досліджуваного матеріалу в результаті попереднього змочування заданим колоїдним розчином матеріалу при динамічному незрівноваженому процесі "зачеканюються" в поверхню, що приводить до суттєвих структурних змін в поверхневому шарі з утворенням контрольованого поверхневого наноструктуризованого шару. Контрольовану структуру поверхні матеріалу отримують шляхом використання в колоїдному розчині наночастинок матеріалу відповідного розміру і розчину відповідної концентрації.

При цьому можуть бути використані колоїдні розчини наночастинок, наприклад вольфраму, молібдену, карбідів вольфраму, або неметалевих наночастинок, наприклад корунду або алмазу. Це призводить до суттєвого зміцнення поверхневого шару матеріалу.

Таким чином, використання колоїдних розчинів наночастинок металу, карбідів металів, нітридів металів, твердих сплавів, неметалічних наночастинок і осадження їх з розчину на поверхню матеріалів шляхом сушки, перед імпульсним підвантаженням зразків матеріалу, приводить до кардинальних змін структури поверхневих шарів матеріалів. Зокрема, утворюються мікро- і наноструктури в поверхневих шарах матеріалів, а це, в свою чергу, призводить до суттєвого зміцнення поверхневого шару матеріалу.

Методика випробувань реалізована на базі модернізованої випробувальної гідравлічної машини ZD-100Pu. Машина обладнана пристосуванням, що дозволяє забезпечити імпульсні підвантаження зразка матеріалу різної величини на будь-якій стадії статичного деформування.

Ще однією перевагою створеної установки є. те, що вона обладнана комп'ютеризованою вимірною системою з програмним забезпеченням для проведення і обробки результатів випробувань.

Використовували плоскі зразки із нержавіючої сталі товщиною 1,5 мм.

Перед імпульсним підвантаженням зразки матеріалу змочували концентрованим розчином наночастинок вольфраму і осаджували їх на поверхні нержавіючої сталі шляхом сушки. В процесі експериментів зразки матеріалу статично навантажували до рівня деформації 0,5...2 % і потім додатково піддавали дії імпульсних підвантажень в діапазоні 50...80 кН. Після імпульсного підвантаження зразки розвантажували і на твердомірі НРО-10 за методом Віккерса вимірювали твердість поверхневого шару в робочій зоні при робочому навантаженні 5 кГ.

Для прикладу, на рисунку подано порівняння отриманих даних твердості зміцненого поверхневого шару для випадку, коли ступінь попередньої статичної деформації, за якої здійснювалось імпульсне підвантаження зразка матеріалу із нержавіючої сталі складала  $\varepsilon_{\text{поч. стат}}=1,5\%$ , а сама величина імпульсного підвантаження  $P_{\text{имп}}=68$  кН, і вихідного матеріалу. Ці дані вказують на те, що в результаті використання способу, що заявляється, твердість поверхневого шару підвищилась на 25 %.

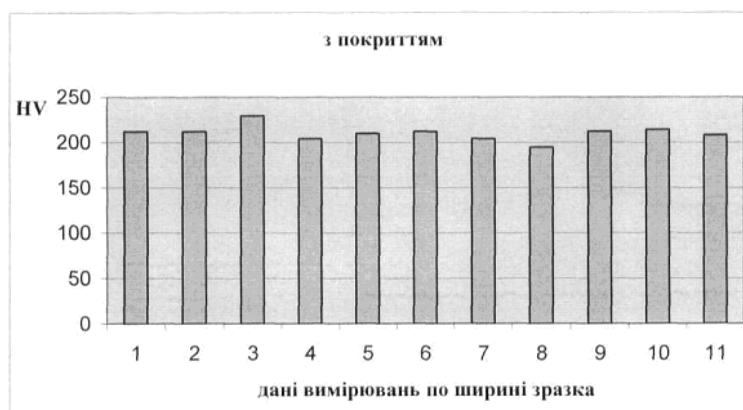
Причому, слід звернути увагу на ту обставину, що розбіжність вимірюваних значень твердості поверхневого шару зразків без покриття і з покриттям практично не відрізняється (-7 %). Це свідчить про рівномірність наноструктуризації поверхневого шару матеріалу при процесі, що пропонується.

Слід також відмітити, що при "чистому" статичному розтягу зразків матеріалу до ступенів деформації 0,5...2,0 %, твердість поверхневого шару зразків в результаті деформаційного зміцнення матеріалу підвищилась не більше ніж на 3...5 %, що відповідає відомим літературним даним. В результаті використання способу, що заявляється, твердість поверхневого шару зразків матеріалу, навпаки, підвищується в процесі деформаційного знеміцнення.

Таким чином, застосування способу дозволяє ефективно зміцнювати та наноструктуризувати поверхневі шари матеріалів.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб модифікації механічних властивостей пластичних матеріалів, який полягає в тому, що зразки матеріалу статично навантажують до різних стадій деформування і додатково піддають дії заданих імпульсних підвантажень, а потім зразки розвантажують, який **відрізняється** тим, що поверхні зразків матеріалів перед імпульсним підвантаженням змочують колоїдним розчином наночастинок металів або наночастинок твердих сплавів, або наночастинок карбідів металів, або наночастинок нітридів металів, або колоїдним розчином твердих неметалічних наночастинок і осаджують наночастинок з розчину на поверхню матеріалів шляхом сушіння.




---

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

---

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