



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103476** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
C23C 14/22 (2006.01)
B23P 9/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

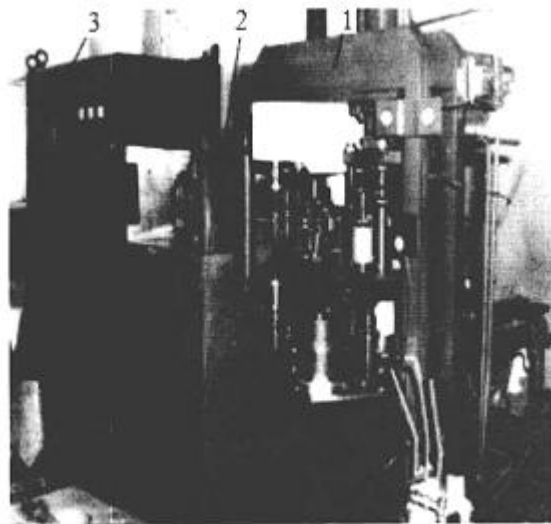
(21) Номер заявки: u 2014 04071	(72) Винахідник(и): Клімін Володимир Володимирович (UA), Кіндрачук Мирослав Васильович (UA), Герасимова Ольга Вячеславівна (UA), Кліміна Юлія Володимирівна (UA), Костюк Євген Павлович (UA), Михайлів Надія Петрівна (UA), Харченко Володимир Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 16.04.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2015, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)

(54) СПОСІБ КОМБІНОВАНОЇ МЕХАНО-ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ОТРИМАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ШАРІВ АЗОТОВАНИХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб комбінованої механо-хіміко-термічної обробки відновлення працездатності та отримання зносостійких шарів азотованих сталевих деталей включає азотування в середовищі аміаку при температурі 800-860 К. Проводять попередню термомеханічну обробку виробів за допомогою об'ємної гарячої пластичної деформації металу деталі матрицею при температурі обробки 1220-1420 К з докритичним ступенем деформації (2,5-3,2 %). Попередня термомеханічна обробка забезпечує перетворення крупнозернистої вихідної структури в модифіковану структуру високодисперсної будови, сприятливу до наступної хіміко-термічної обробки.

UA 103476 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі металознавства та термічної обробки матеріалів.

Особливістю способу є попередня термомеханічна обробка металевих виробів з їх наступною хіміко-термічною обробкою (ХТО - азотуванням).

Суттєвими недоліками ХТО є необхідність досить високих температур і тривалих ізотермічних витримок для створення на поверхні виробу збагаченого шару відповідного елемента.

Відомим аналогом є "Способ механико-химико-термической обработки металлов и сплавов". [1], де шляхом нагріву поверхневого шару виробу і наступного багаторазового навантаження зі швидкістю деформації в межах 1-300м/с. Аналог передбачає наступні операції: нанесення на поверхню виробу елемента покриття, швидкий нагрів поверхневого шару до необхідної температури та його багаторазове навантаження в процесі ізотермічної витримки (тривалість процесу обробки приблизно 5хв., кількість навантажень 5-15. Загальний ступінь деформації <10-12 %).

Отриманий на основі фундаментальних досліджень спосіб механіко-хіміко-термічної обробки значно скоротив тривалість процесу хіміко-термічної обробки матеріалів і поліпшив механічні характеристики оброблених виробів. Але недоліком аналога є те, що він передбачає імпульсний вплив на поверхню металу, а для цього треба мати нестандартне спеціальне обладнання.

Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб попередньої пластичної деформації з наступним азотуванням та цементацією. [2]. Попередню пластичну деформацію зразків (111 ІД) здійснювали шляхом прокатки у паралельних валках зі ступенями деформації від 5 до 30 %, дискретністю 5 %. Насичення проводили при температурі 853 К, протягом 4-х годин у середовищі аміаку з пропан-бутаном. Кількість пропан-бутану в газовій суміші змінювали від 10 до 100 % за об'ємом, а також проводили азотування та цементацію.

Однак, недоліками найближчого аналога є те, що прокатку здійснювали у паралельних валках, хоча більшість виробів - вироби готової форми, які деформувати вже не можна тому, що вони втрачають свої розміри, форму та якість поверхні.

Корисна модель пояснюється кресленнями де на фіг. 1 показано технологічну лінію для відновлення працездатності й підвищення зносостійкості деталей; на фіг. 2 наступні: "а" - вихідна мікроструктура зразка стану постачання; "б" - модифікована мікроструктура зразка після обробки ОГПД; на фіг. 3 наступні: "а" - азотований шар стандартного зразка; "б" - азотований шар модифікованого зразка.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення відомого аналога - способу обробки виробів таким чином, щоб інтенсифікувати процес ХТО, при стандартних режимах насичення отримати азотований покриття більшої товщини і з кращими показниками мікротвердості та зносостійкості.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб механіко-хіміко-термічної обробки сталевих деталей при якому проводять попередню термомеханічну обробку виробів за допомогою об'ємної гарячої пластичної деформації металу деталі матрицею при температурі обробки 1220-1420 К з докритичним ступенем деформації (2,5-3,2 %), що забезпечує перетворення крупнозернистої вихідної структури (фіг. 2-а) в модифіковану структуру високодисперсної будови, сприятливу до наступної хіміко-термічної обробки (фіг. 2-б).

Об'ємна гаряча пластична деформація (ОГПД) полягає в тому, що відновлення конструктивних параметрів зношених поверхонь досягається внаслідок пластичного переміщення металу і заповнення зон зносу металом із суміжних шарів з отриманням припуску під чистову механічну обробку.

Відновлення до номінальних розмірів, а за необхідності і вище них досягається без застосування додаткового, а тільки за рахунок основного металу. При цьому відбувається зміцнення матеріалу по всьому перерізу деталі, а поверхня отримує підвищену зносостійкість в результаті утворення дрібнодисперсної мікроструктури підвищеної мікротвердості.

Інтенсифікувати процес хіміко-термічної обробки, тобто пришвидшити дифузію атомів азоту, вуглецю та інших елементів вглиб матеріалу, отримати ті ж параметри покриттів (їх товщину, мікротвердість та ін.) при менших температурах та витримках (а значить при менших енерговитратах) або при стандартних режимах насичення отримати покриття більшої товщини за відсутності різкого переходу до основного металу (без ХТО) і з кращими показниками мікротвердості і зносостійкості, можна за рахунок збільшення дефектності кристалічної будови матеріалу, а саме збільшення густини дислокацій, подрібнення зерен і, відповідно, збільшення протяжності їх границь.

Це пропонується зробити за допомогою попередньої термомеханічної обробки [3] на технологічній лінії для відновлення працездатності й підвищення зносостійкості деталей (фіг. 1,

де 1 - спеціальна установка для відновлення працездатності та підвищення зносостійкості деталей пластичною деформацією, 2 – приставка (понижуючий трансформатор), 3 – тиристорний перетворювач).

При цьому, згідно з корисною моделлю, заготовку перед чистою механічною обробкою та гартуванням нагрівають струмом високої частоти (СВЧ) і роздають конічним дорном до обтискування матеріалу заготовки матрицею.

За корисною моделлю застосовують мінімальну (докритична, $\xi \leq 3\%$) об'ємну гарячу пластичну деформацію (роздачу) з обтискуванням деформованого металу матрицею і наступним гартуванням з нагрівом СВЧ, що забезпечує перетворення крупнозернистої вихідної структури (Фіг.2-а) у модифіковану структуру високодисперсної будови (фіг. 2-б), сприятливу до наступної ХТО - азотування в середовищі аміаку при температурах 800-860 К (фіг. 3).

Приклад. Експериментально визначено інтервал температури (1220-1420 К) для конструкційної сталі, який забезпечує найвищі пластичні властивості деталі, що оброблюється методом ОГПД. У цьому інтервалі температури границя текучості для сталі 18ХГТ складає $\sigma_t = 92 \pm 60$ МПа. При цьому конусність західної частини дорна складає 3° , швидкість переміщення дорна дорівнює $0,3 \pm 0,5$ м/с; а для створення умов обтискування матеріалу калібруюча частина дорна збільшена на $2,0 \pm 2,5\%$ від її розрахункового значення, що забезпечує задану величину відносної деформації.

Дозована ОГПД призводить до інтенсифікації процесів насичення азотом конструкційних сталей типу 18ХГТ у газовому середовищі, суттєво впливаючи на фазовий склад дифузійного шару. Показано, що без ОГПД в азотованому шарі переважає ϵ - фаза (гексагональний нітрид заліза Fe_3N), тоді як після проведення ОГПД основу нітридного шару становить γ' - фаза (кубічний нітрид заліза Fe_4N). Такі зміни структурного складу поверхні дозволяють зменшити кількість крихкої й пористої ϵ -фази і підвищити концентрацію азоту в αN - і γ' - фазах.

Отримані результати дають можливість порівнювати механічні властивості, зокрема зносостійкість базового і модифікованого зразків зі сталі 18ХГТ, що були піддані ХТО - азотуванню (див. табл.).

Для розподілу напружень характерним є пік максимуму стискуючих напружень на глибині 0,3 мм. Він досягає величини 390 МПа для модифікованих і 280 МПа для базових зразків. Такий розподіл напружень сприяє підвищенню втомної міцності деталей. Порівняльні випробування підтвердили передбачуване підвищення механічних властивостей модифікованих зразків. Втомна міцність їх вища на 15 %, порівняно з базовими зразками.

Макро- і мікрографічними дослідженнями втомних зламів деталей виявлено наявність крихко-в'язкого зламу для азотованого шару, крихко-в'язкого з переважанням в'язкого для перехідної зони і явно в'язкого з крупною ямковою структурою для серцевини базових і модифікованих зразків. Дослідження мікроструктури азотованого шару, перехідної зони і серцевини зразків виявило більш дрібнозернисту будову усіх розглянутих зон у модифікованій деталі при тих самих складових структури, що і у базовій (фіг. 3). При цьому форма цих складових вказує на кращі показники властивостей міцності деталей.

Встановлено, що хіміко-термічна обробка (дифузійне насичення азотом) конструкційних сталей дрібнодисперсної будови, отриманої внаслідок проведення ОГПД, завдяки інтенсифікації процесів насичення азотом значно покращує їх механічні властивості, тобто, в тому числі, підвищуються зносостійкість, втомна міцність, опір крихкому руйнуванню (табл.).

Техніко-економічні переваги корисної моделі: подовження працездатності та підвищення надійності роботи вузлів машин і механізмів, підвищення експлуатаційної готовності техніки збільшення міжремонтних термінів, економія легованої сталі, можливість застосування способу як при виробництві нових, так і для відновлення працездатності зношених деталей, відсутність негативного впливу на оточуюче природне середовище.

Таблиця

Параметри азотованих поверхневих шарів зразків сталі 18ХГТ

Вид обробки	Товщина шару, мм	Поверхнева мікротвердість, ГПа	Відносна зносостійкість, %	Втомна міцність, %	Вміст азоту, %	Фазовий склад дифузійного шару
Азотування без ОГПД	0,250	7,36	1,00	1,00	0,071	α -Fe ₂ O ₃ ; γ -Fe ₂ O ₃ ; Fe ₂ O ₃ ; FeC; FeS; Fe ₃ C; FeC; FeO; Fe ₃ N; Fe ₂ N; Fe ₄ N; ϵ -Fe
Азотування після ОГПД	0,390	7,96	2,40	1,15	0,150	FeS ₂ ; Fe ₃ O ₄ ; Fe ₂ O ₃ ; FeO; α -Fe ₂ O ₃ ; γ -Fe ₂ O ₃ ; FeO; Fe ₂ C; Fe ₃ C; FeC; Fe ₂ N; Fe ₃ N; Fe ₄ N; FeS; α -Fe; ϵ -Fe

Джерело інформації

1. Способ механико-химико- термической обработки металлов и сплавов / Ворона С.П., Мазанко В.Ф., Поліщук Д.Ф., Тишкевич В.М., Фальченко В.М.// - А. с. № 1354752 - 1987 р.
2. Вплив попередньої пластичної деформації на процеси насичення сплавів на основі заліза азотом та вуглецем". / Л.Д. Демченко, С.І. Сидоренко, В.Г. Тиняєв, Ю.П. Шейко, О.А. Міщук, С.М. Волошко. // - Металлофизика и новейшие технологии, 2000 р., Т. 22, № 8.
3. Установка для восстановления деталей типа вал-шестерня / Клімін В.В. та інші, зазначені в опису // - А.с № 1290607 від 15.10.1986 р.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб комбінованої механо-хіміко-термічної обробки відновлення працездатності та отримання зносостійких шарів азотованих сталевих деталей, що включає азотування в середовищі аміаку при температурі 800-860 К, який **відрізняється** тим, що проводять попередню термомеханічну обробку виробів за допомогою об'ємної гарячої пластичної деформації металу деталі матрицею при температурі обробки 1220-1420 К з докритичним ступенем деформації (2,5-3,2 %), що забезпечує перетворення крупнозернистої вихідної структури в модифіковану структуру високодисперсної будови, сприятливу до наступної хіміко-термічної обробки.

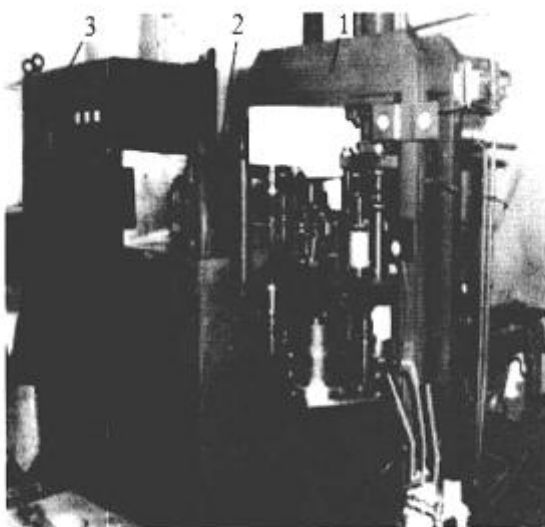
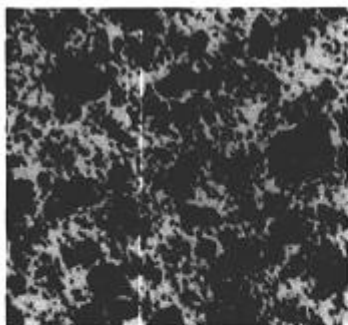
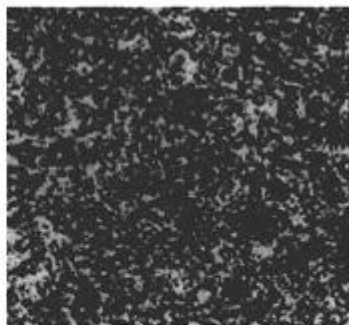


Fig. 1

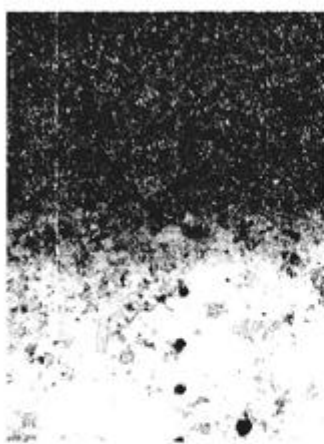


a

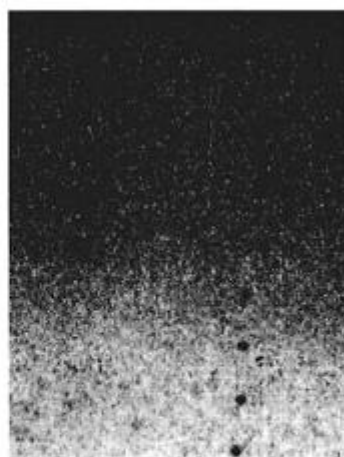


б

Fig. 2



a



б

Fig. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601