



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107190** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
C23C 22/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2015 11639</p> <p>(22) Дата подання заявки: 25.11.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2016, Бюл.№ 10</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кіндрачук Мирослав Васильович (UA), Загребельний Володимир Вікторович (UA), Лабунець Василь Федорович (UA), Нечипорук Віталій Володимирович (UA), Богач Яна В'ячеславівна (UA), Веремійчук Вікторія Володимирівна (UA), Пищенко Юлія Віталіївна (UA), Якимчук Аліна Романівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ З ВИСОКОЮ ПРИПРАЦЬОВУВАНІСТЮ І ПІДВИЩЕНИМ ОПОРОМ ВТОМНОМУ РУЙНУВАННЮ

(57) Реферат:

Спосіб отримання зносостійких покриттів з високою припрацьовуваністю включає дискретну лазерну обробку поверхні сталевих виробів при оптимальному значенні площі оброблюваної поверхні сталевих виробів з наступним азотуванням в середовищі аміаку при температурі 800-860 К. З метою підвищення втомної міцності лазерну обробку здійснюють дискретно за сітчасто-стіленьковою схемою з кроком 3-5 мм.

UA 107190 U

Запропонована корисна модель належить до області технології машинобудування і може бути використана при зміцненні азотуванням деталей важко-навантажених вузлів тертя та інструменту, які працюють при високих локальних контактних навантаженнях.

5 Суттєвим недоліком практично всіх видів хіміко-термічної обробки, в тому числі азотування, є необхідність нагрівання виробів до високих температур та тривала витримка при цих температурах і відносно великі енерговитрати.

Крім цього, після азотування в системі "покриття основа" утворюються залишкові напруження розтягування, які негативно впливають на працездатність виробу. Такі покриття не можуть працювати у важко навантажених вузлах тертя. При високих локальних навантаженнях азотований шар, що містить на поверхні крихку ϵ -фазу і має низьку втомну міцність, викришується. Особливо схильні до викришування після азотування швидкорізальні інструментальні сталі Р6М5, Р18 з високим вмістом вольфраму.

10 Відомо "Спосіб отримання зносостійких дискретних азотованих шарів" [1]. Метою корисної моделі було підвищення зносостійкості сталей шляхом вибору оптимальної щільності дискретно зміцнених ділянок острівного типу. В цьому способі отримання зносостійких азотованих шарів виробів, що включає лазерну обробку з наступним азотуванням в середовищі аміаку при температурі 800-860 К із витримкою 15-20 год., згідно з корисною моделлю, лазерну обробку виконують дискретно із площею обробки 15-25 % від загальної площі сталевого виробу, з потужністю випромінювання 10^3 - 10^4 Вт/см².

20 Експериментальними дослідженнями встановлено, що площа обробки повинна бути 15-25 %. Це обумовлено створенням такого напружено-деформованого стану, який забезпечує мінімальні напруження при терті, що встановлено аналітичними розрахунками композиційного матеріалу, а також підтверджено експериментально. Мінімум навантажена матриця дає можливість релаксувати напруження, викликані силами тертя. Точкові зміцнюючі зони мають розміри 3-5 мм та розташовані на відстані 8-10 мм між центрами. Як матеріали, що зміцнюються, були використанні сталі 18ХГТ, 40Х, 38 × 2МЮА.

25 Отримували комбіноване покриття: на ділянках з попередньою лазерною обробкою точкові азотовані зони товщиною 0,3-0,6 мм і покриття на ділянках без лазерної обробки товщиною 0,15-0,2 мм, що містить ϵ -фазу. Підвищення зносостійкості при дискретній обробці у порівнянні з суцільною обробкою обумовлено таким напружено-деформованим станом, при якому напруження є мінімальними.

Однак, недоліком вищеприписаного способу є те, що азотований шар на незміцненій попередньо лазером поверхні, який містить крихку ϵ -фазу, в процесі припрацювання швидко зношується, не виконавши функцію екранування безпосереднього контакту матеріалів трибоспряження. Час існування покриття значно менший тривалості процесу припрацювання ($t_{\text{пок}} < t_{\text{пр}}$), що пов'язано з його крихкістю. Недоліком є також те, що схема дискретного зміцнення острівного типу не забезпечує достатньої контактної втомної міцності покриття.

35 Найбільш близьким до способу, що заявляється, є "Спосіб отримання покриттів з високою припрацьовуваністю і зносостійкістю" [2]. Згідно із запропонованим способом, формується комбіноване покриття, що виконує дві функції: тонкий, пластичний, азотований шар на незміцненій попередньо лазером поверхні екранує безпосередній контакт матеріалів трибоспряження і забезпечує протікання процесу припрацювання з утворенням специфічних вторинних структур з високою стійкістю до температурно-силових впливів контактного фрикційного процесу. Дискретно зміцнені з високою твердістю азотовані ділянки забезпечують мінімальні напруження при терті та високу експлуатаційну зносостійкість.

45 Даний спосіб отримання зносостійких азотованих шарів виробів включає лазерну обробку з потужністю 10^3 - 10^5 Вт/см² дискретно із площею обробки 15-80 % від загальної площі сталевого виробу з наступним азотуванням в середовищі аміаку при температурі 800-860 К із витримкою до 1 години.

50 Це дозволяє отримати товсті, за рахунок попередньої лазерної обробки, дискретно азотовані шари і тонкі пластичні шари на ділянках без лазерної обробки.

Було досліджено вплив попередньої лазерної обробки та часу витримки при азотуванні на товщину, мікротвердість та фазовий склад азотованих шарів на оброблених та необроблених лазером поверхнях зразків із конструкційних сталей 40Х і 38ХМЮА та інструментальних сталей Х12Ф1 і Р6М5.

55 Експериментальним шляхом встановлено, що початково в середовищі насичуючого газу при температурі азотування 800-860 К утворюється шар ненасиченого α -розчину, товщина якого збільшується з часом. Утворення на поверхні крихкої ϵ -фази, поява якої різко гальмує дифузю азоту в глибину, починається через 60 хв. Отже, достатньої товщини азотовані шари можна тримати за 1 год. азотування, і подальша витримка в насичуючому середовищі недоцільна,

оскільки глибина зміцненого шару практично не збільшується, проте його міцність знижується через утворення на поверхні крихкої ϵ -фази.

Досліджено вплив часу витримки при азотуванні на глибину азотованого шару на сталях, попередньо оброблених лазером.

5 Недоліком способу - прототипу є та обставина, що він не дозволяє одержати виріб з високою контактною і втомною міцністю поверхні в умовах жорсткого трибосилового навантаження, що обумовлено схемою дискретного зміцнення острівного типу.

В основу корисної моделі поставлено задачу поверхневого зміцнення металевих виробів за схемою дискретної обробки, яка б забезпечувала високу контактну втомність, міцність покриття 10 та мінімальні напруження при терті, за рахунок мінімізації напружено-деформованого стану.

Поставлена задача удосконалити корисну модель вирішується тим, що в способі отримання зносостійких покриттів з високою припрацьовуваністю, що включає дискретну лазерну обробку 15 поверхні сталевих виробів при оптимальному значенні площі оброблюваної поверхні сталевого виробу з наступним азотуванням в середовищі аміаку при температурі 800-860К, згідно з корисною моделлю, новим є те, що з метою підвищення втомної міцності лазерну обробку здійснюють дискретно за сітчасто-стілнковою схемою з кроком 3-5 мм.

Така попередня лазерна обробка дозволяє при наступному азотуванні отримати дискретні азотовані шари із сітчасто-стілнковою схемою зміцнення. Товсті, за рахунок попередньої 20 лазерної обробки дискретно азотовані шари і тонкі пластичні шари на ділянках без лазерної обробки. Сітчасто-стілнкова схема зміцнення поверхневого шару металу буде підвищувати контактну втомну міцність виробу з покриттям. Це обумовлено створенням такого напружено-деформованого стану, який забезпечує мінімальні напруження при терті, що встановлено аналітичними розрахунками, а також підтверджено експериментально.

На фіг. 1 зображено схему острівного типу, яка застосовується для дискретної лазерної 25 обробки на установці ЛАТУС-31 з відстанню між зміцненими ділянками 3-5 мм.

На фіг. 2 зображено схему стільникового типу, яка застосовується для дискретної лазерної обробки на установці ЛАТУС-31 з відстанню між зміцненими ділянками 3-5 мм.

Відстань між ділянками обумовлена оптимальною площею обробки: 15-75 % від загальної площі зміцнюваної поверхні.

30 Приклад 1. На отримані зразки зі зміцненою поверхнею наносять азотоване покриття за способом прототипу. Поєднання ділянок з різною твердістю і товщиною покриття створює такий напружено-деформований стан, який забезпечує мінімальні напруження при терті. Мінімальна площа обробки 15-20 % забезпечує антифрикційність, а максимальна 70-75 % - зносостійкість і несучу здатність за номінального і допустимого навантаження відповідно. Визначалась глибина 35 та мікротвердість азотованого шару. Вимірювання мікротвердості проводили на приладі ПМТ - 3 за методом Вікерса при навантаженні 20 г.

Товщина та мікротвердість азотованого шару на сталі Р6М5 становила: на ділянках з лазерною обробкою h_1 -0,32 мм, 12500 МПа і на ділянках без лазерної обробки h_2 -0,015 мм, 9200 МПа (фіг. 1, фіг.2).

40 Зразки з дискретним покриттями випробували на контактну втомну міцність та зношування (таблиця).

Таблиця

Контактна втомна міцність та зносостійкість інструмента із сталі Р6М5 з дискретно азотованими покриттями залежно від попередньої лазерної обробки його поверхні

Схема лазерної обробки	Контактна втомна міцність, кількість циклів до руйнування, $\times 10^6$	Зносостійкість сталі з покриттям, хв.
Острівного типу (прототип)	0,52	45-52
Стільникового типу (корисна модель)	0,55-0,64	65-90

45 Проведені випробування на контактну втомну міцність в умовах циклічного навантаження кулькою за напружень в зоні контакту 1,50-1,70 ГПа показали, що втомна міцність сталі з покриттям, нанесеним на поверхню, попередню оброблену лазером за стільниковою схемою, вища, ніж з покриттям, нанесеним на поверхню, попередньо оброблену за схемою острівного типу.

Випробування щодо визначення зносостійкості проводили на токарно-гвинторізальному верстаті моделі 16K20 при точінні заготовок зі сталі 30ХГСА з охолодженням (5 %-вий розчин емульсолу "Українол"). Випробували пластини із швидкорізальної сталі Р6М5, оброблені за відомим і запропонованим способом. Критерієм зносу слугувала фаска зносу по задній грані шириною 6 мм. Швидкість різання 50 м/хв.

Як видно з наведених даних в табл., зносостійкість пластин, оброблених за заданим способом вища, ніж зносостійкість пластин, оброблених за найближчим аналогом в 1,4-1,7 рази.

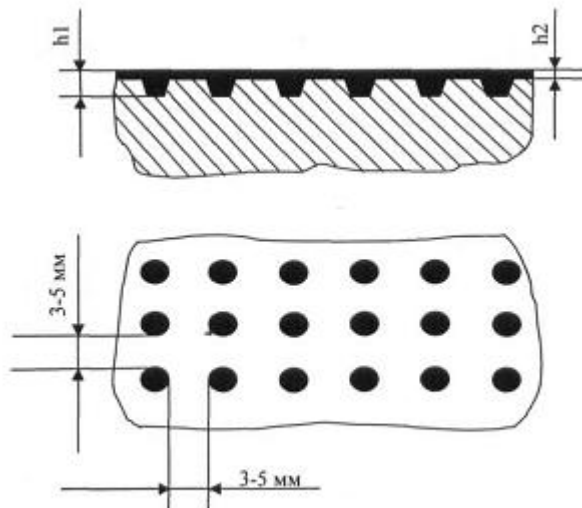
Джерела інформації:

1. Патент № 25412 кл. С23С8/02, 2007. Автори: Кіндрачук М.В., Іщук Н.В., Писаренко В.М., Головка Л.Ф., Яхья М.С.

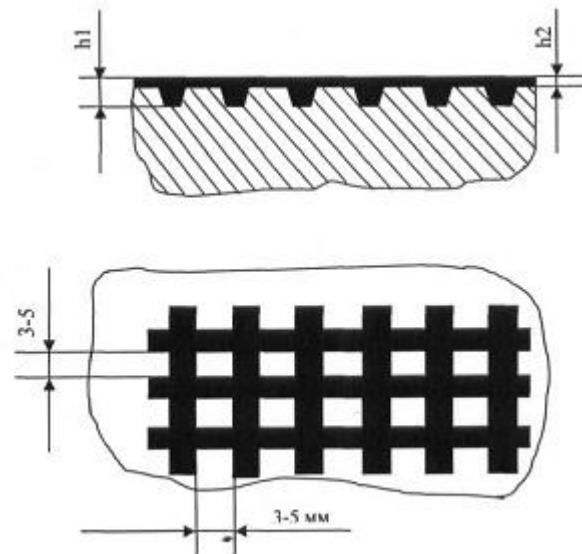
2. Патент № 75933 кл. С23С8/02, 2012. Автори: Кіндрачук М.В., Корбут Є.В., Хлевна Ю.Л., Духота О.І., Ляшенко Б.А., Мельник О.В.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб отримання зносостійких покриттів з високою припрацьовуваністю, що включає дискретну лазерну обробку поверхні сталевих виробів при оптимальному значенні площі оброблюваної поверхні сталевих виробів з наступним азотуванням в середовищі аміаку при температурі 800-860 К, який **відрізняється** тим, що з метою підвищення втомної міцності лазерну обробку здійснюють дискретно за сітчасто-стілниковою схемою з кроком 3-5 мм.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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