



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108279** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)

C23C 14/06 (2006.01)

C23C 28/00

B32B 7/02 (2006.01)

B32B 15/00

B82Y 30/00

B82B 3/00

F16K 3/08 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2013 08247</p> <p>(22) Дата подання заявки: 01.07.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.01.2014, Бюл.№ 1</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2015, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Сагалович Олексій Владиславович (UA), Сагалович Владислав Вікторович (UA), Попов Віктор Васильович (UA), Кононихін Олександр Володимирович (UA), Богославцев Володимир Іванович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ФЕД", вул. Сумська, 132, м. Харків, 61023 (UA)</p> <p>(74) Представник: Серюгіна Алла Сергіївна, реєстр. №63</p>
--	---

(54) БАГАТОШАРОВЕ, ЗНОСОСТІЙКЕ ПОКРИТТЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до багатошарових, зносостійких покриттів і може бути використаний в машинобудуванні, агрегато- і двигунобудуванні при створенні запірних і регулюючих конструкцій для регулювання великих витрат і перепадів тисків, зокрема, у дискових клапанах з поліпшеними функціональними властивостями такими як антифрикційні, міцнісні, зносостійкі, ерозійностійкі та ін.

Задачею пропонованого технічного рішення є збільшення терміну служби дискової золотникової пари шляхом підвищення твердості й зменшення зношування поверхні золотника, що контактує із сідлом.

В основу винаходу поставлена задача поліпшення багатошарового, зносостійкого покриття, що містить нітрид титану, у якому, внаслідок виконання покриття із чотирьох шарів, кожний із яких сформований із наночарів, при цьому перший шар виконаний на азотованій основі і з наночарів титану, другий шар у складі наночарів титану й нітриду титану, що чергуються, третій і четвертий шари у складі наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію, що чергуються, при різних співвідношеннях товщин шарів, забезпечується не тільки підвищення зносостійкості, але й поява стійкості до ерозії поверхні диска, що проявляється через відсутність мікроподряпин (пошкоджувальності) робочої поверхні частками, що є присутніми у реальній робочій рідині, наприклад в авіаційному паливі.

Золотник з пропонованим покриттям може бути використаний у деталях пар тертя дозаторів і регуляторів агрегатів паливоживлення й регулювання авіадвигунів НД-450; НД450М; НД450С; НД-МС2.

UA 108279 C2

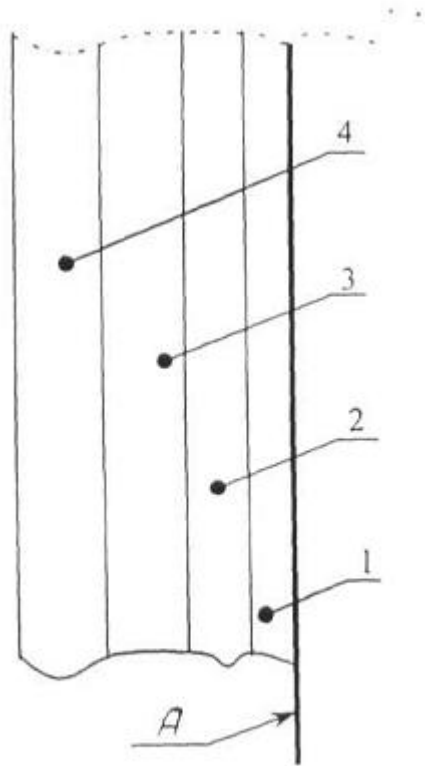


Fig. 2

Винахід належить до багат шарових, зносостійких покриттів і призначений для дискових клапанів середніх і більших розмірів, може бути використаний в машинобудуванні, агрегатор- і двигунобудуванні при створенні запірних і регулюючих конструкцій для регулювання більших витрат і перепадів тисків, зокрема, у дискових клапанах з поліпшеними функціональними властивостями такими як антифрикційні, міцнісні, зносостійкі, ерозійностійкі та ін.

Надійність роботи трубопровідної системи визначається, зокрема, надійністю й довговічністю рухомих деталей регулюючих пристроїв, якими є, наприклад, золотникові пари регулюючих і запірних пристроїв.

Відомо, що дискові пари в складі розвантажених дискових регулювальних клапанів виконують зі спеціальних матеріалів, прості по конструкції й можуть забезпечити надійну й довговічну роботу пристрою за умови стабільності властивостей контактуючих поверхонь.

Однак, зношування контактуючих поверхонь золотникової пари зводить нанівець можливості конструкції розвантаженого дискового регулювального клапана. Подальше підвищення надійності дискових пар пов'язане із застосуванням нових матеріалів і нових технологій.

Відоме зносостійке іонно-плазмове покриття на основі нітриду хрому, нанесене на металевий виріб [див. опис до патенту РФ № 2025543 С1, М.кл. С23С 14/08, опубл. 30.12.1994 р.], що містить ванадій у складі нітриду (Cr-V)N при наступному співвідношенні хрому й ванадію ат%: Cr 28-50, V 50-72.

Описане вище покриття може використовуватися в промисловості для підвищення зносостійкості ріжучого й технологічного інструмента, має відносну зносостійкість 1-3.08, що змінюється залежно від складу.

Зносостійкість такого покриття відносно висока, але його застосування обмежене в основному різальним інструментом, тобто розраховано на можливість швидкого відновлення в умовах промислового виробництва.

Відомо також зносостійке іонно-плазмове покриття на основі складного нітриду титану, алюмінію й хрому ($Ti_xAl_yCr_z$)N, нанесене на металевий або керамічний виріб [див. опис до патенту РФ № 2405060 С1, М.кл. С23С 14/06, опубл. 27.11.2010 р.], у якому вміст хрому (z) залежить від вмісту алюмінію й титану й перебуває в межах від 1/7 до 1/5 від (x-y), при цьому $0,05 \leq x \leq y$, $x/y < 1$.

Описане вище покриття має підвищену зносостійкість і може бути використане для різального інструменту, тобто його функціональні можливості також обмежуються цією областю.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, по призначенню, технічній суті й результату, що досягають при використанні, є багат шарове, зносостійке покриття, що містить азотований шар і шари нітриду титану [див. опис до патентної заявки США № US 2009/0123737, Покриття обробленої поверхні стійке до ерозії твердими частками, М.кл. В32В 18/00, опубл. 14.05.2009 р.], у якому нітрид титану розташований на азотованому шарі, отриманим звичайним шляхом, і чергується із шарами AlCg товщиною від 10 нм до 100 нм при загальній товщині від 19 мкм до 20 мкм.

Таке покриття здатне чинити значний опір ерозії твердим часткам.

Однак, формування такого покриття супроводжується істотною зміною геометричних параметрів робочих поверхонь. Для використання оброблених поверхонь у цілому ряді пристроїв необхідна їх додаткова механічна обробка, пов'язана зі зменшенням товщини покриття до 1-2 мкм, що зводить нанівець результати хіміко-термічної обробки.

Необхідною умовою працездатності розподільної золотникової пари є мінімальна сила тертя, що при роботі в середовищі, наприклад, авіаційного палива забезпечується гідростатичним розвантаженням, а також високою твердістю деталей (≥ 61 HRC) і точними геометричними параметрами робочих поверхонь (неплоскостність $\leq 0,0006$ мм і шорсткість $R_a=0,02$).

Однак у процесі експлуатації нерідкі дефекти через виникнення мікроушкоджень робочої площини золотника твердими частками, які перебувають у робочій рідині, що призводить до збільшення сили тертя.

Тому задачею запропонованого технічного рішення є збільшення терміну служби дискової золотникової пари шляхом підвищення твердості й зменшення зношування поверхні золотника, що контактує із сідлом.

В основу винаходу поставлена задача поліпшення багат шарового, зносостійкого покриття, що містить нітрид титану, у якому внаслідок виконання покриття із чотирьох шарів, кожний з яких сформований з нан шарів, на попередньо азотованій поверхні, при цьому перший шар на азотованій поверхні виконаний з нан шарів титану, другий шар, що складається із нан шарів титану й нітриду титану, що чергуються, третій і четвертий шари, що складаються із нан шарів

нітриду титану й нітриду алюмінію, що чергуються, при різних співвідношеннях товщин шарів, забезпечується новий технічний результат.

Він полягає не тільки в підвищенні зносостійкості, але й у появі стійкості до ерозії поверхні диска, що проявляється відсутністю мікроподряпин (пошкоджуваності) робочої поверхні частками, що є присутнім у реальній робочій рідині, наприклад в авіаційному паливі.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому багат шаровому, зносостійкому покритті, що містить шари нітриду титану, розташовані на попередньо азотованій поверхні, відповідно до винаходу, покриття виконане із чотирьох шарів, кожний з яких сформований з наночарів, при цьому перший шар на азотованій поверхні виконаний з наночарів титану, другий шар, що складається із наночарів титану й нітриду титану, що чергуються, третій і четвертий шари, що складаються із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію, що чергуються, виконані при різних співвідношеннях товщин шарів.

Відповідно до винаходу, перший шар, що складається із наночарів титану, виконаний товщиною у два рази меншою, чим кожний з наступних шарів.

Відповідно до винаходу, другий шар, що складається із наночарів титану й нітриду титану, що чергуються, виконаний товщиною 0,2-0,3 мкм.

Відповідно до винаходу, наночари титану й нітриду титану, що чергуються, другого шару виконані з періодом повторюваності 10 нм і товщиною окремих наночарів відповідно 2 нм і 8 нм.

Відповідно до винаходу, третій шар виконаний із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію TiN-AlN (50/50), що чергуються, з періодом повторюваності 20 нм і однаковою товщиною окремих наночарів, при цьому сумарна його товщина становить 0,5-0,7 мкм.

Відповідно до винаходу, четвертий шар виконаний із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію TiN-AlN (30/70), що чергуються, з періодом повторюваності 12 нм, товщиною окремих наночарів 4 і 8 нм, сумарною товщиною 0,5-0,7 мкм.

Як видно з викладу суті технічного рішення, що заявляється, воно відрізняється від прототипу і, отже, є новим.

Технічне рішення, що заявляється, має винахідницький рівень.

З характеристики рівня техніки видно, що поліпшення відомих технічних рішень у даній області техніки спрямовані на вдосконалення конструкції, що призводить до появи невиправдано складних пристроїв, що вимагають у процесі їхньої експлуатації додаткових витрат на їхнє обслуговування.

Технічне рішення, що заявляють, принципово відрізняються від відомих тим, що забезпечують істотну зміну технічної характеристики, наприклад, дискового золотника, що проявляється в ерозійній стійкості, яка є наслідком істотного підвищення твердості й зносостійкості й, як наслідок, довговічності дискової золотникової пари в цілому.

Фіг. 1 - дисковий золотник.

Фіг. 2 - структура зносостійкого шару.

Фіг. 3 - фрагмент протоколу автоматизованої системи контролю процесу одержання нанопокриття Ti-TiN з періодом повторюваності 10 нм і товщиною окремих наночарів відповідно 2 нм і 8 нм.

Фіг. 4 - фрагмент протоколу автоматизованої системи контролю процесу одержання нанопокриття TiN-AlN (50/50) з періодом повторюваності 20 нм і однаковою товщиною окремих наночарів.

Фіг. 5 - фрагмент протоколу автоматизованої системи контролю процесу одержання нанопокриття TiN-AlN (30/70) з періодом повторюваності 12 нм і товщиною окремих наночарів 4 і 8 нм.

Плоский золотник (фіг. 1) виконаний зі сталі 8 × 4B9Ф2-Ш, загартованої на твердість ≥ 60 HRC і азотованої на глибину $h=0,05 \dots 0,1$ мм із твердістю ≥ 900 HV. На поверхні А дискового золотника в зоні Т, що контактує із сідлом, виконаний зносостійкий шар покриття на основі (Ti-Al-N), що забезпечує ерозійну стійкість.

На фіг. 2 показана структура багат шарового, зносостійкого покриття.

На азотованій поверхні золотника, що контактує із сідлом (на кресленні не показано), сформований первинний шар 1 Ti товщиною 0,2-0,3 мкм.

Наступний шар 2 являє собою нанопокриття (Ti-TiN) з періодом повторюваності 10 нм і товщиною окремих наночарів відповідно 2 нм і 8 нм, товщиною 0,2-0,3 мкм (фіг. 3).

Шар 3 являє собою TiN-AlN (50/50) з періодом повторюваності 20 нм і однаковою товщиною окремих наночарів, сумарною товщиною 0,5-0,7 мкм (фіг. 4).

Шар 4 являє собою наночарів TiN-AlN (30/70) з періодом повторюваності 12 нм і товщиною окремих наночарів 4 і 8 нм. сумарною товщиною 0,5-0,7 мкм (фіг. 5).

У табл. 1, наведеної нижче, показані технічні характеристики використовуваних покриттів.

Таблиця

NN		Конструкція покриття	Характеристики покриттів		Знімання виробів в експлуатації із причин ушкодження золотникової пари	Ресурс експлуатації, година
			Товщина, мкм	Мікротвердість, HV		
1	Золотник без покриття			900 HV	До 30 %	200
2	Золотник з покриттям	Ti-(Ti-TiN)	1,0-2,0	2000 HV	До 30 %	200
3	Золотник з покриттям	Ti-(Ti-TiN)-(TiN-AIN) (50/50)	1,0-2,0	3000 HV	До 10 %	200
4	Золотник з покриттям AVINIT C320-msl	Ti-(Ti-TiN)-(TiN-AIN) (50/50)-(TiN-AIN)-(30/70)	1,0-2,0	3500 HV	0 %	4000

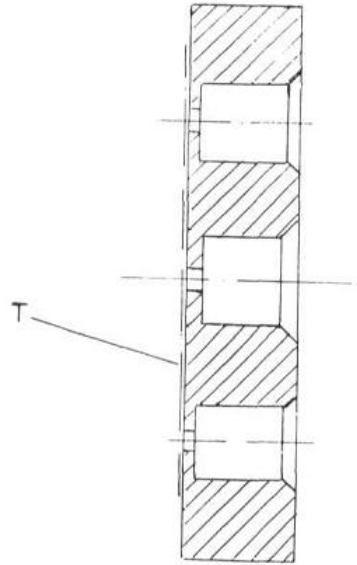
5 Як видно з таблиці, нанесення оптимізованого покриття (п. 4 табл. 1) на робочу площину розподільного золотника істотно збільшує опір зношуванню й забезпечує високу стійкість поверхні до ерозії (пошкоджуваності) твердими сторонніми частками за рахунок різкого збільшення твердості до ≥ 3200 HV.

Тривалість роботи золотникової пари при цьому збільшена з 200 годин до 4000 годин.

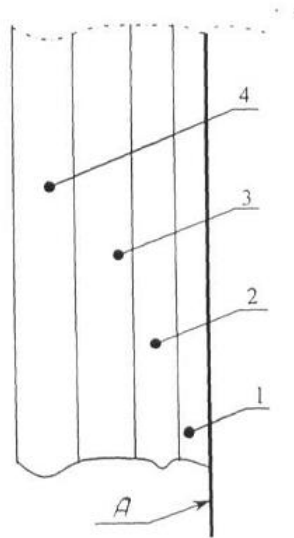
10 Золотник з покриттям, що заявляється, може бути використаний у деталях пар тертя насосів-дозаторів і регуляторів агрегатів паливоживлення й регулювання авіадвигунів НД-450; НД450М; НД450С; НД-МС2.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

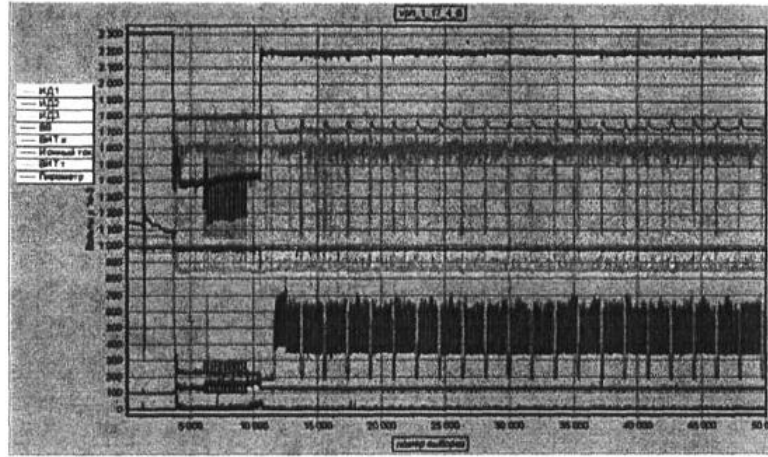
- 15 1. Багатошарове, зносостійке покриття, розташоване на попередньо азотованій поверхні, що містить шари нітриду титану, яке **відрізняється** тим, що покриття виконане із чотирьох шарів, кожний з яких сформований із наночарів, при цьому перший шар на азотованій поверхні виконаний із наночарів титану, другий шар, що складається із наночарів титану й нітриду титану, що чергуються, третій і четвертий шари, що складаються із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію, що чергуються, виконані при різних співвідношеннях товщин наночарів
- 20 2. Багатошарове, зносостійке покриття за п. 1, яке **відрізняється** тим, що перший шар з наночарів титану виконаний товщиною у два рази меншою, чим кожний з наступних шарів.
3. Багатошарове, зносостійке покриття за п. 1, яке **відрізняється** тим, що другий шар, що складається із наночарів титану й нітриду титану, що чергуються, виконаний товщиною 0,2-0,3
- 25 мкм.
4. Багатошарове, зносостійке покриття за п. 1, яке **відрізняється** тим, що наночари з титану й нітриду титану, що чергуються, другого шару виконані з періодом повторюваності 10 нм і товщиною окремих наночарів відповідно 2 нм і 8 нм.
5. Багатошарове, зносостійке покриття за п. 1, яке **відрізняється** тим, що третій шар виконаний із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію TiN-AIN (50/50), що чергуються, з періодом повторюваності 20 нм і однаковою товщиною окремих наночарів, при цьому сумарна товщина
- 30 третього шару становить 0,5-0,7 мкм.
6. Багатошарове, зносостійке покриття за п. 1, яке **відрізняється** тим, що четвертий шар виконаний із наночарів нітриду титану й нітриду алюмінію TiN-AIN (30/70), що чергуються, з
- 35 періодом повторюваності 12 нм, товщиною окремих шарів 4 нм і 8 нм, сумарною товщиною 0,5-0,7 мкм.



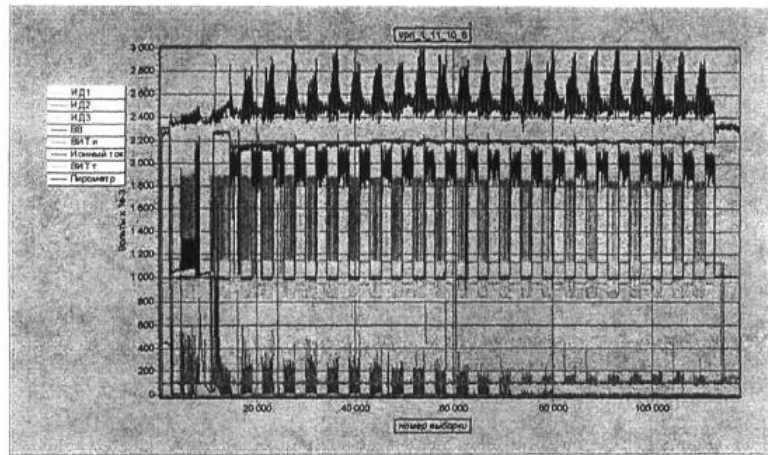
Фиг. 1



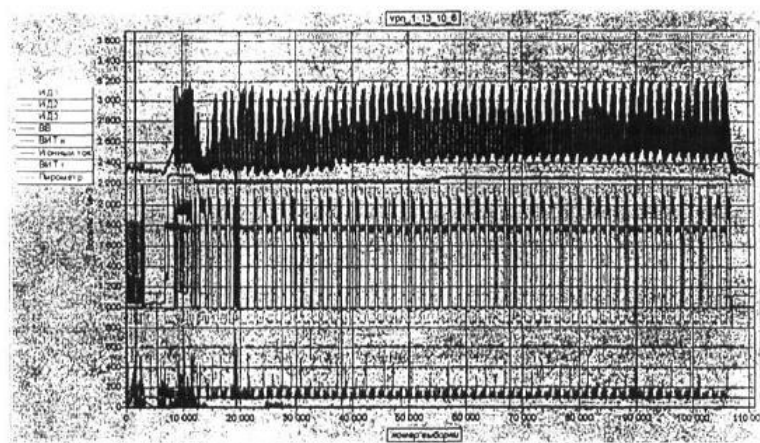
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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

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