



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 117008

(13) U

(51) МПК

C23C 14/32 (2006.01)

C21D 1/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 00038**

(22) Дата подання заявки: **03.01.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **12.06.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **12.06.2017, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Андрєєв Анатолій Опанасович (UA),
Александров Віктор Олександрович
(UA),**

**Жиров Олександр Сергійович (UA),
Соболь Олег Валентинович (UA),
Столбовий В'ячеслав Олександрович
(UA),
Шепель Сергій Володимирович (UA),
Шевченко Світлана Михайлівна (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
"ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ",
вул. Академічна, 1, м. Харків, 61108 (UA)**

(54) СПОСІБ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

(57) Реферат:

Спосіб хіміко-термічної обробки сталевих виробів, за яким сталеві вироби піддають загартуванню, відпусканню та азотуванню у вакуумно-дуговому газовому розряді. Додатково проводять азотування сталевих виробів у вакуумно-дуговому газовому розряді перед загартуванням та відпусканням.

UA 117008 U

Корисна модель належить до технології хіміко-термічної обробки сталевих виробів, включаючи вироби із сталей типу 40X, X12МФ, X12, 9ХС та ін., для яких неможливе відпускання при високій температурі, тобто відпускання проводять при температурі, яка не перевищує 350 °С. Вироби з таких сталей широко використовуються в машинобудуванні та інструментальному виробництві.

Відомий спосіб [1] хіміко-термічної обробки сталевих виробів, за яким азотування після загартування і відпускання проводять в муфельній печі при атмосферному тиску в середовищі аміаку. Молекули аміаку при нагріванні дисоціюють, тобто розпадаються на атомарний азот і водень. При температурі від 450 до 650 °С атомарний азот дифундує у сталь, створюючи нітриди заліза Fe_3N , Fe_4N , розчин азоту в залізі $\alpha-Fe$, а також нітриди легуючих елементів CrN , Mo_2N та ін. Азотований шар має підвищену твердість від 6 до 9 ГПа, підвищену зносостійкість, теплостійкість, стійкість до дії агресивних середовищ.

Але за цим способом азотувати вироби зі сталей з низькою температурою відпускання (від 180 до 350 °С), наприклад, 40X, 9ХС, X12МФ та ін. неможливо, бо температура азотування перевищує температуру відпускання. При температурах азотування від 450 до 600 °С твердість виробів суттєво знижується, і вони стають непридатними для використання.

За іншим відомим способом [2] хіміко-термічної обробки сталевих виробів азотування після загартування та відпускання проводять в тліючому розряді. У вакуумній камері розміщують вироби після загартування, відпускання та механічної обробки. Камеру відкачують до створення тиску 1,33 Па, продувають робочим газом азотом 5 хв. при тиску 1330 Па, відкачують до тиску 1,33 Па. Потім на вироби подають негативний імпульсний потенціал від 1,1 до 1,4 кВ, який підпалює тліючий розряд. Іони азоту бомбардують поверхні виробів, нагріваючи їх до температури від 350 до 650 °С. При цьому на поверхні виробів створюється азотований шар, товщина якого залежить від часу азотування і температури поверхні. Швидкість азотування спочатку складає біля 0,02 мм за годину, потім значно знижується. Для отримання азотованого шару товщиною від 0,2 до 0,3 мм потрібно від 15 до 20 і більше годин. Після азотування потрібна ще одна механічна обробка виробів. Твердість поверхні виробів також на рівні від 6 до 9 ГПа в залежності від складу сталі.

Таким способом азотування виробів зі сталей, що не допускають високу температуру відпускання, наприклад, 40X, 9ХС, X12МФ і ін. також неможливо, оскільки температура азотування перевищує температуру відпускання. Твердість виробів, нагрітих до температури азотування, істотно знижується, вони стають непридатними для використання.

Найбільш близьким до патентованого способу хіміко-термічної обробки сталевих виробів є спосіб [3], за яким азотування при використанні вакуумно-дугового газового розряду проводять після загартування, відпускання і механічної обробки. Цей спосіб реалізують в установці з вакуумною камерою, забезпеченою вакуумно-дуговим випарником. Газовий розряд низького тиску в основному об'ємі камери запалюють при подачі позитивного потенціалу на анод, ізольований від корпусу камери. У камері присутній азот при тиску від 0,2 до 0,6 Па. У розряді утворюється атомарний азот, необхідний для процесу азотування. Виріб, який азотується, знаходиться в центрі камери. У процесі азотування на нього подають негативний потенціал від 800 до 1000 В, регулюючи його величину таким чином, щоб підтримувати температуру виробів в межах від 500 до 600 °С при струмі дуги від 80 до 100 А. Даний спосіб забезпечує більшу швидкість азотування, ніж попередні. Фазовий склад азотованих шарів такий же, як і у наведених вище аналогах, тобто Fe_3N , Fe_4N . Розчин азоту в залізі $\alpha-Fe$, а також у вигляді нітридів легуючих елементів CrN , Mo_2N та ін. Твердість азотованих шарів також на рівні від 6 до 9 ГПа залежно від складу сталі.

Однак і цим способом неможливо азотувати вироби з сталей, що не допускають високу температуру відпускання, наприклад, таких як 40X, 9ХС, X12МФ та ін., оскільки температура азотування перевищує температуру відпускання. При цьому твердість виробів істотно знижується, і вони стають непридатними для використання.

Слід зазначити, що у відомих способах хіміко-термічної обробки сталевих виробів, коли азотування проводять після загартування і відпускання, потрібний великий час для азотування, тому що в загартовану сталь складніше проникають атоми азоту. Крім того, механічна обробка виробів проводиться двічі. Перша - після загартування і відпускання, друга - після азотування.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу хіміко-термічної обробки сталевих виробів. Вдосконалений спосіб повинен забезпечити можливість азотування сталевих виробів, що не допускають високу температуру відпускання. Задача має вирішуватися шляхом зміни режиму хіміко-термічної обробки виробів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб хіміко-термічної обробки сталевих виробів, який включає загартування, відпускання і азотування в вакуумному газовому розряді.

На відміну від відомих способів в запропонованому способі азотування в вакуумному газовому розряді проводять перед загартуванням і відпусканням. Таким чином, запропонований спосіб відрізняється послідовністю операцій хіміко-термічної обробки, тобто спочатку проводять азотування виробів, а потім загартування і відпускання. Оскільки азотування проводять до загартування і відпускання, то нагрівання виробів, що не допускають високу температуру відпускання, при азотуванні не впливає на процес загартування і відпускання. Твердість виробів після такої послідовності операцій знаходиться на рівні від 8 до 9 ГПа. Фазовий склад азотованого шару, в основному, визначається сполукою Fe_4N , розчином азоту в залізі $\alpha\text{-Fe}$, а також нітридами легуючих елементів. Такі вироби придатні для використання. При цьому значно прискорюється процес азотування, оскільки атоми азоту легше проникають в незагартовану сталь. Механічну обробку достатньо проводити тільки один раз після завершення процесу хіміко-термічної обробки.

Розглянемо приклади реалізації запропонованого способу. Для хіміко-термічної обробки виріб зі сталі X12МФ з припуском на розміри для подальшої чистової механічної обробки 0,15 мм спочатку азотують при використанні вакуумно-дугового розряду. Азотування проводять при тиску азоту в камері від 0,2 до 0,6 Па, температурі від 550 до 650 °С, при струмі дуги від 80 до 100 А і негативному потенціалі на виробах від 800 до 1000 В протягом однієї години.

Потім вироби нагрівають за стандартною технологією до температури загартування 1020 °С, охолоджують в маслі і піддають відпусканню при 300 °С. Після цього проводять механічну обробку виробів, тобто видаляють припуск разом з дефектним окисленням шаром (окалиною) і отримують чистові розміри виробів. При цьому усуваються також відхилення від геометричних розмірів (повідки), які зазвичай мають місце при термічній обробці виробів складної форми. На обробленій таким чином поверхні забезпечується присутність азотованого шару з твердістю 9 ГПа, тобто вище звичайної для загартованої і відпущеної даної марки сталі 7 ГПа. Товщина азотованого шару може становити від 1,5 до 2 мм.

Інший приклад. Партію пуансонів зі сталі 40Х в стані поставки діаметром 6,6 мм з припуском товщиною 0,15 мм встановлюють в камері з обладнанням для вакуумно-дугового газового розряду установки "Булат-6", відкачують до тиску 0,003 Па, напускають азот до тиску 0,3 Па, включають дуговий газовий розряд при струмі 100 А і, регулюючи позитивний потенціал на виробі в межах від 100 до 150 В, підтримують температуру 650 °С протягом однієї години. Потім розряд відключають, камеру розгерметизовують. Пуансони виймають з камери і поміщають їх в муфельну піч, нагрівають до температури 840 °С, витримують 15 хвилин, а потім виймають і занурюють в масло. Після цього роблять відпускання нагріванням до температури 300 °С протягом 1,5 години.

Після цих операцій деталі обточують до чистового розміру (діаметром 6 мм), видаляючи дефектний шар разом з припуском товщиною 0,15 мм. Поверхня пуансонів після обробки має твердість 8 ГПа (твердість сталі 40Х після звичайного загартування та відпускання 6 ГПа).

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє крім принципової можливості отримати азотований шар на поверхні виробів, що не допускають високу температуру відпускання, значно скоротити час азотування і уникнути додаткової механічної обробки.

Слід відзначити, що запропонований спосіб доцільно використовувати і для сталей, що мають високу температуру відпускання, бо час азотування значно скорочується.

Джерела інформації:

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. Учебник для машиностроительных вузов. - М.: Машиностроение, 1980. - 493 с, ил. (Стор. 240-243).

2. Нежведілов А.Ю. Технологічні основи підвищення корозійної стійкості та межі витривалості сталевих лопаток вакуумним термоциклічним азотуванням у плазмі пульсуючого тліючого розряду. // Авиационно-космическая техника и технология, 2012, № 1 (88). - С. 69-75.

3. Андреев А.А., Саблев Л.П., Григорьев С.Н.. Вакуумно-дуговые покрытия. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2010. - 318 с. - Стор. 236-243. (найближчий аналог).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб хіміко-термічної обробки сталевих виробів, за яким сталеві вироби піддають загартуванню, відпусканню та азотуванню у вакуумно-дуговому газовому розряді, який відрізняється тим, що азотування сталевих виробів у вакуумно-дуговому газовому розряді проводять перед загартуванням та відпусканням.

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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