



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57072 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C23C 8/24
C23C 14/56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВАКУУМНО-ПЛАЗМОВИЙ СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА З ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

1

2

(21) u201008747

(22) 13.07.2010

(24) 10.02.2011

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) ГАРКУША ІГОР ЄВГЕНІЙОВИЧ, БАНДУРА
АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, БИРКА ОЛЕГ ВОЛО-
ДИМИРОВИЧ, СКОБЛО ТАМАРА СЕМЕНІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАР-
КІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) 1. Вакуумно-плазмовий спосіб зміцнення різа-
льного інструмента з вуглецевої сталі, що включає
азотування приповерхневого шару різального ін-
струмента при дії на нього азотної плазми, який

відрізняється тим, що різальний інструмент об-
робляють короткими плазмовими імпульсами для
забезпечення швидкого розплавлення і наступного
надшвидкого ($\sim 10^6$ с) охолодження поверхневого
шару товщиною 20-100 мкм.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що різа-
льний інструмент обробляють 3-10 плазмовими
імпульсами тривалістю не більше 10 мкс при
щільності енергії плазмового потоку 25-40 Дж/см².

3. Спосіб за будь-яким із пп. 1-2, який **відрізня-
ється** тим, що обробляють тільки одну сторону
різального інструмента.

Корисна модель відноситься до техніки зміц-
нення різальних інструментів. Вона може викорис-
товуватись для підвищення зносостійкості виробів,
які експлуатуються в умовах високих механічних
навантажень в машинобудуванні, в різних галузях
сільського господарства, в харчовій промисловос-
ті.

Відомо про спосіб зміцнення різального ін-
струменту з вуглецевої сталі [1]. За цим способом
різальний інструмент, заздалегідь загартований і
відпущений, піддається попередній обробці пото-
ком атомів і іонів титана у вакуумі. Їх отримують
при розпиленні мішені з титана потоком первинних
іонів аргону, і одночасним нанесенням проміжного
покриття з титана. Остаточне покриття нітриду
титана наносять методом вакуумного плазмового
напилення.

Недоліком даного способу є те, що зберігаєть-
ся основа будови грубозернистих інструменталь-
них сталей. Тому така обробка не забезпечує під-
вищення зносостійкості, особливо для тонких
деталей. Крім того, ще одним недоліком є наяв-
ність різкої межі між покриттям і підкладкою. Стри-
бокподібна зміна фізико-механічних і хімічних вла-
стивостей системи «покриття-підкладка»
приводить до погіршення властивостей покриття
за рахунок зростання внутрішньої напруги і зни-
ження адгезії і стійкості покриття.

Відомо про інший спосіб зміцнення різального
інструменту з вуглецевої сталі - бурякорізальних
ножів [2]. Зерна інструментального матеріалу спо-
чатку ультраподрібнюють, наприклад, потужним
пучком лазера, а потім сітки субмікротріщин одер-
жаного ультрадрібного зерна зміцнюють тугоплав-
кими металами із парів. Спосіб також включає за-
гартовування різальної частини ножа струмом
високої частоти (СВЧ) на високочастотній устано-
вці та відпущення в камерній електричній печі.

Недоліком такого способу є залишкові субдрі-
бні тріщини на поверхні інструменту, які прискор-
юють його спрацювання.

Найбільш близьким до способу, що заявляєть-
ся, є іонно-плазмовий спосіб зміцнення різального
інструменту з вуглецевої сталі [3]. Цей спосіб при-
йнято за прототип. Спосіб включає азотування
приповерхневого шару різального інструменту при
дії на нього азотної плазми. Азотування, прово-
дять у вакуумі у тліючому розряді, який виникає
між анодом, встановленим в печі, заповненій азо-
туючим газом, і катодом. Різальний інструмент
обробляють на протязі 5-60 хв. При цьому він на-
грівається до температури 250°C. Після завер-
шення процесу виробу швидко охолоджують інер-
тним газом.

Недоліком цього способу є недостатня зносо-
стійкість поверхневих шарів. Крім цього можлива
значна зміна геометрії оброблюваного об'єкту за

(19) UA (11) 57072 (13) U

рахунок нагріву усієї деталі і її швидкого охолодження. Слід відзначити також значний термін процесу, пов'язаний з малою швидкістю нагрівання деталей газом, особливо масивних, непродуктивні витрати газу і енергії для його нагрівання.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити спосіб зміцнення різального інструменту з вуглецевої сталі. Удосконалення повинно забезпечити більше зміцнення приповерхневого шару різального інструменту і підвищення його зносостійкості при менших енерговитратах. Таке удосконалення повинно здійснюватися шляхом вибору певних режимів дії азотної плазми на приповерхневий шар різального інструменту.

Спосіб також повинен забезпечити можливість обробки тільки однієї сторони інструменту для того щоб він набув властивості самозагострювання.

Поставлена задача вирішується способом, що патентується, за яким, також як і за способом-прототипом, для азотування приповерхневого шару різального інструменту на нього діють азотною плазмою.

Відрізняється спосіб тим, що різальний інструмент обробляють короткими плазовими імпульсами для забезпечення швидкого розплавлення і наступного надшвидкого ($\sim 10^6$ с) охолодження поверхневого шару товщиною 20-100 мкм.

Найбільший ефект досягається, коли різальний інструмент обробляють 3-10 плазовими імпульсами тривалістю не більше 10 мкс при щільності енергії плазового потоку 25-40 Дж/см.

Для того щоб різальний інструмент став самозагострюваним обробляють тільки одну його сторону.

При обробці різального інструменту плазовими імпульсами вказаної тривалості і щільності енергії імпульсного плазового потоку відбувається ефективна дифузія іонів плазми вглиб розплавленого шару матеріалу і наступне надшвидке (за проміжок біля 10^6 сек.) його охолодження. Внаслідок того, що енергія передається протягом дуже короткого проміжку часу і не встигає дифундувати в глибину матеріалу, вона концентрується в тонкому поверхневому шарі. Відбувається його плавлення з одночасним впровадженням потоку іонів (наприклад, азоту) в матеріал мішені при градієнті температур $\sim 10^8$ К/м. В результаті такого режиму вдається досягти зміцнення приповерхневого шару різального інструменту і покращити його зносостійкість при менших енерговитратах. При обробці однієї його сторони забезпечується його самозагострюваність.

Як показали досліди, найбільший ефект досягається, коли тривалість імпульсів не перевищує 10 мкс при щільності енергії плазового потоку 25-40 Дж/см². При збільшенні тривалості імпульсів

або при зменшенні щільності енергії може не відбутися відповідне плавлення поверхневого шару, а збільшення щільності енергії може призвести до зросту шорсткості поверхні.

При кількості плазових імпульсів більшої за 10 не відбувається помітного збільшення міцності оброблюваного матеріалу, а витрати енергії зростають. Якщо кількість імпульсів менша від 3, потрібний ефект зміцнення в повній мірі може не досягатися.

Даний спосіб обробки різального інструмента реалізовувався на установці яка складається з коаксіального імпульсного плазового прискорювача з анодом діаметром 14 см, і катодом діаметром 5 см, розміщених у вакуумній камері довжиною 120 см і діаметром 100 см. Довжина електродів прискорювача складає 70 см. Робочий газ напускався в прискорювач за допомогою імпульсного електромагнітного клапана. Клапан розташований всередині центрального електрода (катода).

Для введення зразків (деталей) у робочу область без розгерметизації, у вакуумній камері є два шлюзи. Для відкачування шлюзів і камери використовувались два форвакуумних насоси і один дифузійний.

Різальний інструмент встановлювали у камеру, яку потім відкачували до тиску $\sim 5 \times 10^{-5}$ Па. Обробляли поверхневий шар (товщиною 20-100 мкм) з однієї сторони різального інструменту 3-10 імпульсами плазми тривалістю до 10 мкс, при цьому щільність енергії імпульсного плазового потоку складала 25-40 Дж/см². Після кожної імпульсної плазової дії відбувалось надшвидке охолодження поверхневого шару (за проміжок біля 10^6 сек.).

Покращення параметрів різального інструменту було перевірено експериментально. Випробування виробів проводилися при умовах моделюючих реальні в суміші, яка мала 10% розчин цукру й стружку цукрового буряка. Після плазової обробки, на поверхні різального інструменту не виявлено змін в геометрії деталі і зовнішніх ушкоджень (мікротріщин). На обробленій поверхні виявлено значне зростання мікротвердості (на 300%). Зносостійкість зросла у 4-5 разів. Крім цього завдяки обробці тільки однієї із сторін різального інструменту, спостерігалась здатність до самозагострювання в ході процесу різання.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує більше зміцнення приповерхневого шару різального інструменту і підвищує його зносостійкість при менших енерговитратах.

Джерела інформації

1. Патент РФ №2062817.
2. Патент України №42467.
3. Патент Японії JP №568915 (прототип).