



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71863 (13) A

(51) 7 B24C7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДРОБОСТРУМИННОЇ ОБРОБКИ

1

2

(21) 20031213360

(22) 31.12.2003

(24) 15.12.2004

(46) 15.12.2004, Бюл. № 12, 2004 р.

(72) Тимошенко Вячеслав Михайлович, Чернявський Анатолій Миколайович, Кухар Олександр Миколайович

(73) ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

(57) Пристрій для дробоструминної обробки виробів потоком абразивних частинок, що полягає в

переміщенні інструмента (дробоструминного сопла) відносно оброблюваної поверхні за ексцентрисною кривою з постійною швидкістю, який відрізняється тим, що механічна рука маніпулятора, яка виконує переміщення інструмента за необхідною траєкторією, виготовляється у вигляді однорухомої поступальної пари з пружним елементом, який обмежує віддачу інструмента і забезпечує отримання рівномірної обробленої поверхні при зміні технологічних параметрів обробки.

Пристрій, який пропонується, стосується області механічної обробки конструктивних матеріалів.

Існує спосіб дробоструминної обробки, котрий полягає в тому, що потік абразивних частинок викидається на оброблювану поверхню виробу струменем стиснутого повітря за допомогою струминного апарата через сопло (інструмент). При цьому пристрій, який обробляє поверхню, рухається в площині, перпендикулярній осі струменя [1]. Однак такий спосіб дозволяє отримати порівняно нерівномірну обробку поверхні тільки для плоских виробів.

Для виробів складної геометричної форми застосовують інший спосіб, прийнятий нами за прототип, який полягає в тому, що інструмент переміщується за ексцентрисною кривою до оброблюваної поверхні з постійною швидкістю [2].

Проте цей спосіб також не забезпечує рівномірної обробки поверхні, оскільки дробоструминна обробка характеризується нестабільністю технологічних параметрів (коливаннями фізичних характеристик енергоносія в процесі обробки, неоднорідним гранулометричним складом абразивного матеріалу, нерівномірністю подачі цього матеріалу до камери змішування дробоструминного апарата та ін.).

Метою даного винаходу є забезпечення рівномірної обробки поверхні.

Поставлена мета досягається тим, що інструменту надається задавальна подача за ексцентрисною кривою до оброблюваної поверхні,

а слідувальна подача (нормальна щодо оброблюваної поверхні) встановлюється за віддачею струменя. Механічну руку маніпулятора, що переміщує інструмент за необхідною траєкторією, виконують у вигляді однорухомої поступальної пари з пружним елементом, який обмежує реактивний хід (віддачу) інструмента. Жорсткість пружного елемента визначають за формулою

$$c = M(v^2 - 2g f x) x^2, \quad (1)$$

де M - маса інструмента, кг; v - швидкість віддачі інструмента, м/с; g - прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²; f - коефіцієнт тертя між ланками однорухомої кінематичної пари; x - необхідне (з умови зміни технологічних параметрів енергоносія) переміщення інструмента.

Квадрат швидкості віддачі інструмента v^2 повинен перевищувати добуток прискорення сили ваги g на коефіцієнт тертя ланок однорухомої поступальної пари f і на величину необхідної віддачі (переміщення) інструмента x не менше ніж у чотири рази, тобто

$$v^2 > 4g f x, \quad (2)$$

Схема здійснення способу, що пропонується, пояснюється на Фіг.

Втулка 1, куди встановлено дробоструминне сопло 2, утворює з тримачем 3 механізму, який здійснює переміщення сопла за необхідною траєкторією, кінематичну поступальну пару п'ятого класу.

В циліндричну виточку тримача 3 вставлена пружина стискання (пружний елемент) 4, яка пра-

(13) A

(11) 71863

(19) UA

вим торцем упирається в буртик 5, жорстко з'єднаний із втулкою 1, а лівим торцем у витоčku тримача 3.

Розглянемо взаємодію повітряно-абразивної суміші та сопла при горизонтальному положенні осі останнього.

Повітряно-абразивна суміш густиною ρ вилітає із сопла діаметром d зі швидкістю v й утворює, конусоподібний, факел з кутом розкриття 2α . Відстань від сопла до оброблюваної поверхні позначена як a .

Під час вилітання дробинки із сопла зі швидкістю v виникає віддача сопла зі швидкістю u , пружина стискується і сопло переміщується на деяку величину x . Відстань від сопла до оброблюваної поверхні буде дорівнювати $a+x$. Шляхом підбору пружного елемента (пружины) відповідної жорсткості можливо досягти через зміну відстані a рівномірної сили дії струменя абразивних частинок на оброблювану поверхню, а відповідно й рівномірної обробки.

Запишемо рівняння кількості рухів для системи двох тіл, які взаємодіють (сопла і повітряно-абразивної суміші),

$$mv - Mu = 0, \quad (3)$$

де m - маса повітряно-абразивної суміші, що вилітає із сопла за 1 сек., кг;

v - швидкість витікання суміші, м/с;

M - маса сопла і деталей тримача, кг;

u - швидкість віддачі сопла, м/с.

Оскільки за одну секунду із сопла виділяється маса суміші

$$m = \rho Sv \quad (4)$$

де ρ - густина суміші, кг/м³;

S - площа поперечного перерізу, м²;

v - швидкість витікання суміші, м/с,

то після підстановки значення (4) в рівняння (3) отримаємо, що

$$\rho Sv^2 - Mu = 0 \quad (5)$$

звідки

$$u = \frac{\rho Sv^2}{M} \quad (6)$$

У момент вилітання струменя абразивної суміші сопло одержує кінетичну енергію

$$E = \frac{Mu^2}{2} \quad (7)$$

де M - маса сопла і деталей тримача, кг;

u - швидкість віддачі, м/с.

Ця енергія витрачається на деформацію пружного елемента

$$A_1 = \int_0^x cxdx = \frac{cx^2}{2} \quad (8)$$

де c - жорсткість пружного елемента, Н/м;

x - переміщення пружного елемента, м,

та на подолання сил тертя в тримачі, тобто на виконання роботи

$$A_2 = Mgf \int_0^x dx = Mgfx \quad (9)$$

де M - маса сопла і деталей тримача, кг;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

f - коефіцієнт тертя між ланками поступальної пари (тримачем і втулкою);

x - переміщення пружного елемента, м.

Ураховуючи викладене вище, можна записати

$$E = A_1 + A_2 \text{ чи } \frac{Mu^2}{2} = \frac{cx^2}{2} + Mgfx \quad (10)$$

звідси

$$c = \frac{M(u^2 - 2gfx)}{x^2} \quad (11)$$

Рівняння (11) має сенс, коли

$$u^2 > 2gfx.$$

Як свідчать проведені нами дослідження, для практичного виконання даного способу достатньо, щоб

$$u^2 \geq n2gfx,$$

$$\text{де } n=2$$

$$u^2 \geq 4gfx.$$

Наприклад:

$$M=4\text{кг};$$

$$v=100\text{ м/с};$$

$$x=0,05\text{м};$$

$$g=9,81\text{м/с}^2;$$

$$\rho=6\text{кг/м}^3;$$

$$f=0,5;$$

$$S=0,785 \cdot 0,01^2\text{м}^2.$$

Для дробоструминної обробки (очищення) металевих поверхонь при використанні сталевого колотого дроту фракції №1 оптимальною вважається відстань a від 300 до 500 мм, яку вибирають залежно від необхідної шорсткості поверхні. З урахуванням зміни швидкості руху абразивних частинок у повітряному середовищі за експоненціальним законом

$$v_m = v_e - \frac{ka}{m} \quad (12)$$

де v_m - поточна швидкість дробинки, м/с;

v - швидкість вильоту дробинки із сопла, м/с;

e - основа натурального логарифма;

k - коефіцієнт пропорційності показника ступеня $\sim 0,7 \cdot 10^{-5}$ (установлений експериментально);

a - відстань від сопла до оброблюваної поверхні, м;

m - маса дробинки, кг,

зміна тиску енергоносія p від 0,4 до 0,6 МПа відстань x прийнята рівною 0,05 м.

За формулою (6) визначаємо швидкість віддачі сопла

$$u = \frac{\rho Sv^2}{M} = \frac{6 \cdot 0,785 \cdot 0,01^2 \cdot 100^2}{4} = 12\text{ м/с}$$

За формулою (11) обчислюємо жорсткість пружини

$$c = \frac{M(u^2 - 2gfx)}{x^2} = \frac{4(12^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,05)}{0,05^2} = 1600\text{ Н/м}$$

На сьогодні є достатня кількість технічних засобів і способів, щоб суттєво зменшити розкид технологічних параметрів дробоструминної обробки і досягти необхідної шорсткості оброблюваної поверхні.

Але це економічно не вигідно, тому що призводить до значного збільшення собівартості дробоструминної обробки.

Застосування ж способу, який пропонується, дозволяє розв'язати завдання рівномірної обробки поверхні значно простіше.

2. Чернявский А.Н. Способ струйной обработки внутренних полостей цилиндрических изделий с днищами - заявка №33409171/05 105190 від 7 липня 1981 року.

ки внутренних полостей цилиндрических изделий
с днищами - заявка №33409171/05 105190 від 7
липня 1981 року.

