

6. А.А. Енаев, Ю.М. Глазырин, В.П. Шалдыкин, Н.Н. Яценко Упругость и демпфирование шин при совместном радиальном и тангенциальном нагружении. – Автомобильная промышленность №7. 1982.
7. І.Г. Грабар, Є.Г. Опанасюк, Д.Б. Бегерський Динаміка дискретно-перервного руху моделі пневмошини на сипучому ґрунті. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2008. - №7 (125) частина 2. – С. 48 – 52.
8. І.Г. Грабар, Є.Г. Опанасюк, М.М. Можаровський, Д.Б. Бегерський, О.Є. Опанасюк Методологія дослідження процесу взаємодії моделі протектора пневматичної шини з ґрунтом // Вісник ЖДТУ. – 2006. – № 3 (38) / Технічні науки. – С. 11 – 19.
9. І.Г. Грабар, Є.Г. Опанасюк, Д.Б. Бегерський. Програмно – апаратний комплекс для дослідження взаємодії моделі пневматичної шини з ґрунтом. // Вісник ЖДТУ. – 2007. – № 1 (40) / Технічні науки. – С. 15 – 22.
10. І.Г. Грабар, Є.Г. Опанасюк, Д.Б. Бегерський. Дослідження пружних властивостей пневматичної шини // Вісник ЖДТУ. – 2008. – № 1 (44) / Технічні науки. – С. 26 – 33.
11. І.Г. Грабар, Є.Г. Опанасюк, Д.Б. Бегерський. Порівняльний аналіз пружних властивостей шин різних конструкцій. // Вісник ЖДТУ. – 2008. – № 3 (46) том 2 / Технічні науки. – С. 106 – 111.

Запропоновано новий спосіб поверхневої фінішної обробки виробів аерозольним надзвуківим потоком, утворений ультразвуковим розпилюванням гідроабразивної суміші і прискореним обертальним рухом стиснутого повітря, який може бути використований для очистки, полірування, а також підготовки поверхонь деталей під покриття. Описані основні механізми утворення аерозольного потоку

Ключові слова: ультразвукове розпилювання, сопло Лавалля, аерозольний потік, очистка, поліровка покриття

Предложен новый метод поверхностной финишной обработки изделий аерозольным сверхзвуковым потоком, образованный ультразвуковым распылением гидроабразивной смеси и вращательным движением сжатого воздуха, который может использоваться для очистки, полировки, а также подготовки поверхностей деталей под покрытия. Описаны основные механизмы образования аерозольного потока

Ключевые слова: ультразвуковое распыление, сопло Лавалля, аерозольный поток, очистка, полировка покрытия

It was offered a new method of superficial treatment of goods by an aerosol supersonic stream, formed by the supersonic atomization of hydroabrasive mixture and rotary-type motion of the compressed air, which can be utilized for cleaning, polishing, and also preparation of surfaces of components for covering. There were described main mechanisms for forming of aerosol stream

Key words: supersonic atomization, Laval nozzle, aerosol stream, cleaning, surface polishing

УДК 621.924.00

ПОВЕРХНЕВА ФІНІШНА ОБРОБКА ВИРОБІВ

В.В. Джемелінський

Кандидат технічних наук, професор*

Контактний тел.: (044) 235-61-53

E-mail: lesya.dz@gmail.com

Д.А. Лесик

Магістр*

*Кафедра лазерної техніки фізико-технічних технологій

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Поверхнева фінішна обробка виробів твердими частками введеними в рідину або газ в порівнянні з іншими методами обробки відрізняється простотою схеми, практично відсутнім тепловиділенням та мож-

ливістю очистки поверхонь від забруднень, оксидних плівок, лакофарбових покриттів, в тому числі і в важкодоступних місцях [1]. Незважаючи на відносну простоту піскоструменного, гідроструменного та гі-

добрабразивного методів очистки поверхонь виробів, головними недоліками їх використання є висока енерго-та матеріалозатратність, необхідність використання обладнання з високими тисками, значні витрати води та абразивних порошків.

Ціллю даної статті є пошук шляхів підвищення енергетичних властивостей мілкодисперсних аерозольних часток із рідини, природних мінералів або абразивних зерен для очистки та оздоблювання поверхонь виробів із металів і металевих матеріалів.

Енергетичні властивості потоку струменя із рідини, твердих часток і повітря можна збільшити шляхом переведення рідини у високо-енергетичний стан-аерозоль і надання їй надзвукової швидкості та обертового руху. Дрібні краплі з твердими частками мінералів або абразивів, рухаючись з великою швидкістю повітряного потоку, при співударі з оброблюваною поверхнею, за рахунок гашення кінетичної енергії, сприяють твердим часткам здійснювати процес мікрорізання та деформування мікровиступів, стиснуте повітря здувати а рідинні складові змивати відділені частки та забруднення.

Продуктивність аерозольних трьохкомпонентного потоку залежить від багатьох факторів, головними з яких є швидкість, напрямок потоку та розміри аерозолі, властивості твердих часток із природних мінералів та абразивів, а також співвідношення твердих часток та рідини, суспензії і повітря та їх витрат.

Встановлено[1], що дуже великі частки аерозолі гальмують рух абразивних часток до оброблювальної поверхні за рахунок їх занурення в каплі рідини. Такий аерозольний газодинамічний потік при співударі з оброблюваною поверхнею спочатку контактує частками рідини, а потім твердими частками абразиву, що призводить до зменшення продуктивності обробки.

Використання дуже малих часток аерозолі приводить до витрат аерозолі на змочування сухих абразивних часток. При такому співвідношенні розмірів абразивних і аерозольних часток ефективність газодинамічного потоку також низька.

Необхідний діаметр часток аерозолі можна отримати за рахунок розпилювання струменя, яке засноване на формуванні капілярних хвиль в півці рідини, яка подається на кінчик форсунки, що коливається з ультразвуковою частотою [2].

Ультразвукове розпилювання дозволяє отримувати діаметр капель значно менше чим діаметр струменя.

У даному випадку капілярна хвиля, з відповідною довжиною, розповсюджується в напрямку повітряного потоку з швидкістю (U), яка дорівнює [2]:

$$U = \frac{\lambda f}{2},$$

де λ - довжина хвилі;
f - частота коливань.

Амплітуда хвилі до стикання з повітряним потоком:

$$A = \cos(\omega t - kx),$$

де k - хвильове число ($k = \frac{2\pi}{\lambda}$);

ω - кутова швидкість ($\omega = \pi f$)

Після стикання з повітряним потоком амплітуда збільшується пропорційно $\exp(\epsilon t)$:

$$A = \exp(\epsilon t) \cos(\omega t - kx),$$

де ϵ - швидкість росту хвилі;
t - час.

Звідси, коли амплітуда хвилі становиться значно більшою, щоб підтримувати її стабільність, розпочинається розпилювання.

Враховуючи вищенаведене та проведеного аналізу факторів впливаючих на процеси формування аерозольного потоку та його взаємодії з оброблюваною поверхнею запропоновано спосіб поверхневої фінішної обробки виробів надзвуковим аерозольним потоком створеним ультразвуковим розпилюванням суспензії із рідини твердих часток у певному співвідношенні і обертовим рухом стиснутого повітря [3] рис.1.

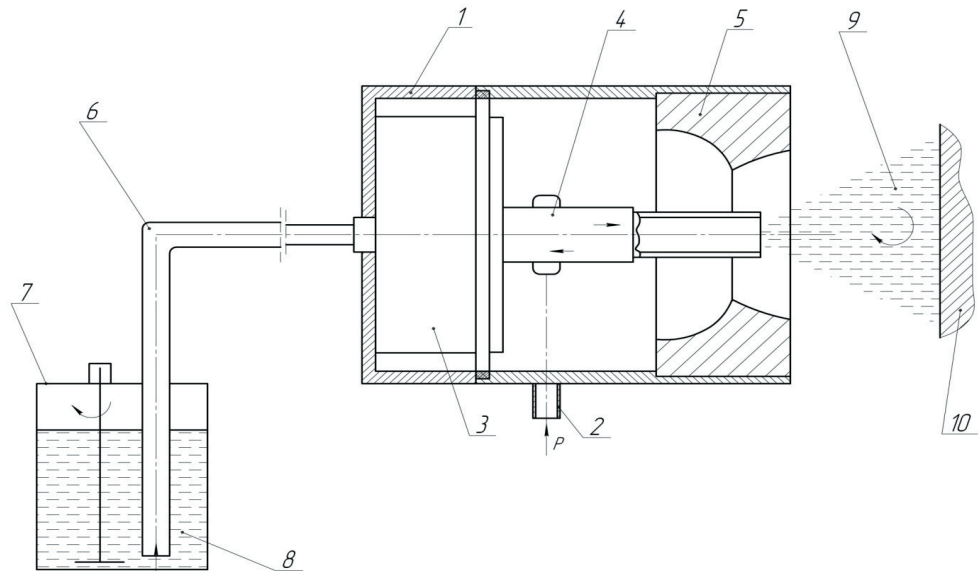


Рис. 1. Схема способу фінішної обробки виробів аерозольним потоком

В запропонованому способі в сопло Лавалю по співвісних циліндричних каналах подають в необхідному масовому співвідношенні струмінь стиснутого повітря, який обертається навколо осі сопла, і потік гідроабразивної суміші, а утворену ними аерозольну суспензію направляють на оброблювану поверхню деталі. Дисперсність аерозольного потоку регулюють частотою поздовжніх ультразвукових коливань, а

швидкість обертального руху навколо осі сопла регулюють втиснутим повітрям.

Зокрема, для заданих витрат повітря, з урахуванням тиску, температури та щільності потоку, величина швидкості потоку в довільному перерізі сопла визначається [4]:

$$V = Ma = M\sqrt{K},$$

де M - число Маха;

a - швидкість звуку;

T - температура потоку;

K - постійна;

R - універсальна газова постійна;

Реалізується спосіб наступним чином (рис.1). В корпус 1 по патрубку 2 подають стиснуте повітря, потік якого, приведений в обертальний навколо осі рух, надходить із камери в сопло 5, протікаючи по якому змінює свою швидкість на виході сопла.

В соплі 5 (рис. 1) за рахунок ежекції відбувається засмоктування суміші води і твердих часток через форсунку 4 шлангом 6. Внаслідок коливань торця форсунки 4 від п'єзокерамічних перетворювачів ультразвукового генератора 3 суміш отримує поздовжні коливання визначеної частоти та одночасно її подрибнення з утворенням аерозольного факела 9, який направляється на оброблювану поверхню деталі 10. Практичну цінність на виході із сопла установки представляють цільність імпульсу і енергія прискорених потоком аерозольних часток та розподіл їх по поверхні деталі.

При взаємодії аерозольного факела з деталлю 10, його тверді частки за рахунок гашення своєї кінетичної енергії пластично деформують та руйнують як поверхневі забруднення так і мікронерівності на оброблюваній поверхні, повітря здуває, а рідинна складова змиває забруднення.

Важливим фактором, який використаний в даному способі для збільшення енергетичних властивостей аерозольного факела є приведення його в обертальний рух. Обертальний рух стиснутого повітря перед його надходження в сопло забезпечує при інших, при інших

вище наведених умовах, збільшення кінетичної енергії твердих часток та рівномірність їх розподілу в аерозольному факелі, що прискорює процес обробки за рахунок дії дотичних складових сил в зоні деформації. Даний фактор сприяє як зростанню продуктивності так і якості фінішної обробки.

Шорсткість оброблювальної поверхні в значній мірі залежить також від природи та розміру твердих часток в аерозолі. Результатами лабораторних досліджень рекомендовані для використання в якості твердих часток визначеного розміру пісок, глина. А також абразивні зерна із електрокорунду та карборунду. Витрати рідинної складової в даному способі регулюються зміною відстані між торцем форсунки і вихідним перетином сопла.

Для отримання поверхні деталі визначеної шорсткості необхідно щоб кожна елементарна площа на поверхні, яка охоплюється аерозольним потоком, переміщуючись відносно потоку, знаходилась від його дією визначений час. Ця умова біде виконуватись при визначені швидкості подачі з урахуванням форми та розмірів площини дії аерозольного потоку.

На запропонований спосіб фінішної обробки розроблено технологію, виготовлено дослідний зразок установки, та проведені пілотні випробовування, якими підтверджена його доцільність для використання.

Література

- [1] А.Е. Проволоцкий, В.Н. Борисенко. Способ формирования гидроабразивной струи // Патент SU №1237403 B24 C1/00, Бюл. №22, 15.06.1986.
- [2] S.C. Tsai, P. Luu, P. Childs, A. Teshome and C.S. Tsai // "The role of capillary waves in two-fluid atomization", Phys. Fluids, Vol. 9, pp. 2909 – 2918, 1997.
- [3] В.В. Джемелінський, Л.В. Джемелінська, Ю.О. Садовський. Способ гідроабразивної обробки поверхонь деталей // Корисна модель №34446 B24 C1/00. Бюл. №15 11.07.2008.
- [4] Г.Н. Абрамович. Прикладная газовая механика. – М., Наука, 1975. – 888с.