

УДК 533.9.01

*Н. В. Яркі**Українська академія друкарства***ПЛАЗМА ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ**

Описано способи застосування низькотемпературної плазми в промисловості. Визначено переваги використання цієї технології обробки матеріалів.

Низькотемпературна плазма, обробка матеріалів, технологічний процес

Сучасна наука і техніка переходять у розряд надточних високоякісних технологій. У повсякденне використання запроваджуються нові матеріали, які потребують спеціальних умов виготовлення та обробки. Водночас удосконалюються існуючі технології. Широко застосовуються відомі фізичні і хімічні явища й ефекти, серед яких використання плазми в багатьох галузях — від важкої промисловості до медицини та поліграфії.

Аналіз досліджень і розробок у сфері обробки поверхні виробів для поліпшення їх експлуатаційних властивостей відображено в ряді публікацій [1-3].

Мета нашого дослідження — розглянути фізико-хімічну суть плазми та її застосування в промисловості і визначити переваги оброблення плазмою матеріалів, деталей машин порівняно з іншими видами обробки й активації.

Плазма — це частково або повністю іонізований газ, в якому густина позитивних і негативних зарядів практично однакова. Зазвичай вона ділиться на ідеальну і неідеальну, низькотемпературну і високотемпературну, рівноважну і нерівноважну [8]. Використовується в областях, де важливим є з'єднання матеріалів або точна модифікація їх поверхонь.

При використанні висококонцентрованих плазмових потоків у матеріалах відбуваються майже всі відомі види теплофізичних і фізико-хімічних перетворень. Це дозволяє економно, продуктивно і цілеспрямовано формувати оптимальні, з погляду умов експлуатації, властивості поверхні деталей та інструменту [6].

Існує багато можливих застосувань плазми в технологічних процесах, найпоширенішими серед яких:

Наплавлення плазмою — сучасний спосіб нанесення зносостійких покриттів на робочу поверхню при виготовленні і відновленні спрацьованих деталей машин. Реалізується двома способами: 1 — струмінь газу захоплює і подає порошок на поверхню деталі; 2 — у плазмовий струмінь вводиться присадний матеріал у вигляді дроту, стержня, стрічки. Як плазмоутворюючі гази використовують аргон, гелій, азот, кисень, водень і повітря. Забезпечує отримання шару металу завтовшки 1–4 мм.

Напилення покриттів товщиною до 1 мм при температурі нагрівання виробу менш як +100°C, що виключає його деформацію і структурні зміни ма-

теріалу основи. Плазмовим напиленням наносяться зносостійкі антифрикційні, жаростійкі, корозостійкі й інші покриття.

Фінішне плазмове зміцнення інструментів, штампів, деталей машин з нанесенням алмазоподібного покриття товщиною до 2 мкм (без зміни щорегкості поверхні, при нагріванні виробу менш як $+100^{\circ}\text{C}$), що збільшує придатність виробів у 2–10 разів.

Застосовується фінішне плазмове зміцнення при виготовленні інструментів, штампів, прес-форм, ножів, фільтер, підшипників й інших деталей машин з певними властивостями поверхні: антифрикційністю, зносо-, корозіє- і жаростійкістю, антисхоплюваням, стійкістю проти фретинг-корозії. Як плазмоутворюючий газ використовують аргон, вихідним матеріалом для проходження плазмохімічних реакцій і утворення покриття є спеціальний рідкий двокомпонентний препарат СЕТОЛ.

Очищення дрібних елементів і мікрокомпонентів. Поверхня фізично очищається іонним бомбардуванням і залежно від виду газу — за допомогою хімічних реакцій. Забруднення перетворюється на газ і відсмоктується з поверхні. Таким чином відбуваються видалення жиру, нафти, оксидів, волокон і попередня підготовка перед з'єднанням, спаюванням або склеюванням.

Активація компонентів — обробка поверхні плазмою (як правило, з невеликою кількістю кисню) для утворення вільних радикалів на поверхні з метою формування хімічно активного поверхневого шару. Застосовується для очищення і поліпшення властивостей поверхні перед подальшими технологічними операціями.

Травлення і видалення з матеріалів світлозахисного покриття, силікону і т. п. Видалений матеріал переводиться у газову фазу і відсмоктується з поверхні. Таким чином поверхня матеріалу збільшується і поліпшується змочуваність. Використовується перед задруковуванням, склеюванням і фарбуванням, а також для «огрублення» матеріалу [4, 5, 7, 9].

Порівняно з іншими процесами, наприклад з використанням відкритого полум'я або рідкої хімічної обробки, плазмова технологія має істотні переваги, зокрема:

може використовуватися он-лайн і бути повністю автоматизованою;

малошкідлива для довкілля;

дрібні деталі, листові матеріали, шерсть, тканини, плінги, порожнисті деталі, задруковані монтажні схеми і т.п. можуть оброблятися незалежно від їх геометрії;

забезпечує рівномірне покриття як на значній площі, так і на обмежених ділянках великих виробів;

дозволяє використовувати різні матеріали (метали, сплави, оксиди, карбіди, нітриди, бориди, пластмаси та їх комбінації) і наносити їх у декілька шарів, отримуючи покриття зі спеціальними характеристиками;

вимагає незначного нагрівання компонентів, при якому практично відсутня деформація основи, на котру проводиться напилення;

зумовлює низькі експлуатаційні витрати;
захищає від небезпеки;
відзначається надзвичайно ефективністю [6, 7].

Нині плазмова технологія широко використовується майже в усіх галузях промисловості, і сфери її застосування постійно розширюються. Найуживанішими у вітчизняній промисловості є установки плазмового напилення «Булат», «УВМ», «Пуск», які дозволяють наносити одно- і багатошарові покриття.

Таким чином, за літературними джерелами досліджено принципи дії, переваги та способи використання холодної плазми в різних галузях промисловості. Плазмова технологія включає ряд надзвичайно важливих високорентгеньових процесів нанесення зносо-, жаро- і корозієстійких та інших плазмових покриттів. Завдяки цьому можлива заміна дорогих і рідкісних металів та сплавів менш дефіцитними матеріалами з нанесеними на них покриттями, без зміни ресурсу придатності виробів.

1. Гавриш А. П. Зміцнення поверхонь деталей машин та механізмів / Гавриш А. П., Киричок П. О., Підберезний М. П. — К.: Наук. думка, 1995. — 173 с. 2. Гавриш О. А. Поверхнева очисно-зміцнююча обробка деталей / О. А. Гавриш // Вест. нац. техн. ун-та України «Киев. политехн-т» (Машиностроение), 2002. — №43. — С. 72–78. 3. Киричок П. О. Зміцнення поверхонь металевих деталей: навч. посіб. / Киричок П. О., Олійник В. Г., Киричок Т. Ю. — К.: Преса України, 2004. — 204 с. 4. Моригаки О. Наплавка и напыление / О. Моригаки, А. Хасуи. — М.: Машиностроение, 1985. 5. Пузряков А. Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления: учеб. пособие / Пузряков А. Ф. — М.: МГТУ, 2003. 6. Научно-производственная фирма «Плазмацентр» // www.plasmacentre.ru. 7. Офіційний сайт НДІ лазерних технологій: // <http://www.niilt.kharkov.com>. 8. Фізична енциклопедія: <http://www.femto.com.ua>. 9. Diener electronic GmbH + Co. KG — <http://www.plasma.de>.

ПЛАЗМА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Описаны способы применения низкотемпературной плазмы в промышленности. Определены преимущества использования этой технологии обработки материалов.

PLASMA AND ITS APPLICATION PROCESS TECHNOLOGY

Use of low-temperature plasma in industry and benefits of this technology of materials processing has been reviewed in the article.

Стаття надійшла 19.02.10