

**УДК 621.793.02**

**В.Р. Медвідь, канд. тех. наук, доц., І.Р. Козбур, П.В. Семко**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ДО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ**

**V.R. Medvid, Ph.D., Assoc. Prof., I.R. Kozbur, P.V. Semko**

### **INVESTIGATION OF AUTOMATED SYSTEM FOR PREPARING SURFACES DETAILS FOR COATING**

На фінішних етапах механоскладального виробництва дуже часто використовують нанесення покриттів на поверхні деталей. Такі покриття виконують, як правило, захисну та декоративну функцію. Існують види покриттів, котрі виконують додаткові функції, – зміцнення, термостабілізація поверхні, надання їй антифрикційних властивостей. Спектр покриттів, які використовують для досягнення цієї мети, дуже великий, – лакофарбові, електрохімічні, електрогальванічні, полімерні, полімернокомпозитні і т.п.

Для нанесення всіх типів покриттів, без виключення, важливою є якісна підготовка поверхонь деталей. Від цієї технологічної операції у великій мірі залежатиме якість і довговічність покриття. Підготовлена поверхня повинна забезпечувати максимальну адгезію та однорідність нанесеного шару покриття, що відповідно забезпечуватиме максимальний термін подальшої експлуатації.

Перед нанесенням покриттів будь-якими методами поверхня повинна бути очищена від жирових забруднень, засобів консервації, змашувально-охолоджуючих рідин, а також від окалини, іржі і неорганічних солей, інших механічних забруднень. На поверхні бажана наявність шарів (фосфатних, хроматних і ін.), що поліпшують адгезію покриття і подовжують термін його служби. Чим агресивніше середовище, у якому експлуатується покриття, тим ретельніше повинна бути підготовлена поверхня. Мінімальна товщина лакофарбового покриття повинна на 20% перевищувати максимальну висоту мікронерівностей. При зайвій шорсткості підвищується витрата матеріалу покриття, але термін служби покриття при цьому не збільшується. Найчастіше корозія починається на піках поверхні, слабо укритих захисним матеріалом. Найбільш широко поширені фізико-хімічні (частіше їх називають просто хімічними) і механічні методи підготовки поверхні. Рідше застосовують термічні методи. Метод підготовки вибирають у залежності від багатьох факторів та на підставі техніко-економічних розрахунків. Вартість обробки не завжди є визначальним чинником, тому що економія, досягнута шляхом зниження якості обробки, може дати збитки через суттєве зниження терміну служби покриття і виробу в цілому.

Для підвищення ефективності та якості даного технологічного процесу можна сполучати різнотипні операції підготовки, наприклад, травлення зі знежиренням, знежирення з фосфатуванням (для виробів зі слабкозажиреною поверхнею), знежирення з пасивацією. Після виконання основного циклу технологічних операцій підготовки поверхонь до нанесення покриття обов'язково проводять кінцеве промивання та сушіння виробів, де, як правило, використовують примусові методи.

Технологічні операції підготовки поверхонь до нанесення покриттів деколи більш трудомісткі і вартісні, ніж саме нанесення покриття. Особливо слід звернути увагу на велику тривалість виконання даних технологічних операцій, що, відповідно, негативно впливає на ефективність та загальний кошторис.

Для інтенсифікації технологічних операцій підготовки поверхонь та забезпечення їх вищої якості, вважаючи, що вони зазвичай проводяться в середовищі рідких активних робочих розчинів, актуально використовувати сучасні методи, до яких належить використання ультразвукового випромінювання у зоні підготовлюваних поверхонь. Основні переваги ультразвукової очистки перед усіма відомими методами видалення забруднень наступні: висока швидкість і якість очистки, механізація трудомістких ручних операцій, виключення дорогих токсичних і вибухонебезпечних розчинників і заміна їх більш прийнятними лужними або кислотними розчинами, обробка виробів складної конфігурації, можливість у ряді випадків видалити забруднення, що не піддаються видаленню іншими методами.

Інтенсивність ультразвукових коливань, які використовуються при очистці, складає  $2 \dots 5 \text{ Вт/см}^2$  для водяних розчинів і  $1 \dots 3 \text{ Вт/см}^2$  для органічних розчинників. Дія ультразвуку в основному позначається на прискоренні процесу розчинення забруднень у розчинниках, доставці свіжих порцій розчинника до забруднених поверхонь і видаленні часток забруднень, що відокремилися, із зони очистки.

Кавітаційні ефекти й механізми ультразвукового очищення поверхонь базуються на використанні явищ, котрі виникають у рідині під дією звукових коливань високої частоти й інтенсивності (ультразвуку). До них відносяться, – акустична кавітація з ерозійним впливом на поверхню, тиск звукового випромінювання, акустичні потоки різної масштабованості, капілярні ефекти.

Під акустичною кавітацією розуміють утворення у рідині пульсуючих пухирців або порожнин, заповнених сумішшю пару рідини й розчинених у рідині газів. Відомо, що кавітація в рідині виникає під дією змінного звукового тиску, коли розтягуючі напруження у рідині стають більшими за деяке критичне значення порогу кавітації або кавітаційної міцності рідини. Для розриву ідеальної рідини необхідно розсунути її частки на величину приблизно рівну подвоєній міжмолекулярній відстані. Для води ця відстань становить  $R \approx 2 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ , відповідно величина необхідного для розриву води розтягуючого напруження розраховується як  $p \approx 2\sigma/R$ . Якщо прийняти значення поверхневого натягу для води  $\sigma = 8 \text{ Н/м}$ , то отримуємо значення  $p \approx 10^3 \text{ МПа}$ .

Теоретична модель схлопування кавітаційного пухирця і його впливу на поверхню твердого тіла була запропонована Релеєм. За його припущеннями, в нескінченно великій масі рідини, при постійному тиску, на нескінченній віддалі від пухирця  $p_\infty$  й усередині пухирця  $p(R) = 0$  відбувається його швидке схлопування з виконанням умови

$R \frac{d^2 R}{dt^2} + \frac{3}{2} \cdot \left( \frac{dR}{dt} \right)^2 + \frac{1}{\rho} [p_\infty - p(R)] = 0$ , де відповідно  $R$  – радіус пухирця,  $\rho$  – густина рідини. Із цього рівняння визначають швидкість скорочення стінки пухирця або

швидкість схлопування:  $u(t) = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{p_0}{\rho_0} \cdot \left( \frac{R_m^3}{R^3} - 1 \right)}$ , де  $R_m$  – максимальний радіус

пухирця;  $R$  – поточний радіус схлопуваного пухирця (при цьому  $p_\infty = p_0$ ). Тоді тиск на границі пухирця становитиме  $p(R) = p_g + p_n - (2\sigma/R)$ , де  $p_g$  і  $p_n$  – тиск газу й пари в пухирці.

Використовуючи вище приведені та інші теоретичні моделі ультразвукової кавітації та ерозії можна розрахувати оптимальні режими очистки поверхонь з використанням акустичного ультразвукового випромінювання.

### Література

1. Панов А.П. Ультразвуковая очистка прецизионных деталей. - М.: Машиностроение, 1984, 88 с, ил.