

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

Семко Петро Володимирович

УДК 621.793.02

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

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв
МЕДВІДЬ Володимир Романович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій
СТУХЛЯК Петро Данилович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 лютого 2019 р. о 8⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №43 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул.Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. 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. З метою підвищення якості очищення поверхонь деталей перед нанесенням покриттів різних типів та інтенсифікації технологічного процесу (скорочення часу на виконання технологічної операції очистки) актуально використовувати сучасні методи, до яких належить використання ультразвукового випромінювання у зоні підготовлюваних поверхонь.

Мета роботи: Для інтенсифікації технологічних операцій підготовки поверхонь та забезпечення їх вищої якості, вважаючи, що вони зазвичай проводяться в середовищі рідких активних робочих розчинів, доцільно використовувати сучасні методи, до яких належить використання ультразвукового випромінювання у зоні підготовлюваних поверхонь. Забезпечення основних переваг ультразвукової очистки перед усіма відомими методами видалення забруднень: високу швидкість і якість очистки, механізацію 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 видаляти забруднення, що не піддаються видаленню іншими методами.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Процес підготовки поверхонь деталей та виробів до нанесення покриттів, ультразвукова обробка поверхонь в миючих розчинах, кавітаційне руйнування шару поверхневих забруднень, система автоматизованого управління технологічним процесом очищення поверхонь деталей з використанням ультразвукового, акустичного впливу.

Методи виконання роботи: Аналітичний, математичного моделювання, порівняльний, теоретико-емпіричний. У роботі використовувалися методи теорії кавітації та акустичного впливу на поверхні виробів в миючих розчинах та рідких середовищах, моделі зхлопування кавітаційних пухирців у при поверхневому шарі миючого розчину.

Наукова новизна отриманих результатів: Проведено аналіз нових технологій очищення поверхонь деталей та виробів для їх підготовки до нанесення покриттів. Викладено базові поняття технологічних основ для нових напрямків ультразвукового очищення прецизійних деталей. Проаналізовано взаємозв'язок акустико-технологічних характеристик процесів, розглянуті конструктивні й технологічні особливості ультразвукових коливальних систем. Сформульовано переваги ультразвукової очистки поверхонь та підготовки їх до нанесення покриттів, до яких відносять: високу якість та швидкість очистки, наявність

механізації ручних операцій, відсутність у технологічному процесі токсичних і вибухонебезпечних розчинників з високою вартістю, можливість обробки поверхонь виробів та деталей ускладненої геометричної форми та конфігурації, видалення поверхневих забруднень виробів, котрі не можна видалити іншими існуючими методами.

Практичне значення отриманих результатів.

Як показали дослідження, застосування ультразвуку для інтенсифікації процесів очищення є найбільш ефективним із усього арсеналу засобів, використовуваних для очищення прецизійних деталей. Очевидно, цим пояснюється той факт, що ультразвукове очищення по масштабах впровадження в практику й по кількості технологічного устаткування, що випускається, посідає перше місце серед інших областей технологічного застосування ультразвуку в машинобудуванні.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII-ій Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019 року.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та перзентації. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 140 арк. формату А4, додатки – 15 арк. формату А4, презентація 9 слайдів

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено огляд сучасного стану методів та технологій очищення поверхонь деталей та їх підготовки до нанесення покриттів.

В аналітичній частині проведено огляд сучасного стану методів та технологій очищення поверхонь деталей та їх підготовки до нанесення покриттів у галузі машинобудування. Проведено огляд і аналіз існуючих аналогів обладнання та виконано їх класифікацію.

В науково-дослідній частині докладно розглянуто кавітаційні ефекти й механізми ультразвукового очищення в середовищі миючих розчині, проаналізовано моделі виникнення акустичної кавітації в середовищі очищення, пульсації пухирців у звуковому полі та їх вплив на поверхню очищення.

В технологічній частині проаналізовано характеристики технологічного процесу очищення поверхонь деталей та їх підготовки до нанесення покриттів. Розглянуто устаткування та процеси підготовки поверхонь деталей до нанесення покриття. Проаналізовано технологічні операції, котрі застосовують у технологічному процесі очищення поверхонь деталей та їх підготовки до нанесення покриттів, – знежирення, травлення, створення проміжних покриттів. Проміжні покриття при підготовці поверхонь розглядалися наступні, – фосфатування, пасивування, хроматування. Розглянуто технології підготовки поверхонь для різних матеріалів: сталеві, оцинковані поверхні, поверхні алюмінію та його сплавів. Розроблено рекомендації з вибору розчинів знежирення. Сформовано вимоги до

технологічності, уніфікації й стандартизації, проведено аналіз технології.

В конструкторській частині розроблено компонування базового комплекту устаткування для хімічної підготовки поверхні виробів під нанесення покриттів. Відповідно проаналізовано використання варіантів технології, – для підготовки поверхні методом занурення, для підготовки поверхні методом струминного обливу, для знежирення розчинниками. Сформульовано загальні вимоги до лінії підготовки поверхонь деталей для нанесення покриттів. Розроблено загальний склад та будову лінії, принципи дії її складових частин, розміщення та монтаж лінії. Розроблено автоматичну систему керування лінії підготовки поверхонь до нанесення покриття, скомпоновано її загальну функціональну схему, розроблено схему функціональну та електричну принципову блоку процесорного комплекту на базі одно кристальної мікроЕОМ КР1816ВЕ51.

В спеціальній частині виконано розробку програмного забезпечення модуля процесорного комплекту системи автоматизованого управління, виконаного на базі одно кристальної мікроЕОМ КР1816ВЕ51.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності прийнятих проектних рішень.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання планування робіт по охороні праці, розроблено заходи по безпечній експлуатації обладнання, та по захисту і відновленню підприємства у разі надзвичайних ситуацій.

В частині «Екологія» проаналізовано сучасний екологічний стан на підприємствах харчової промисловості України, розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано прийняті в проекті технічні, технологічні рішення та проведені наукові дослідження методів підготовки поверхонь деталей до нанесення покриттів. Узагальнено принципи використання нових технологій очищення деталей та виробів для їх підготовки до нанесення покриттів. Викладено базові поняття технологічних основ для нових напрямків ультразвукового очищення прецизійних деталей. Проаналізовано взаємозв'язок акустико-технологічних характеристик процесів, розглянуті конструктивні й технологічні особливості ультразвукових коливальних систем.

В додатках до пояснювальної записки приведено програмне забезпечення модуля процесорного комплекту системи автоматизованого управління, виконаного на базі одно кристальної мікроЕОМ КР1816ВЕ51.

В презентації приведено схеми електричні функціональні та принципів модулів автоматизованої системи управління технологічним процесом очищення поверхонь деталей та їх підготовки до нанесення покриттів. Представлено ілюстрації до науково-дослідної частини.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було проведено аналіз нових технології очищення деталей та виробів для їх підготовки до нанесення покриттів. Викладено базові поняття технологічних основ для нових напрямків ультразвукового очищення прецизійних деталей. Проаналізовано взаємозв'язок акустико-технологічних характеристик процесів, розглянуті конструктивні й технологічні особливості ультразвукових коливальних систем.

Проаналізовано переваги ультразвукової очистки поверхонь та підготовки їх до нанесення покриттів, до яких відносять є: високу якість та швидкість очистки, наявність механізації ручних операцій, відсутність у технологічному процесі токсичних і вибухонебезпечних розчинників з високою вартістю. Для даних технологічних процесів ці розчинники замінюються на лужні розчини, які значно прийнятніше. Можливість обробки поверхонь виробів та деталей ускладненої геометричної форми та конфігурації. Дає змогу видаляти поверхневі забруднення виробів, котрі не можна видалити іншими існуючими методами.

Комбінована, ультразвукова підготовка поверхонь до нанесення покриттів – це процес, котрий поєднує місцеву приповерхневу кавітацію, на межах розділу розчинів і поверхонь деталей, при впливі на очищувану поверхню великих кавітаційних прискорень миючої рідини, за рахунок чого ефективно руйнуються поверхневі забруднення. Якщо забруднену поверхню деталі розмістити в миючій рідині й комбіновано обробити ультразвуковими акустичними хвилями, то за рахунок ударної кавітаційних хвилі поверхня деталі очищається від забруднень.

На базі проведеного аналізу існуючих технологічних процесів підготовки та очищення поверхонь виробів до нанесення покриттів, після вивчення відповідних технічних та технологічних умов та наявності обладнання, в роботі проведено розробку автоматизованої лінії, для реалізації даного технологічного процесу.

Спроектована автоматизована лінія підготовки та очистити поверхонь до нанесення покриттів забезпечить наступні технологічні операції.

Очищення поверхонь виробів та деталей. В операцію очищення включені такі операції, - видалення механічних забруднень, обезжирювання та видалення забруднень хімічного типу (окиси, іржа, приповерхневі сполуки матеріалу і.т.ін.). Операція очищення проводиться хімічними так і електрохімічними методами.

Пасивування поверхонь. Операція пасивування повинна забезпечити надійність отриманої чистої поверхні, запобігати міжопераційному окисленню перед нанесенням основного покриття деталей. Для забезпечення операції пасивування її суміщають з операцією нанесення додаткового захисного покриття (фосфатування, хроматування і.т.ін.). Дана операція крім забезпечення додаткової стійкості поверхонь до окислення і забруднення забезпечує ще показники підвищеної адгезії основного покриття, що значно продовжує тривалість його служби, дозволяє експлуатувати вироби в агресивних середовищах та важких кліматичних умовах.

Промивка поверхонь (основна та міжопераційна). Для забезпечення чистоти поверхні від речовин попередніх технологічних переходів. Важливим є, щоб речовини з попередніх операцій в вступали в хімічні реакції з речовинами

наступних, бо це може привести до утворення важковидалюваних забруднень, які можуть, крім цього, пошкодити поверхню.

Сушка поверхонь деталей. Видалення залишкової вологи та активних розчинів з поверхні деталей. Операція переслідує такі цілі, – забезпечення мінімального часу контакту поверхні з вологою, яка сприяє кородуванню та окисленню матеріалу. Видалення вологи обов'язкове перед нанесенням основного захисного чи декоративного покриття. Крім цього здійснюється прокалювання, яке дозволяє забезпечити термостабілізацію поверхні, її термопасацію зі спалюванням можливих залишкових забруднень.

Регенерація розчинів. Регенерація активних розчинів їх очистка забезпечить економію витрат речовин, що в результаті збільшить рентабельність її використання. Чистота розчинів впливає на якість проходження хімічних реакцій, скорочує їх тривалість.

Міжопераційне транспортування. Для забезпечення транспортування деталей в автоматизованому режимі роботи між позиціями технологічних переходів.

В проекті автоматизованої дільниці передбачено загальну систему керування, яка здійснює загальний контроль і управління лінією по основним параметрам контролю. До таких параметрів можна віднести:

1. Температурні режими в ваннах очистки та пасивації, в пункті миття, сушки деталей. Як видно з попередніх розділів, що температурні режими суттєво впливають на якість виконання технологічних переходів, на швидкість їх виконання і т.ін.
2. Параметри концентрацій розчинів очистки, обезжирювання та промивки в ваннах лінії. Нормалізація розчинів.
3. Таймерні функції витримки технологічних переходів, синхронізація лінії в цілому та по міжопераційному транспортуванню. Забезпечення циклового, періодичного режиму роботи.
4. Видача опорних значень для локальних систем контролю та керування, для зміни режимів роботи, забезпечення гнучкого оперативного управління лінією.

Систему керування побудована централізованою з ієрархічною будовою, поділом на центральну систему та локальні системи, які забезпечуватимуть контроль і управління локально по пунктах технологічних переходів, а саме контроль концентрацій, температур, управління приводами і т.д.

Така побудова системи керування забезпечить стійкість її роботи, гнучкість управління і оперативного перенастроювання по пунктам окремих технологічних переходів. Надійність роботи лінії в цілому значно зросте.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

Дослідження автоматизованої системи підготовки поверхонь деталей до нанесення покриттів / І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь, І.О. Франовський // Тези доповіді VIII Міжнародна науково-технічна конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». – Тернопіль, ТНТУ, 2019. – с. 97 – 98.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Абрамов О. В. Кристаллизация металлов в ультразвуковом поле. М.: Металлургия, 1972. 255 с.
2. Агранат Б. А. Ультразвуковая технология. М.: Машиностроение, 1974, 503 с.
3. Беренсон С. П. Химическая технология очистки деталей двигателей внутреннего сгорания. М.: Транспорт, 1967. 267 с.
4. Богачев И. Н. Кавитационное разрушение и кавитационно-стойкие сплавы. М.:Металлургия, 1972. 190 с.
5. Бронин Ф. А., Чернов А. П. Ультразвуковая очистка деталей во фреоновых композициях. М.: Машиностроение, 1978. 47 с.
6. Гершгал Д. А., Фридман В. М. Ультразвуковая технологическая аппаратура. М.:Энергия, 1976. 318 с.
7. Дальский А. М. Техническое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. М.: Машиностроение, 1975. 224 с.
8. Донской А. В., Келлер О. К., Кратыш Г. С. Ультразвуковые электротехнические установки. Л.: Энергия, 1968. 276 с.
9. Иванова Т. Н., Макаров Л. О., Приходько В. М. Акустические и кавитационные свойства жидкости при высокоамплитудной ультразвуковой очистке. – В. кн.:IX Всесоюзная акустическая конференция. М.: Акустический институт, 1977, с. 65.
10. Казанцев В. Ф. Расчет ультразвуковых преобразователей для технологических установок. М.: Машиностроение, 1980. 40 с.
11. Келлер О. К., Кратыш Г. С., Лубеницкий Г. Д. Ультразвуковая очистка. Л.:Машиностроение, 1975.171 с.
12. Кикучи Е. Ультразвуковые преобразователи. Пер. с англ./ Под ред. И. Л. Голяминой. М.: Мир, 1972. 424 с.
13. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэмлит Ф. Кавитация. Пер. с англ./ Под ред. В. И. Полежаева. М.: Мир, 1974. 687 с.
14. Кулемин А. В. Исследование тепловых процессов в ультразвуковых волноводах, работающих на больших интенсивностях звука. - В кн.: Новые разработки в ультразвуковой технике. Л.: ЛДНТП, 1972, с. 3.
15. Лисовская Э. П., Попилов Л. Я. Физико-химические методы очистки поверхностей деталей и узлов в судостроении. Л.: Судостроение, 1973,199 с.
16. Макаров Л. О., Розенберг Л. Д. О механизме ультразвуковой очистки. - Акустический журнал, 1957, № 4, 374 с.
17. Пискунов Ю. Ф. Ультразвуковая очистка прецизионных деталей. - В кн.: Применение ультразвука в промышленности. М.: Машиностроение, 1975, с. 181-209.
18. Розенберг Л. Д., Сиротюк М. Г. Об излучении ультразвука в жидкость при наличии кавитации. - Акустический журнал, 1960. Т. 6, вып. 4, с. 478-480.
19. Спринг С. Очистка поверхности металлов. Пер. с англ./ Под ред. О. И. Бабилова. М.: Мир, 1966. 349 с.
20. Теумин И. И. Ультразвуковые колебательные системы. М.-Л.: Машгиз, 1959. 331с.

АНОТАЦІЯ

В даній кваліфікаційній роботі розроблено автоматизовану лінію, для реалізації технологічного процесу підготовки поверхонь деталей до нанесення лакофарбових та гальванічних покриттів.

Автоматизована дільниця підготовки поверхонь до нанесення покриття забезпечує наступні технологічні переходи:

Очистка поверхонь. В операцію очистки включають наступні операції, - видалення механічних забруднень, обезжирення та видалення хімічних забруднень (окиси, іржа, поверхневі сполуки матеріалу і.т.ін.). Операція очистки проводиться хімічними методами.

Пасивування поверхонь. Операція пасивування повинна забезпечити надійність отриманої чистої поверхні, запобігати міжопераційному окисленню перед нанесенням основного покриття деталей.

Промивка поверхонь (основна та міжопераційна). Для забезпечення чистоти поверхні від речовин попередніх технологічних переходів.

Сушка поверхонь деталей. Видалення залишкової вологи та активних розчинів з поверхні деталей для забезпечення мінімального часу контакту поверхні з вологою, яка сприяє корозії та окисленню матеріалу.

Регенерація розчинів. Регенерація активних розчинів їх очистка забезпечить економію витрат речовин, що в результаті збільшить рентабельність її використання. Чистота розчинів впливає на якість проходження хімічних реакцій, скорочує їх тривалість.

Міжопераційне транспортування. Для забезпечення транспортування деталей в автоматизованому режимі роботи між позиціями технологічних переходів.

В проекті автоматизованої дільниці передбачено загальну систему керування, яка здійснює загальний контроль і управління лінією по основним параметрам.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДГОТОВКА ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ДО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ, РЕГЕНЕРАЦІЯ РОЗЧИНІВ, ОЧИСТКА ПОВЕРХОНЬ, КАВІТАЦІЙНА ЕРОЗІЯ ЗАБРУДНЕНЬ.

ANNOTATION

In this qualification work an automated line has been developed for the implementation of the technological process of preparing the surfaces of parts for the application of paint and electroplating coatings.

The automated surface preparation site for coating provides the following technological transitions:

Surface cleaning. The cleaning operation will include the following operations - removal of mechanical impurities, degreasing and removal of chemical contaminants (oxides, rust, surface compounds of the material etc.). The cleaning operation is carried out by chemical methods.

Passivation of surfaces. The passivation operation must ensure the reliability of the clean surface obtained, and prevent the inter-operative oxidation before the main coating of the parts is applied.

Surface washing (basic and inter-operative). To ensure the purity of the surface from the substances of the previous technological transitions.

Drying of parts surfaces. Removal of residual moisture and active solutions from the surface of the parts to ensure minimum contact time of the surface with moisture, which promotes corrosion and oxidation of the material.

Regeneration of solutions. The regeneration of the active solutions of their purification will save the cost of substances, which as a result will increase the profitability of its use. The purity of the solutions affects the quality of the passage of chemical reactions, reducing their duration.

Inter-operative transportation. To ensure the transportation of parts in an automated mode of operation between positions of technological transitions.

The design of the automated section provides a common control system that performs general control and line control over the main parameters.

Key words: PREPARING THE SURFACES OF PARTS FOR THE APPLICATION OF COATINGS, REGENERATION OF SOLUTIONS, CLEANING OF SURFACES, CAVITATION EROSION POLLUTION.