

*Гайдамак О.Л., к.т.н., доцент, Савуляк В.І., д.т.н., професор, Кучерук В.Ю., д.т.н., професор, Рабінко А., студент*

## ПРИНЦИП АВТОМАТИЗАЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ



Рисунок 1 - Установа для газодинамічного нанесення функціональних покриттів. 1 – нагрівач повітря. 2 – розпилювач порошку

У Вінницькому національному технічному університеті розроблено і виготовлено дослідну установку для газодинамічного нанесення функціональних покриттів.

Для забезпечення високої якості покриття та можливості регулювання параметрами процесу напilenня установка, показана на рисунку 1, має бути оснащена мікропроцесорною системою для вимірювання та автоматичного регулювання параметрами які впливають на якість нанесеного покриття. Повинно бути забезпечено наступний алгоритм функціонування холодної газодинамічного нанесення покриття.

На стадії пуску повинна спочатку ввімкнутись подача стиснутого повітря. Датчик тиску

повинен зареєструвати заданий рівень тиску для подачі напруги на ніхромову спіраль, дані з датчику спочатку за допомогою ПВП перетворюють у напругу, а потім за допомогою АЦП перетворюють у цифровий код, з яким далі працює мікропроцесор. За таким же принципом зчитуються дані з датчика тиску. Датчик тиску буде знаходитись безпосередньо майже на виході сопла. Форма кінцівки термопари буде максимально тонкою, щоб потік повітря у соплі не змінювався.

На стадії роботи має забезпечуватись контроль багатьох параметрів. Це найважливіша стадія контролю робочого процесу, оскільки має стабільно регулюватись подача порошку через спеціальний канал, підтримуватись однакова температура та стабільний потік повітря. Тут мікропроцесор має розрахувати дозування порошку на рівномірне на увесь час робочого стану приладу. Також для запобігання злипанню порошку (покриття), на виході із спеціального каналу, потрібно, щоб камера для зберігання покриття була оснащена гвинтом та вібромотором, які будуть запобігати злипанню матеріалу. Контроль температури буде відбуватись за допомогою мікроконтролера, який також буде визначати оптимальну напругу на ніхромовій спіралі. Для контролю стабільної кількості повітря, що проходить через нагрівач повинен контролюватись тиск.

На стадії вимикання мікроконтролер перестане подавати порошок і напругу. Після чого, з певною затримкою (близько 5 секунд), припиниться подача стиснутого повітря.

Система буде побудована на базі системи Arduino Mega2560. В її склад входить 54 цифрових входи/виходи (15 з яких можуть працювати в якості ШІМ-виходів), 16 аналогових входів, 4 UART (апаратних прийомо/передавачів для реалізації послідовних інтерфейсів). Перевагами цієї системи є велика кількість модулів для підключення, висока тактова частота процесора, що рівна 16 МГц, Flash-пам'ять досить високого об'єму 256 КБ (з яких 8 йде під завантажувач), SRAM пам'ять об'ємом у 8 КБ та EEPROM пам'ять 8 КБ, що забезпечує високу швидкість усієї системи. Arduino Mega сумісний з багатьма платами розширення, що розроблені під Arduino Duemilanove та

Diecimila, тому при необхідності можна розширити функціонал системи. Сама вона досить проста у програмуванні, і при роботі з нею не виникає складнощів.

Для того, щоб система здійснювала вимірювання і візуальне відображення інформації до неї додано декілька модулів, що розширюють її функціонал. Насамперед це модуль дисплею розміром у 3.2" та роздільною здатністю 320x480 пікселів. Цей дисплей ідеально підходить для відображення необхідної інформації у зручному для користувача вигляді. Також для вимірювання температури використаний модуль з вбудованим АЦП Max6675. Датчик температури – це термопара К-типу, що дозволяє здійснювати вимірювання температури до 800 °С. Для вимірювання тиску використано перетворювач тиску в напругу, що здатний вимірювати тиск до 1200 КПа. Напруга на виході даного перетворювача поступає на вхід мікроконтролера з АЦП, що перетворює його у цифровий код.

На даний момент проектування системи знаходиться на етапі створення і налагодження. Існує працюючий прототип, що вимірює тиск та має два регулятора для тиску і температури, якими майбутньому буде задаватись потрібні користувачу тис та температура. Але, звичайно, він потребує певних доробок, зокрема підключення модуля для вимірювання температури та перепрограмування системи для доведення її до кінцевого, робочого стану.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пат. 2237746 Российская Федерация, МПК С 23 С 24/04. Способ газодинамического нанесения покрытий и устройство для его осуществления / Каширын А. И., Клюев О. Ф., Шкодин А. В.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Одинский центр порошкового напыления». — No 2003100745/02; заявл. 14.11.03; опубл. 10.10.04, Бюл. No15 (II ч.).
2. Алхимов А.П Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. / Алхимов А.П. Клинков С.В., Косарев В.Ф., Фомин В.М. Под ред. В.М. Фомина.// – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 536. ISBN 978-5-9221-1210-9.