

індикації, клавіатури, АЦП, ЦАП, різні типи приводів та інші периферійні пристрої. Шляхом розробки відповідних програм, налагодження їх в програмному симуляторі AVR Studio та програмуванні МК ми зможемо отримати елементи робототехніки для вивчення основ керування обладнанням. Тобто запрограмований нами МК зможе через відповідні порти, що під'єднані до роз'ємів, керувати периферійними пристроями. Для найпростішого випадку розроблено індикаторну плату для аналізу станів виводів портів. В майбутньому планується продовжувати розширювати і доповнювати розроблені стенди для керування роботою різних типів двигунів та датчиків. Студенти з цікавістю користуються даним обладнанням. Значно краще засвоюють принципи роботи різних типів МК та організацію складних систем керування технологічними процесами.

На базі розробленого оснащення планується створити елементи робототехніки. На сьогоднішній день дуже проблематично є виготовлення механічних вузлів виконуючих механізмів. Подібне обладнання має досить значну вартість. А тому подібне лабораторне обладнання необхідно створювати у сучасних навчальних закладах.

### **ФОРМУВАННЯ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТА ТЕНЗОДАТЧИКА ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВАКУУМНОЇ КОНДЕНСАЦІЇ**

Коваленко А.С., *студент*; Єльфимов О.О., *студент*  
Сумський державний університет

На сучасному етапі розвитку мікро- та наноелектроніки, сенсорної техніки та ін. галузей приладобудування значну роль відіграють плівкові матеріали.

В роботі основна увага приділена технології виготовлення чутливих елементів тензодатчиків на основі одношарових та багатшарових плівок  $\text{Cu}$  та  $\text{Cr}$ , що мають величину коефіцієнта тензочутливості від 2 до 20 одиниць.

Розроблений автоматизований комплекс призначений для серійного виробництва тонкоплівкових тензодатчиків методом термічного випаровування у вакуумі на полістироловій підкладці в установці ВУП-5М з тиском залишкових газів  $\sim 10^{-4}$  Па



(рис. 1).

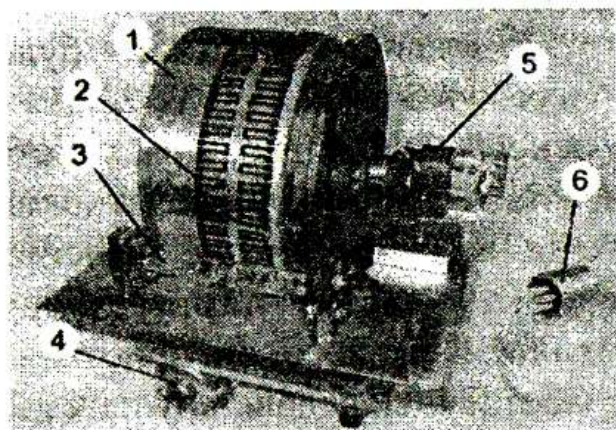


Рисунок 1 – Автоматизований комплекс: 1 – алюмінієвий барабан; 2 – тензодатчики; 3 – галогенові лампи; 4 – привод заслінки; 5 – кроковий двигун; 6 – штепсельна розетка

На алюмінієвий барабан (1), за допомогою пружин кріпиться підкладка та маска (2). Обертання барабану відбувається завдяки кроковому двигуну (5). Це дає можливість точно регулювати час проходження тензорезистора над отвором, через який відбувається процес конденсації. Для управління автоматизованої системи розроблена плата керування, що дає можливість подавати задану послідовність управляючих імпульсів на виходи даних, які через драйвер оптичної розв'язки з'єднані з кроковим двигуном та системою відкривання/закривання заслонки. Плата керування, розроблена на основі мікроконтролера PIC18F452, мікросхеми MAX232 та оптронів AOT127, має можливість підключення як до звичайного, так і до віртуального COM порту через перетворювач USB to RS232. Використання USB значно підвищує мобільність та експлуатаційні характеристики даної системи. Для вимірювання товщини тонкоплівкових матеріалів застосовується метод кварцового резонатора.

Технологічний процес виготовлення тензодатчика складається із чотирьох основних етапів. На поверхню полістиролових підкладок шляхом вакуумної конденсації через маску конденсуються плівкові контакти у вигляді одношарових плівок Си. На наступному етапі відбувається конденсація через маску резистивної плівки (чутливого елементу) заданої конфігурації. Зконденсовану плівку з метою захисту від зовнішніх впливів покривають плівкою ламінату. На останньому етапі створення тензорезистора відбувається приклеювання дротів до контактних майданчиків тензорезистору за допомогою струмопровідного клею «контактол» виробництва фірми



«KELLER» який характеризується опором до 0,1 Ом·м при товщині від 0,2 мм, а також високою термостабільністю (до 110°C).

Програмне забезпечення автоматизованої системи було розроблено в середовищі графічного програмування LabVIEW 2009. Використання плівкових систем на основі Cu/Cr дає можливість створення на їх основі чутливих елементів надточних тензодатчиків. До основних переваг такої системи слід віднести високі значення середнього коефіцієнту тензочутливості та високу температурну стабільність з точки зору фазових переходів. Крім того, використання плівки Cr, як нижнього шару дозволяє забезпечити задовільну адгезію тензодатчика до діелектричної підкладки. Використовуючи дану методику за один технологічний цикл можна сформувати до 50 тонкоплівкових тензодатчиків на плівці розміром 30x3 см.

Керівник: Великодний Д.В., *ст. викладач*

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПЕРЕНОСЕННЯ У ТОНКИХ ПЛІВКАХ

Федченко О.В., *аспірант*  
Сумський державний університет

Для визначення параметрів електроперенесення при дослідженні тензорезистивних властивостей одношарових плівок використовується лінеаризоване співвідношення К. Тельє, А. Тоссе і К. Пішар:

$$\gamma d \cong (\eta_l + 1)f(\alpha)d - \lambda_0(1-p)[(\eta_l + 1)f(\alpha)H(\alpha) - (1 - \mu')U(\alpha)], \quad (1)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт повздожньої тензочутливості;  $\eta_l$  – деформаційний коефіцієнт  $\lambda_0$ ;  $f(\alpha)$  – функція розсіювання;  $d$  – товщина зразка;  $\lambda_0$  – СДВП;  $p$  – коефіцієнт дзеркальності поверхні плівки;  $H(\alpha)$  та  $U(\alpha)$  – протабульовані функції;  $\mu'$  – зведений коефіцієнт Пуассона,  $\alpha$  – параметр зерномежового розсіювання електронів.

Співвідношення (1) дозволяє за експериментальними даними визначити такі параметри, як  $\eta_l$ ,  $p$ , коефіцієнт розсіювання носіїв на