

УДК 621.777.07

В.В. Піманов, к.т.н., асис., А. В. Савченко, студ., Р.Л. Русаков, студ.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна

## СИСТЕМА ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ЗУСИЛЛЯ В ПРОЦЕСАХ РОТАЦІЙНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ

Під час експериментальних досліджень процесу ротаційного видавлювання на універсальному токарному обладнанні виникає необхідність реєстрації зусиль, які сприймає деформуючий інструмент. Величина зусиль, які виникають в процесі деформування необхідна для запобігання перевантаження верстату і підвищеного зношення його робочих вузлів і інструменту.

Для визначення радіального зусилля ротаційного видавлювання було розроблено спеціальний пристрій. Схема системи для реєстрації зусилля в процесах ротаційного видавлювання наведена на рис. 1.

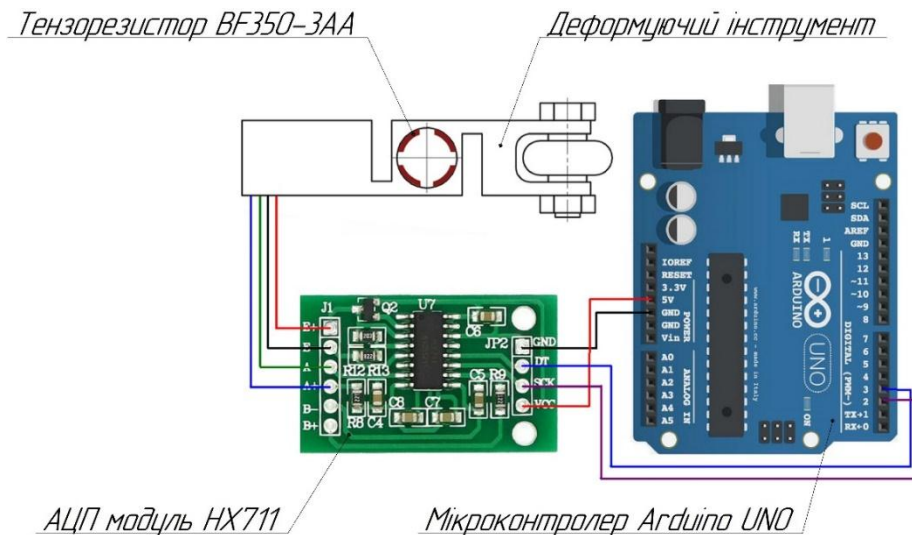


Рис. 1. Схема системи для реєстрації зусилля в процесах ротаційного видавлювання.

Система включає в себе наступні елементи:

1. Деформуючий інструмент, що складається з оправки та ролика, які з'єднуються за допомогою вісі. Оправка деформуючого інструменту містить пази, які є концентраторами напружень, що дозволяє значно збільшити її деформацію від прикладеного зусилля у відведених для тензорезисторів місцях. Орієнтовне зусилля, яке сприймає ролик розраховано шляхом моделювання даного процесу в програмному комплексі DEFORM-3D [1]. Отримане розраховане зусилля було використане для проектування та визначення оптимальної геометрії оправки під час структурного аналізу в програмному пакеті САПР – SolidWorks, який включає в себе підкомплекс SolidWorks Simulation для розрахунків методом скінченних елементів. Метою даного аналізу було проектування геометрії оправки, при якій відбувається найбільша деформація у відведених для тензорезисторів зоні, яка не буде перевищувати допустиму деформацію, що вказана у паспорті тензорезистора та напруження, які не будуть більші за границю пропорційності матеріалу оправки.

2. Чотири тензорезистори BF350-3AA, які встановлюються у спеціально відведеному місці на оправці деформуючого інструменту. З'єднання за схемою вимірювального моста (міст Уїтстона) тензорезистори підключаються до АЦП модуля [2]. Технічні характеристики тензорезистора приведені в табл. 1.

Таблиця 1. Технічні характеристики тензорезистора BF350-3АА.

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Опір                          | 350 Ом          |
| Відхилення опору за паспортом | $< \pm 0,1\%$   |
| Коефіцієнт чутливості         | 2,0 – 2,20      |
| Розмір                        | 7.1 мм x 4.5 мм |

3. Двоканальний модуль аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на базі мікросхеми НХ711, який дозволяє працювати з мікроконтролером Arduino. Технічні характеристики модуля приведені в табл. 2.

Таблиця 2. Технічні характеристики модуля НХ711.

|                                          |                       |
|------------------------------------------|-----------------------|
| Робоча напруга                           | 5 В                   |
| Частота оновлення                        | 80 Гц                 |
| Точність перетворення                    | 24 біт (D конвертер); |
| Робочий струм                            | $< 10$ мА             |
| Диференціальний вхід з напругою          | $\sim 40$ мВ          |
| Можливість вибору коефіцієнта підсилення | 2; 64; 128            |
| Швидкість виведення даних (частота)      | 10 Гц або 80 Гц       |

4. Мікроконтролер Arduino UNO R3 на базі мікроконтролера АТmega328р [3]. Даний мікроконтролер дозволяє передавати інформацію на комп'ютер за допомогою USB з'єднання. Технічні характеристики мікроконтролера приведені в табл. 3.

Таблиця 3. Технічні характеристики мікроконтролера Arduino UNO R3.

|                         |                                               |
|-------------------------|-----------------------------------------------|
| Вхідна напруга          | 5-20 В                                        |
| Програмна пам'ять       | 32 кБ                                         |
| Оперативна пам'ять      | 2 кБ                                          |
| Енергонезалежна пам'ять | 1 кБ                                          |
| Цифрові піни            | 14 (з них 6 можуть використовуватися для ШІМ) |
| Аналогові піни          | 6                                             |
| Частота                 | 16 МГц                                        |
| Інтерфейси              | UART TTL, I2C (TWI), SPI                      |

#### **Список використаних джерел**

1. Deform-3D – мощная система моделирования технологических процессов [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.tesis.com.ru/software/deform>.
2. Paul Regtien – Sensors for Mechatronics (1st Edition); Elsevier 2012; pages 57-100.
3. Seyed Reza Larimi, Hojatollah Rezaei Nejad, Michael Oyatsi, Allen O'Brien, Mina Hoorfar, Homayoun Najjaran – Low-cost ultra-stretchable strain sensors for monitoring human motion and bio-signals; Elsevier 2018.