

# АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 62-83:629.4

Б. І. Мокін, д. т. н., проф.;

С. О. Жуков, асп.

## МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ КОЛЕКТОРА ТЯГОВОГО ДВИГУНА ТРАМВАЯ

Удосконалено систему оцінення стану колектора тягового двигуна трамвая за допомогою мікропроцесорної техніки.

### Вихідні передумови та постановка задачі дослідження

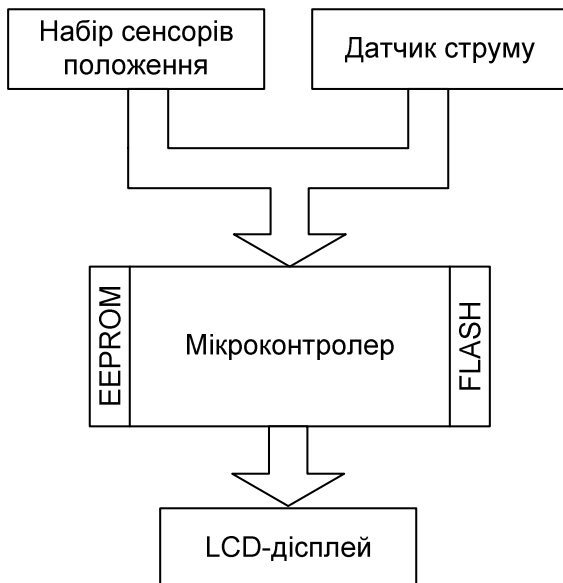
В роботі [1] авторами розроблена математична модель та синтезована структура системи оцінення стану колектора тягового двигуна трамвая.

Метою даної роботи є вдосконалення цієї системи з використанням мікропроцесорної техніки.

### Розробка пристрою

Структуру пристрою для оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая показано на рис. 1.

Математична модель функціонування пристрою, запропонована в роботі [1] має вигляд



$$a_{i\Sigma}^* = \left| \sum_{k=0}^T a_{i+kN}^* \right| \leq \delta, \quad (1)$$

де  $N = 145$  — кількість пластин колектора;  $T = 10$  — кількість повних обертів колектора;  $i = 1, 2, \dots, 145$ ;  $\delta$  — допустиме значення  $a_{i\Sigma}^*$ , з яким можлива нормальна робота двигуна;  $a_j^*$  — відцентроване значення струму, що тече в контакті між щіткою та  $j$ -ю пластиною колектора:

$$a_j^* = a_j - \frac{1}{N+1} \sum_{k=0}^N a_{j-k}, \quad (2)$$

де  $j = N + 1, N + 2, \dots, 11N$ ;  $a_j$  — значення струму, що тече в контакті між щіткою та  $j$ -ю пластиною колектора.

Рис. 1. Структура пристрою для оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая

Алгоритм роботи пристрою для оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая зображений на рис. 2 [2].

Пристрій побудований на основі мікроконтролера ATMELE AT90S8535, який містить вбудовану енергонезалежну пам'ять EEPROM. Для нього необхідно забезпечити живлення напругою, величина якої +5 В відносно землі. В колі якорів пари двигунів встановлюється датчик струму ДИТ500, на виході якого маємо напругу, пропорційну значенню струму, що тече в контакті між щіткою та колекторними пластинами.

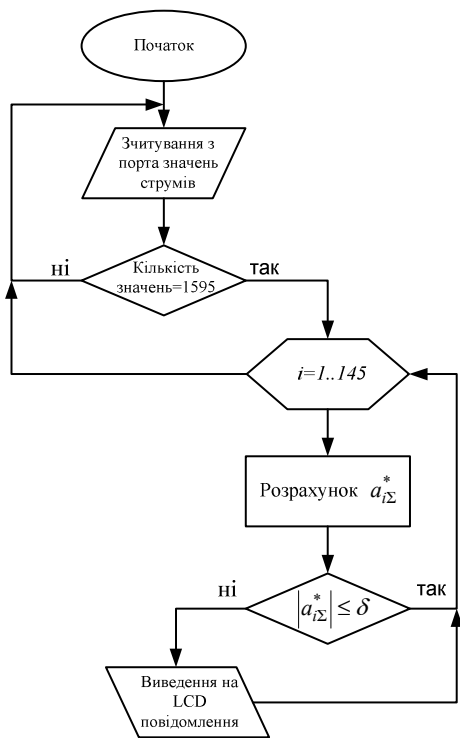


Рис. 2. Алгоритм роботи пристрою для оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая

Ця напруга (максимальне значення якої 5 В) подається на аналоговий вхід вбудованого в мікроконтролер АЦП і перетворюється на певний цифровий, двійковий код, пропорційний струму, що тече в контакт між щіткою та колекторними пластинами в колі якоря.

На пластинах колектора ставляться мітки, від яких відбивається світло, що генерується діодом VD1 (АЛ107 А). Світло відбивається на фотодіод VD2 (ФД-К-155), який відкривається, і через інвертор К155ЛА1 на вхід мікроконтролера подається сигнал логічної одиниці. Таким чином буде здійснюватись дискретизація струму, що тече в контакт між щіткою та колекторними пластинами. Мікроконтролер запише в пам'ять EEPROM всі значення струмів за одинадцять обертів колектора (1595 значень), а потім розрахує значення  $a_{i\Sigma}^*$ , згідно з (1), (2). Якщо деякі значення  $a_{i\Sigma}^*$  відрізняються від нуля більше, ніж на допустиме відхилення ( $\delta$ ), то на LCD (HD44780) виводиться повідомлення про необхідність профілактичного ремонту колектора. Схема такого пристрою показана на рис. 3 [3, 4].

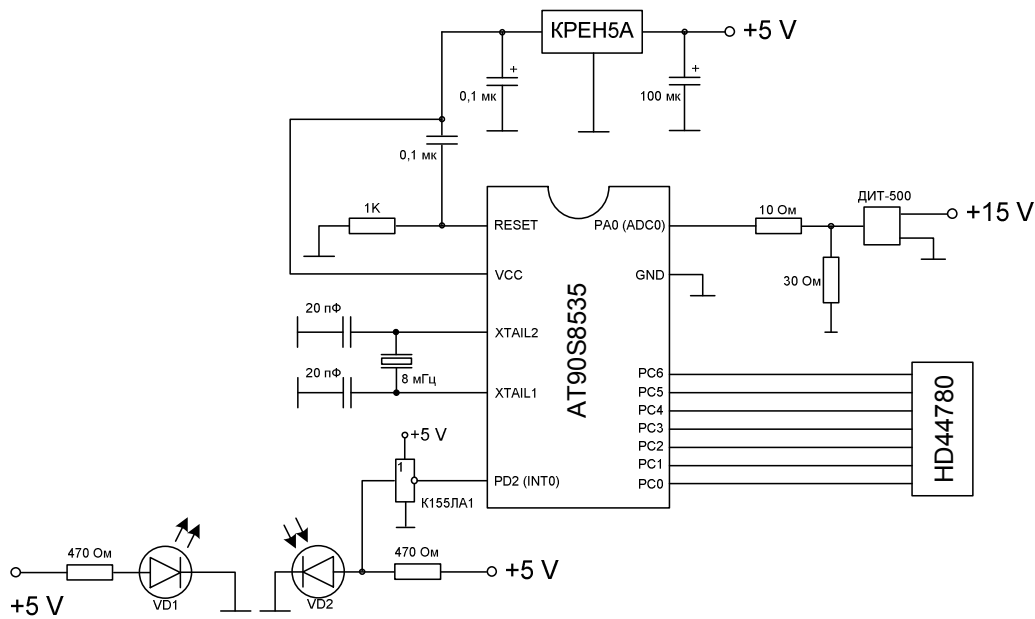


Рис. 3. Схема електрична принципова пристрою для оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая

Програма для мікроконтролера написана на мові програмування „C++” [5]. Фрагмент коду програми подано нижче:

```

{
  for(;;)
  {
    while(count < NUM_COUNT)
    {
    }
    float sum = 0;
  }
}
    
```

```

for(int i=0; i<T*N; i++)
{
    sum = 0;
    for(int j=0; j<N+1; j++)
        sum += data[N+i+j];
    data_centered[i] = data[N+i] - sum/(N+1);
}
for(int i=0; i<N; i++)
{
    for(int j=0; j<T; j++)
        data_avg[i] += data_centered[i+j*N];
}
gluked_count = 0;
for(i=0; i<T; i++)
{
    if(data_avg[i] < GLUK_THRESHOLD)
        gluked_count++;
}
// display gluked_count
if(gluked_count == 0)
    printf("OK");
else
    printf("Gluked!!! Count: %d", gluked_count);
count = 0;
}
}

```

### Висновки

Вдосконалено систему оцінення стану колектора тягового двигуна трамвая, запропоновану авторами в роботі [1]. Розроблений мікропроцесорний пристрій має кращу швидкодію, точність вимірювань, а його реалізація не потребує значних економічних витрат.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І., Жуков С. О. Синтез структури системи оцінки стану колектора тягового двигуна трамвая // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2007. — № 5.
2. Сердюченко В. Я. Розробка алгоритмів та програмування мовою Turbo Pascal: Навчальний посібник. — Харків: Паритет, 1995. — 352 с.
3. Основи цифрових систем: Підручник / За ред. М. П. Благодатного, В. С. Марченка. — Харків: Нац. Аерокосмічний ун-т, 2002. — 672 с.
4. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн.: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйкою. — 2е вид. перер. і доп. — К.: Вища школа, Кн. 3: Мікропроцесори та мікроконтролери. — 2004. — 399 с.
5. Организация и программирование микроконтроллеров: Учебник / И. А. Фурман, В. А. Краснобаев, В. В. Скорodelов. — Харьков: Эспада, 2005. — 248 с.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Надійшла до редакції 29.11.07  
Рекомендована до друку 27.12.07

**Мокін Борис Іванович** — професор, **Жуков Сергій Олександрович** — аспірант.

Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет