



РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ КАЛІБРУВАННЯ ТЕНЗОСЕНСОРА ДЛЯ СМАРТ-КОНТЕЙНЕРА НАКОПИЧЕННЯ СУБСТРАТНИХ ОБРІЗКІВ

Нерода Т.В., професор, кафедра АКТ, УАД
Сторожук Д., магістрант, кафедра АКТ, УАД

Ефективне управління відходами поліграфічного виробництва потребує використання новочасних інформаційних систем і технологій. Такі виробничі рішення дозволяють відстежувати та аналізувати обсяги та типи субстратних залишків, забезпечуючи адекватні умови їх тимчасового зберігання [1]. Основною частиною проєктованого комплексу є масиви сегрегаторних контейнерів, які включають в себе ємності для збору відходів різних типів та обсягів [2]. Кожен контейнер обладнується вбудованими сенсорами та підсистемами індикування, що відстежують рівень наповнення і кліматичні умови зберігання. Зокрема, для вимірювання маси відходів у контейнері використовуються тензосенсор Load Cell пружного типу, здійснюючи контроль за наповненістю ємності. Цей тип тензосенсора складається з датчика опору, який знаходиться всередині корпусу і конвертує вхідну силу, що діє на нього при навантаженні: металева пластина деформується, що призводить до зміни напруги. В результаті тензосенсор дозволяє точно виміряти масу відходів у контейнері, надаючи інформацію про рівень наповнення та потребу виклику транспорту для їх вивезення. Оскільки кожен тензосенсор має свої характеристики та параметри, які можуть змінюватися внаслідок різних факторів, таких як знос, температурні зміни, вплив зовнішніх факторів тощо, в проєкті смартконтейнера необхідно передбачити підсистему калібрування.

Калібрування полягає в налаштуванні тензосенсора таким чином, щоб його вимірювання відповідало вимогам точності та співвідносилося з реальною масою навантаження. Процедура калібрування включає в себе застосування відомих навантажень на тензосенсор та коригування його вимірювань відповідно до цих навантажень. У проєктованому смартконтейнері процедура калібрування автоматизована засобами аналітичного апарата Arduino Leonardo (рис. 1).

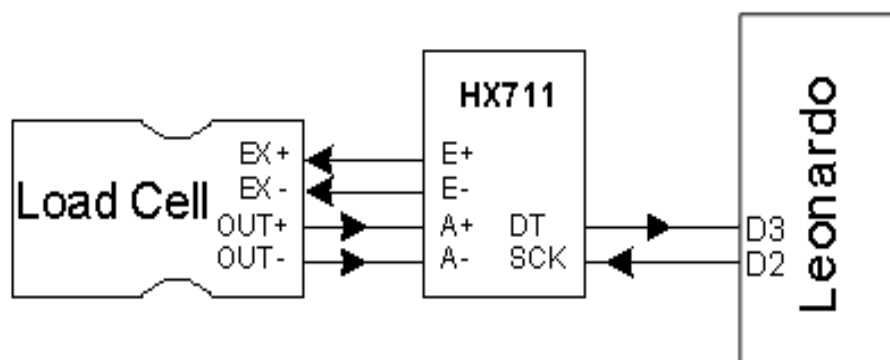
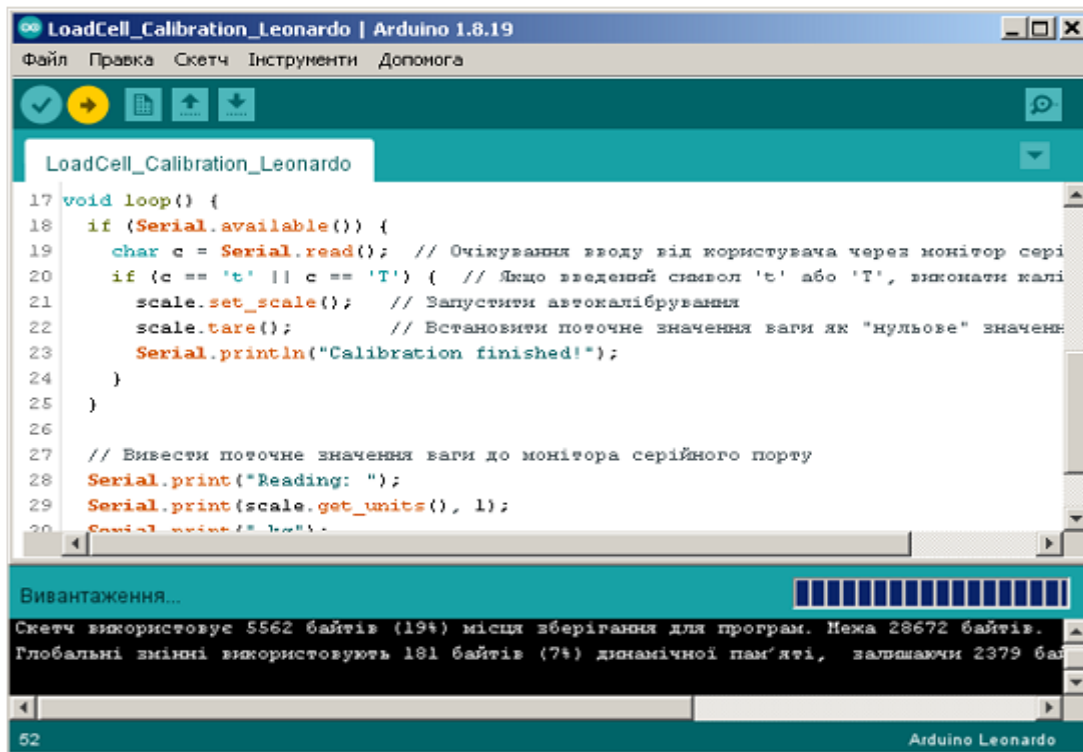


Рисунок 1 – Конфігурація підімкнення тензосенсора


Представлена конфігурація підімкнення тензосенсора через аналого-цифровий підсилювач навантаження HX711 дає високу точність вимірювань,



можливість коригування значень, а також широкий спектр можливостей програмування для обробки отриманих даних (рис. 2). Під час калібрування скетч записує значення сигналу, які надходять від тензодатчика, при різних відомих навантаженнях. За допомогою цих даних можна визначити коефіцієнти для коригування вимірюваних значень.



```
17 void loop() {
18   if (Serial.available()) {
19     char c = Serial.read(); // Очікування вводу від користувача через монітор сері
20     if (c == 't' || c == 'T') { // Якщо введений символ 't' або 'T', виконати калі
21       scale.set_scale(); // Запустити автокалібрування
22       scale.tare(); // Встановити поточне значення ваги як "нульове" значенн
23       Serial.println("Calibration finished!");
24     }
25   }
26 }
27 // Вивести поточне значення ваги до монітора серійного порту
28 Serial.print("Reading: ");
29 Serial.print(scale.get_units(), 1);
30 Serial.print(" kg");
```

Вивантаження... 

Скетч використовує 5562 байтів (19%) місця зберігання для програм. Межа 28672 байтів.
Глобальні змінні використовують 181 байтів (7%) динамічної пам'яті, залишаючи 2379 ба

52 Arduino Leonardo

Рисунок 2 – Відладка скетча калібрування

Для компенсації систематичних похибок у вимірюваннях або для адаптації до змін у середовищі та умовах експлуатації введений коефіцієнт масштабування. Його величина визначається під час калібрування та використовується у розробленому скетчі для відповідного коригування вимірювань. Коли тензодатчик калібрується за методом `set_scale()`, він вимірює масу відомого об'єкта і встановлює внутрішній коефіцієнт масштабування так, щоб відповідати цій відомій масі (рис. 2, рядки #21-22). Таким чином, кожне значення, отримане від тензодатчика, буде масштабуватися цим коефіцієнтом, щоби повертати за методом `get_units()` відповідну масу у встановлених одиницях (рис. 2, рядки #28-32).

Подальший розвиток проекту буде зосереджений на впровадженні аналітичної підсистеми потоків субстратних залишків для оптимізації розташування збірників у виробничих локаціях для максимальної зручності та ефективності безпечного накопичення обрізків.

Список літератури

1. Сторожук, Д. (2023). Автоматизоване зберігання відходів оперативної поліграфії для забезпечення охорони земельних ресурсів. Студентська молодь і науковий прогрес, (1), 221.
2. Сторожук, Д.І. (2023). Структурна схема промислового сегрегатора сировинних залишків. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології, (8), 92-93.