

Г. Д. Симбірський¹, Г. А. Плехова², М. В. Костікова², С. В. Очеретенко²

¹ Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна

² Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ У ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Анотація. Зазначена актуальність проведення різноманітних вимірювань на транспорті. Зокрема вимірювань високих температур газових потоків. Проведений аналіз стану цієї проблеми, що показав наявність деяких невирішених проблем на цьому напрямку. Для їх вирішення запропоновано використання інформаційних технологій на основі мікропроцесорної платформи Arduino. Докладно описані дослідження принципової можливості таких вимірювань. Запропонований, описаний та розроблений метод вимірювань високих температур газових потоків. Розроблено програму для обчислення температури газу вище 1000°C в реальному часі експерименту. Метод експериментально перевірений. Зроблений висновок про його перспективність та необхідність подальших досліджень для підвищення точності вимірювань за рахунок застосування сучасних методів, наприклад, фільтра Калмана.

Ключові слова: платформа Arduino, інформаційні технології, вимірювання високих температур газових потоків, мікропроцесорні системи, програмування мікропроцесорів.

Вступ

Важко переоцінити значення вимірювань різних фізичних величин при розробці, створенні та експлуатації транспортних засобів (ТЗ). «Економічна діяльність та громадяни в усьому світі залежать від доступу до безпечного та надійного транспорту. Це є одним із факторів, який найбільш важливий для успішного розвитку сучасного суспільства. Зі збільшенням потреби в доступному та ефективному транспорті зростає необхідність відповідних вимірювань та стандартів», – зазначив директор Міжнародного бюро мір та ваг Мартін Мілтон у своїй промові до Всесвітнього дня метрології.

У сучасному транспортному засобі десятки датчиків виробляють різноманітні вимірювання, результати яких використовуються різними системами керування ТЗ, у тому числі системою управління двигуном.

Але особливо різнобічні вимірювання актуальні при розробці двигунів та інших агрегатів і частин ТЗ, при їх випробуваннях та дослідженні супроводжуючих процесів. Наприклад, вимірювання температур продуктів згоряння різних видів палива у газотурбінних та інших двигунах транспортних засобів.

При цьому, як правило, проводять вимірювання для підтвердження результатів, отриманих за допомогою сучасних інформаційних технологій – комп'ютерного моделювання та ін. Незважаючи на розвиток цих розрахункових методів, без натурних експериментів з відповідними вимірюваннями конструктори і розробники обійтися не можуть. Найчастіше ці фахівці проводять вимірювання, самостійно, збираючи вимірювальні схеми, компонує різну вимірювальну апаратуру та розраховуючи похибки вимірювань.

Тому актуальним є завдання застосування сучасних інформаційних технологій на базі мікропроцесорної техніки для отримання, зберігання та обробки вимірювальної інформації. Використання таких технологій повинно, з одного боку, спростити процес вимірювань, а, з іншого, домогтися високої точності та швидкодії останніх. Крім цього, мікропроцесорна вимірювальна система повинна мати адекватну вартість, а працювати з нею могли б програмісти середнього рівня, якими є більшість вчених-експериментаторів.

Аналіз публікацій. В даний час існує багато варіантів побудови вимірювальних систем, що дозволяють здійснювати збір, зберігання, обробку та аналіз експериментальних даних. Серед таких систем платформи, що поєднують потужні апаратні модулі збору даних та управління з універсальними драйверами та прикладним програмним забезпеченням. Такі системи дозволяють ефективно вирішувати багато технічних і дослідницьких завдань, мінімізуючи витрати часу на розробку, так як пропонувані апаратні модулі досить універсальні, а системи графічного програмування вимагають мінімального часу освоєння. Розробнику не потрібно витрачати значні ресурси на вивчення мов програмування та вдосконалення своєї кваліфікації в розробці електронних систем з програмованими компонентами.

Найбільш відомим прикладом таких систем є продукція відомої фірми National Instruments [1], що об'єднує десятки різних моделей для збору даних, універсальні драйвера під всі поширені операційні системи і систему графічного програмування LabVIEW. Іншим прикладом таких платформ є професійна система ZETLAB [2], яка добре зарекомендувала себе, в тому числі, при вирішенні дослідницьких завдань.

Недоліком таких платформ є їх недостатня гнучкість – при вирішенні низки завдань не вистачає можливостей систем графічного програмування і доводиться програмувати апаратні модулі, використовуючи звичайні мови програмування. Це вимагає досить детального вивчення технічних особливостей використовуваних апаратних модулів збору даних та управління. Крім того, поширення таких платформ обмежує їх висока ціна.

На наш погляд, більш гнучкі можливості дає створення вимірювальних систем самостійно з використанням типових мікропроцесорних модулів. Наприклад, широкого поширення набули такі системи, як Parallax Basic Stamp [3], Raspberry PI [4] та ін.

У цьому випадку мається на увазі самостійна розробка програмного забезпечення керуючих мікропроцесорів на мовах програмування високого рівня та мові асемблера. Однак така гнучкість і нижчі витрати на матеріали досягаються значними витратами і

вимагають високої інженерної кваліфікації розробників: електронників і програмістів.

Між двома цими підходами існують компромісні рішення, що об'єднують невеликі недорогі апаратні моделі і програмне забезпечення у вигляді поширених мов програмування, що мають істотно більшу гнучкість в порівнянні з графічними мовами програмування, але не потребують детального вивчення особливостей архітектури конкретних мікропроцесорів.

Одним з найбільш вдалих представників такого класу апаратно-програмних платформ, на думку авторів дослідження, є в даний час платформа Arduino. Нас зацікавила можливість застосування цієї платформи для вимірювання високих (понад 1000°C) температур газових потоків термодатчиками з отриманням результатів у реальному часі експерименту. Наприклад, у двигунах транспортних засобів. Це досить складне завдання, що обумовлено нелінійністю характеристик відомих типів термодатчиків, значними важкоуловними похибками та іншими факторами.

Пошук інформації в Україні та в ближньому зарубіжжі показав, що саме таке завдання поки не вирішене дослідниками. Вимірювання температури газу (у тому числі повітря) за допомогою платформи Arduino не раз описані в літературі, проте в переважній більшості випадків вимірюється невисока (до 100°C) температура повітря. Це досить тривіальне завдання. Причому вимірювання виконуються не окремими термодатчиками, а спеціальними датчиками з платформи Arduino, призначені для температур до 100°C. Такі датчики складаються з термодатчика або термометра опорного і мікропроцесора. Залежність величини термодатчика, що генерується термодатчиком, від температури її спаяна є лінійною. Тому і програма для роботи мікроконтролера вимірювальної системи, і сам вимірювальний процес досить прості.

При вимірюванні температур у заявленому діапазоні (вище 1000°C) дослідники стикаються з нелінійним характером залежності величини термодатчика від температури її спаяна $U = f(T_{\text{спая}})$. Аналіз показує, що автори не використовують можливості мікроконтролерів для роботи з нелінійною характеристикою $U = f(T_{\text{спая}})$. Деякі автори закладають у програму характеристику $U = f(T_{\text{спая}})$ у вигляді масиву з 1000 – 1500 значень (для діапазону від -60°C до -1200°C). На наш погляд, це не є раціональним.

Інших значних досліджень на заявлену тему в Україні і в ближньому зарубіжжі не було знайдено. Очевидно, що фахівці з термометрії зосереджені на великих підприємствах, де користуються вартісними вимірювальними системами або, навпаки, традиційними застарілими системами КСП-4.

Приблизно такий стан питання у країнах далекого зарубіжжя. Багато реалізацій проектів на базі Arduino з вимірювання температур хромель-копелевими термодатчиками до 400 – 600°C в побутових і промислових цілях: експлуатація опалювальних котлів та ін. Питаннями точності вимірювань та обліку похибок, що виникають при вимірюваннях термодатчиками конструктори не задаються, як не враховують і нелінійність характеристик термодатчиків, приклад розглянуто у роботах [5, 6].

Винятком є робота [7], авторами якої є бразильські дослідники з великого університету. У [7] досліджуються похибки вимірювання температури термодатчиками за допомогою системи Arduino, і аналізується точність цього процесу. Але, як було згадано вище, також для невисоких (до 125°C) температур і без урахування всіх складових теплообміну термодатчиків з навколишнім середовищем.

Таким чином, проведений аналіз показав, що завдання побудови вимірювальної системи на базі Arduino, що дозволяє автономно здійснювати збір, зберігання і обробку в реальному часі експерименту результатів вимірювання термодатчиками високих (понад 1000°C) температур газових середовищ, в тому числі повітря, в транспортній галузі на даний час не вирішена.

Мета та постановка задачі. Виходячи з проведеного аналізу, нами була сформульована мета дослідження, яка полягає у створенні вимірювальної системи для вимірювання високих (понад 1200°C) температур газових середовищ у транспортних засобах на базі мікропроцесорної платформи Arduino за допомогою термодатчиків.

Для того, щоб реалізувати запропоновану систему на базі сучасних інформаційних технологій, необхідно вирішити низку завдань:

- вирішити принципове питання щодо можливості вимірювання низьких значень напруги (одниці мілівольт) за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino;
- розробити алгоритм програми для розрахунку температури спаяна термодатчиків за показаннями мілівольтметра;
- експериментально випробувати інтелектуальну вимірювальну високотемпературну систему на основі мікропроцесорної платформи Arduino, що автоматично в ході реального експерименту обчислює можливі похибки вимірювання.

Виклад основного матеріалу

На першому етапі потрібно виконати дослідження можливості вимірювання напруги за допомогою Arduino.

Ми пропонуємо розробити інтелектуальну вимірювальну високотемпературну систему на основі мікропроцесорної платформи Arduino.

У статті [8] докладно описані особливості та характеристики цієї мікропроцесорної платформи. Вибір цієї платформи обумовлений її широким розповсюдженням, наявністю у продажу величезної кількості датчиків, мікропроцесорів, різних супутніх радіоелектронних елементів, порівняно невисокою ціною, наявністю великої бібліотеки програм тощо. Використання мови програмування C++ дозволяє розробнику пристроїв і систем на платформі Arduino самому створювати програмне забезпечення для проектів. Мікропроцесори програмуються за допомогою спеціальної програми.

Arduino Uno має аналогові входи-виходи (піни) A0-A5. Скористаємося входом A0 і функцією `analogRead()`, щоб зчитувати дані про вимірювану напругу, прикладену між контактами A0 і GND (рис. 1) і виводити їх на екран. Значення напруги в числовому

вираженні від 0 до 1023, тому що Arduino Uno має 10-бітні аналогові або цифрові порти, а $2^{10} = 1024$ значень.

Мікропроцесорні системи Arduino програмується на мові C++. Для введення розробленої програми в пам'ять мікроконтролера використовують програмне середовище Arduino у версії 1.8.13, яке містить текстовий редактор, інтерфейс для зв'язку з мікроконтролером та налагоджувач програм для мови C++. Крім цього, на монітор біля додаткового вікна на екрані можна вивести значення необхідних змінних, тобто результати роботи програми.

Платформа Arduino дозволила значно спростити процес конструювання, створення, програмування та налагодження мікропроцесорних систем.

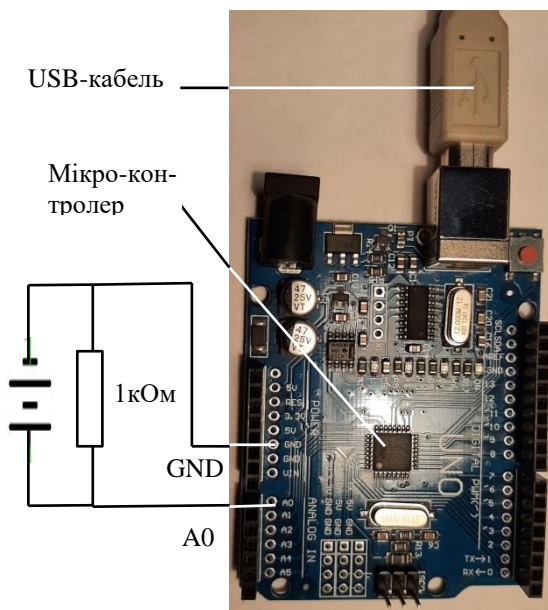


Рис. 1. Схема вимірювання напруги на основі плати Arduino Uno

Розроблені програми завантажуються в мікроконтролер, підключений до комп'ютера за допомогою звичайного USB кабелю.

Після виправлення помилок мікропроцесорна система готова до виконання завантаженої програми.

Програма, що керує вимірюванням напруги, розроблена нами на мові C++ та має такий вигляд:

```
1. void setup() {
2. Serial.begin(9600); }
3. void loop() {
4. int V1 = analogRead (A0);
5. double vol=V1*(5.0/1023.0);
6. Serial.print("V1=");
7. Serial.print(V1);
8. Serial.print("U=");
9. Serial.print(vol);
10. Serial.println("B");
11. delay (1000); }
```

У програмному коді в операторі 2 використовується функція Serial.begin (9600), що встановлює швидкість (частоту) обміну даними плати Arduino Uno з комп'ютером по USB-з'єднанню. У цьому варіанті це 9600 bps (bits per second, тобто бітів у секунду). Оператор 4 містить функцію analogRead, яка

зчитує рівень сигналу на аналоговому вході A0, з якого в операторі 5 обчислюється величина напруги на вході A0 щодо опорної напруги, що дорівнює 5 В.

У вікні Монітор порту середовища програмування (рис. 2) повинна бути виставлена така ж частота (праворуч внизу). Необхідно відкрити консоль командою Монітор порту з пункту меню Інструменти або поєднанням клавіш Ctrl+Shift+M, щоб бачити результати вимірювань. З рис. 3 видно, що напруга досліджуваного елемента живлення становить 0,93 В.

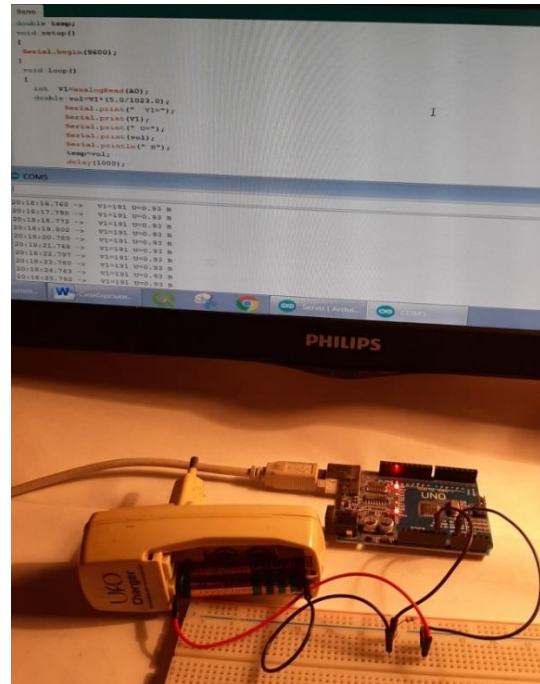


Рис. 2. Вимірювання напруги елемента живлення

Оператори 6–10 організують виведення результатів вимірювань у вікно Монітор порту (COM5 – назва порту, до якого під'єднана плата Arduino Uno через кабель USB). Функція delay в операторі 11 здійснює паузу під час виконання програми. При delay(1000) пауза становить близько 1 секунди, що також видно з результатів вимірів, наведених на рис. 3.

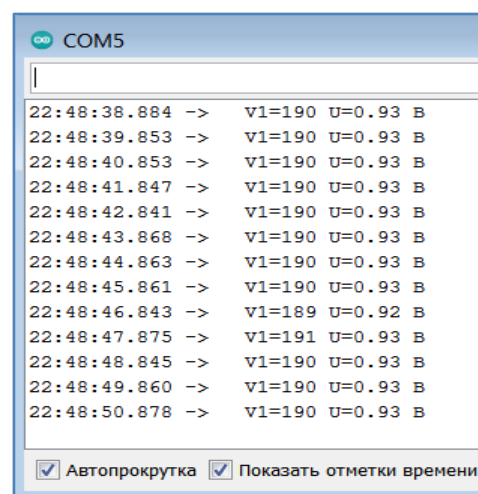


Рис. 3. Виведення на екран результатів вимірювань через Монітор порту

Таким чином, підтверджена можливість вимірювання напруги до 1 В за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino. Поки не йдеться про точність таких вимірювань. Це питання буде досліджуватися далі.

На другому етапі дослідження треба виконати розробку мікропроцесорної системи для вимірювання високих температур. Температура газового середовища вимірюється за допомогою термопари – з'єднаних зваркою або паянням двох дротяних провідників з певних матеріалів, що створюють при нагріванні місця з'єднання провідників різницю потенціалів, звану термоедс (рис. 4). Величина термоедс знаходиться в межах 0 – 50 мілівольт, що ослаблює процес вимірювань з точки зору їх точності.

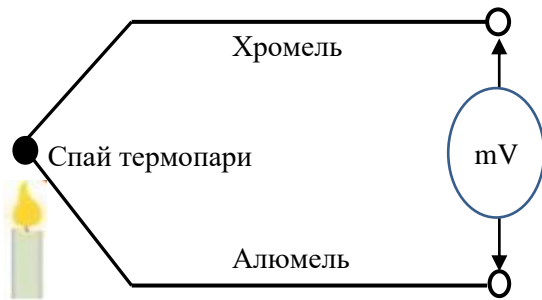


Рис. 4. Вимірювання температури за допомогою термопари

За величиною термоедс $U_{\text{спаю}}$, що виділяється хромелевим і алюмінієвим провідниками при нагріванні спаю і вимірюється мілі-вольтметром, що входить у склад мікроконтролера, можна визначити температуру спаю $T_{\text{спаю}}$ за табличними значеннями характеристики $T_{\text{спаю}} = f(U_{\text{спаю}})$. Номінальна статична характеристика (НСХ) термопари задана у вигляді таблиці з двома стовпцями: температура робочого спаю та термоедс. Для вимірювання температури за допомогою термопари необхідно виконати такі дії:

- виміряти термоедс термопари ($E_{\text{заг}}$);
- виміряти температуру холодного спаю $T_{\text{хол. спаю}}$;

- за таблицею НСХ термопари визначити термоедс холодного спаю $U_{\text{хол. спаю}}$, використовуючи температуру холодного спаю ($T_{\text{хол. спаю}}$);

- визначити термоедс робочого спаю, тобто додати едс холодного спаю до загальної термоедс ($U_{\text{роб. спаю}} = U_{\text{заг}} + U_{\text{хол. спаю}}$);

- по таблиці НСХ визначити температуру робочого спаю, використовуючи термоедс робочого спаю.

Ми спростили цю процедуру, тому що довжина хромелевого і алюмелевого провідників термопари, на якій буде перевірятися методика, що розробляється, дозволяють під час експерименту приєднати контакти термопари безпосередньо до плати Arduino. Це зробить непотрібним використання холодного спаю.

Деякі дослідники заводять табличні дані НСХ термопари у вигляді масиву в пам'ять мікропроцесора, незважаючи на наявність в довідниках апроксимуючих поліномів для формульного розрахунку

температури спаю термопари по її виміряній термоедс. Ми вважаємо ці обчислення занадто громіздкими і скористалися апроксимуючими поліномами власної розробки, визначеними в середовищі Mathcad для табличної НСХ хромель-алюмелевої термопари.

Отримані формули наведемо нижче в програмі для управління вимірювальною системою, що розробляється. Результати роботи апроксимуючих поліномів авторської розробки наведено у таблиці 1.

У таблиці 1 перші два стовпці – це табличні значення температури спаю термопари та її термоедс, а третій стовпець – це значення температури спаю термопари, розраховані для табличних значень термоедс. Різниця між температурою з таблиці 1 НСХ і температурою, що розрахована з використанням розроблених поліномів, не більше 0,05%.

Зверніть увагу, що мова йде про температуру спаю термопари. Справа в тому, що температура газу в точці вимірювання значно відрізняється від температури спаю. На це впливають похибки на випромінювання та на тепловідвід по проводам, а також інші фактори складного теплообміну спаю термопари з оточуючим середовищем. Це не є предметом даного дослідження. Точність вимірювань по даному методу буде досліджуватись в наших подальших роботах.

Таблиця 1 – Обчислення температури спаю хромель-алюмелевої термопари по апроксимуючим поліномам

$T_{\text{спая}}, ^\circ\text{C}$	$U_{\text{спая}}, \text{мВ}$	$T_{\text{спая}} = f(U_{\text{спая}}), ^\circ\text{C}$
1100	45,119	1100,360
1110	45,497	1110,378
1120	45,873	1120,372
1130	46,249	1130,394
1140	46,623	1140,391
1150	46,995	1150,363
1160	47,367	1160,362
1170	47,737	1170,335
1180	48,105	1180,282
1190	48,473	1190,256
1200	48,838	1200,175

Використаємо отримані апроксимуючі формули для отримання значень температури газу при експериментальних вимірюваннях. Програма, що керує мікропроцесорною системою для вимірювання високої температури газу, розроблена мовою C++ і має такий вигляд:

```

1. void setup() {
2.   Serial.begin(9600); }
3. void loop() {
4.   int V1=analogRead(A0);
5.   double gradC, vol=V1*(5.0/1023.0);
6.   if (mV<8.137)
7.     gradC=(0.03935*mV+24.257952)*mV+(1-0.1*mV)*sin(0.785398*mV);
8.   else
9.     gradC=(((-24.231*mV+462.5)*0.01*mV-2304.2)*0.01*mV+2790.6)*0.01*mV-14.18;

```



```

10. Serial.print(" V1=");
11. Serial.print(V1);
12. Serial.print(" U=");
13. Serial.print(vo);
14. Serial.print(" B=");
15. Serial.print(" T=")
16. Serial.print(gradC)
17. Serial.println(" oC")
18. delay(1000); } }
    
```

У програмному кодї додалися в операторах 7 і 9 формули для обчислення температури спаю по апроксимуючим поліномам.

Звісно, для експериментальних випробувань було би добре скористатися стендом для запуску газотурбінних двигунів, але під час воєнного стану зробити це неможливо. Доведеться обмежитися іншим джерелом продуктів згоряння палива, наприклад, газовим пальником, що використовується при проведенні будівельних робіт. Нами використовувався газовий пальник EX-206 (рис. 5). Температура у його відкритому полум'ї може досягати 1300°C при використанні бутану у якості палива. При проведенні експерименту необхідно суворо дотримуватися правил пожежної безпеки.



Рис. 5. Газовий пальник EX-206

Для проведення експерименту нами була придбана термопара типу хромель-алюмель з модулем узгодження MAX6675 (рис. 6), що дозволяють вимірювати високі температури до 1200°C. Мікросхема MAX6675 поєднує операційний підсилювач, 12-бітний АЦП, схему компенсації температури холодного спаю і перетворювач в інтерфейс SPI. Є вбудований контроль обриву термопари.

На рис. 7 наведена схема зібраної експериментальної установки. Термопара хромель-алюмель та модуль узгодження під'єднані до плати Arduino Uno, яка з'єднана USB-кабелем з комп'ютером.

Програма була введена у мікроконтролер і налаштована за допомогою програмного середовища Arduino. Після запуску був запалений газовий

пальник та термопара була введена у високотемпературний газовий потік. На екрані комп'ютеру постійно відображалися поточні значення $U_{спая}$ та $T_{спая} = f(U_{спая})$.

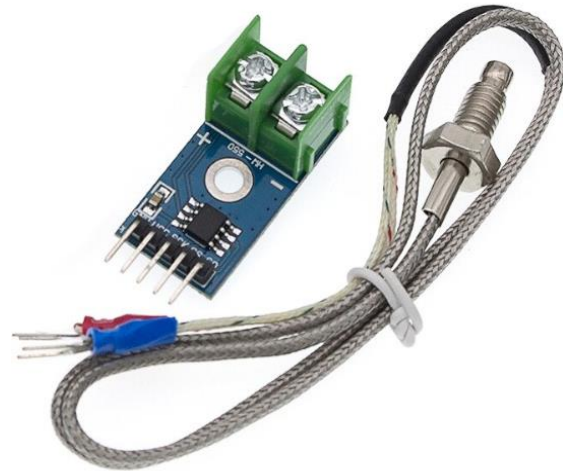


Рис. 6. Термопара хромель-алюмель та модуль узгодження MAX6675

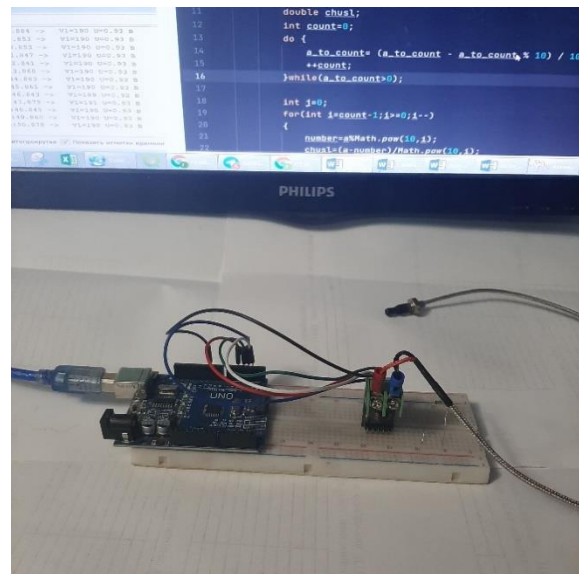


Рис. 7. Обладнання для вимірювання температури газу термопарою

У табл. 2 наведені декілька значень температури спаю термопари.

Таблиця 2 – Обчислення температури спаю хромель-алюмелевої термопари в експериментальних вимірюваннях

$U_{спая}, мВ$	$T_{спая} = f(U_{спая}), °C$
46,995	1150,363
46,249	1130,394
46,623	1140,391
45,497	1110,378

Точки вимірювання визначалися довільним чином. Точність вимірювань не дуже нас цікавила, так як завданням експерименту було впевнитись у прин-

циповій можливості реалізації запропонованого методу, Обсяг даного дослідження не дозволяє вирішувати більш широке коло питань.

Таким чином, експериментальна перевірка запропонованого методу вимірювання високої температури газу (до 1800°C термопарою із платинородію та до 1200°C термопарою з хромель-алюмеля) показала можливість застосування такого методу.

Висновки

Метою даного дослідження є створення системи для вимірювання високих (понад 1000°C) температур газових середовищ на основі мікропроцесорної платформи Arduino за допомогою хромель-алюмелевих термопар на основі сучасних інформаційних технологій.

Автори показали принципову можливість вимірювання низьких значень напруги (одиниць мілівольт) за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino.

Розроблено алгоритм розрахунку температури спаю термопар за показаннями мілівольметра.

Експериментально перевірений запропонований метод вимірювань високих температур газових

потоків на основі мікропроцесорної платформи Arduino, що автоматично в ході реального експерименту підраховує можливі помилки вимірювання.

Використання Arduino дозволяє розробнику скомпонувати пристрій для реалізації описаного у цій роботі методу з потрібними властивостями та самостійно запрограмувати мікропроцесор до виконання потрібних дій у заданій послідовності.

Таким чином був сконструйований, зібраний, запрограмований спеціально розробленою програмою та експериментально перевіреним методом вимірювань високих температур газових потоків на основі мікропроцесорної платформи Arduino. Експериментальна перевірка в умовах, що максимально наближені до реальних, показала, що розроблений метод та реалізуюча його електронна схема працездатні та можуть використовуватися для проведення таких вимірювань.

Продовженням цього дослідження повинні стати дослідження, що присвячені точності вимірювань, врахуванню чи усуненню похибок вимірювань, зокрема розрахунку помилки вимірювання на променистий теплообмін термопар з зовнішнім середовищем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Your Go-To Source for Innovative Solutions: <https://www.ni.com/en/solutions.html>.
2. Intelligent Sensors and Controllers. <https://zetlab.com/en/support/digital-sensors-zetsensor-series>.
3. Python, BASIC, C and Blockly Robotic Kits and Curriculum. <https://www.parallax.com/propeller-multicore-concept>.
4. Raspberry pi for industry. <http://www.raspberrypi/for-industry>.
5. Industrial Thermometer with MAX6675 Thermocouple & Arduino. <https://how2electronics.com/industrial-thermometer-max6675-thermocouple-arduino>.
6. How to Arduino Thermocouple Interface. <https://bestengineeringprojects.com/how-to-arduino-thermocouple-interface>.
7. L. R. R. da Silva, J. R. Ferreira-Oliveira. Uncertainty quantification using thermocouple and Arduino compatible hardware. *Engenharia Térmica (Thermal Engineering)*, Vol. 20, No. 2, June 2021. P. 47-54.
8. Симбірський Г. Д., Кушнір Д. Є. Застосування інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки для зниження кількості ДТП. Автомобіль та електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. Харків, 2020. Вип. 18. С. 65-70.

Received (Надійшла) 28.02.2024

Accepted for publication (Прийнята до друку) 24.04.2024

Application of information technologies and microprocessor techniques for carrying out measurements in vehicles

G. Simbirsky, G. Pliekhova, M. Kostikova, S. Ocheretenko

Abstract. Problem. The subject of research is the fundamental possibility of using modern information technologies based on microprocessor technology for obtaining, storing and processing measurement information. In particular, the use of the Arduino microprocessor platform for measuring high (up to 1200°C) temperatures of gas flows. **Goal.** The purpose of the research is to create a measuring system for measuring high (over 1000°C) temperatures of gaseous media in vehicles based on the Arduino microprocessor platform using thermocouples. **Research objectives.** In order to implement the proposed system based on modern information technologies, it is necessary to solve a number of tasks: 1. To solve the fundamental question regarding the possibility of measuring low voltage values (units of millivolts) using the Arduino microprocessor platform; 2. Develop a program algorithm for calculating the thermocouple junction temperature based on millivoltmeter readings; 3. Experimentally test an intelligent high-temperature measuring system based on the Arduino microprocessor platform, which automatically calculates possible measurement errors during a real experiment. **Methodology.** For conducting the experiment, a chromel-alumel type thermocouple with a matching module MAX6675 was used, which combines an operational amplifier and a converter into an SPI interface. The diagram of the assembled experimental setup is given. The thermocouple and matching module are connected to the Arduino Uno board, which is connected by a USB cable to the computer. **The following results are received.** The possibility of measuring voltage up to 1 V using the Arduino microprocessor platform has been confirmed. The gas flow temperature was measured at several points in the range of 1100-1150°C with sufficient accuracy. The experiment showed a fundamental possibility of implementing the proposed method. **Conclusions.** Designed, assembled, programmed with a specially developed program and experimentally verified method of measuring high temperatures of gas flows based on the Arduino microprocessor platform. Experimental testing in conditions as close as possible to real ones showed that the developed method and the electronic circuit implementing it are operational and can be used for such measurements.

Keywords: Arduino platform, information technologies, measurement of high temperatures of gas flows, microprocessor systems, microprocessor programming.