ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

KALORIMETRIK USUL ASOSIDA ARZON SARF O‘LCHASH DATCHIGINI ISHLAB CHIQISH VA UNING ISHLASH PRINSIPINI TADQIQ ETISH

Mizomov Muhammad Saydulla o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchi-stajyori
E-mail: muhammadmizomov3@gmail.com
Ismoilov Ro‘zibek Rajabovich
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchi-stajyori,
E-mail: rozibekismoilov51@gmail.com
Mustafoyev Murtazo Zamon o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchi-stajyori

Annotatsiya. Ushbu maqolada issiqlik, ya’ni kalorimetrik sarf o‘lchagichlarning ishlash prinsipi, ularning konstruktiv tuzilishi, o‘lchash jarayonining fizik asoslari hamda sanoat amaliyotida qo‘llashga mo‘ljallangan arzon sarf o‘lchash tizimining funksional imkoniyatlari tahlil qilingan. Sarfni aniqlashda oqimni sun’iy ravishda qizdirish va qizdirishdan oldingi hamda keyingi haroratlar farqini o‘lchash usuli asosiy mezon sifatida qabul qilingan. Shuningdek, kalorimetrik sarf o‘lchagichlarning afzalliklari, kamchiliklari va qo‘llanish istiqbollari yoritilgan. Ishlab chiqilgan arzon sanoat sarf o‘lchash tizimi nazorat-o‘lchov asboblari, harorat datchiklari, mikrokontroller va displey moduli asosida real vaqt rejimida natijalarni kuzatish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar. sarf o‘lchagich, kalorimetrik usul, issiqlik balansi, harorat farqi, qarshilik termometri, termojuft, elektr qizdirgich, laboratoriya qurilmasi, Arduino, MAX6675.

Аннотация. В данной статье проанализированы принцип работы тепловых (калориметрических) расходомеров, их конструктивное устройство, физические основы процесса измерения, а также функциональные возможности недорогой системы измерения расхода, предназначенной для применения в промышленности. В качестве основного критерия определения расхода принят метод искусственного нагрева потока и измерения разности температур до и после нагрева. Также рассмотрены преимущества, недостатки и перспективы применения калориметрических расходомеров. Разработанная недорогая промышленная система измерения расхода на основе контрольно-измерительных приборов, температурных датчиков, микроконтроллера и дисплейного модуля позволяет осуществлять мониторинг результатов в режиме реального времени.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: расходомер, калориметрический метод, тепловой баланс, разность температур, термометр сопротивления, термопара, электрический нагреватель, лабораторная установка, Arduino, MAX6675.

Abstract. This article analyzes the operating principle of thermal (calorimetric) flow meters, their structural design, the physical foundations of the measurement process, as well as the functional capabilities of a low-cost flow measurement system intended for industrial applications. As the main criterion for determining the flow rate, the method of artificially heating the flow and measuring the temperature difference before and after heating is adopted. The advantages, disadvantages, and prospects for the application of calorimetric flow meters are also discussed. The developed low-cost industrial flow measurement system, based on instrumentation, temperature sensors, a microcontroller, and a display module, enables real-time monitoring of results.

Keywords: flow meter, calorimetric method, heat balance, temperature difference, resistance thermometer, thermocouple, electric heater, laboratory setup, Arduino, MAX6675.

KIRISH.

Texnologik jarayonlarda suyuqlik, gaz va bug‘ sarfini aniq o‘lchash ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlash, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va nazorat tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim o‘rin tutadi. Sarfni o‘lchash uchun qo‘llaniladigan asboblar umumiy holda sarf o‘lchagichlar deb ataladi. Moddaning ma’lum kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o‘tgan miqdori modda sarfi hisoblanadi. Amaliyotda u massaviy sarf va hajmiy sarf ko‘rinishida ifodalanadi. Sanoatda bosim farqiga asoslangan, o‘zgaruvchan sathli, induksion, ultratovushli, ionli hamda kalorimetrik sarf o‘lchagichlardan foydalaniladi. Ular orasida issiqlik usuliga asoslangan o‘lchagichlar, ayniqsa, kichik va pulsatsiyali sarflarni aniqlashda yuqori sezgirligi bilan ajralib turadi.

ASOSIY QISM. Kalorimetrik sarf o‘lchagichlarning ishlash prinsipi oqimni tashqi energiya manbai yordamida qizdirishga asoslanadi. Oqimga ma’lum miqdorda issiqlik berilganda, qizdirgichdan oldingi va keyingi nuqtalarda haroratlar farqi hosil bo‘ladi. Mazkur farq oqim tezligi va qizdirgich orqali uzatilgan issiqlik miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Issiqlik yo‘qotishlari e’tiborga olinmagan holatda qizdirgich sarflagan energiya bilan oqim tomonidan o‘zlashtirilgan issiqlik o‘rtasida muvozanat yuzaga keladi. Shu asosda moddaning massa sarfini aniqlash mumkin bo‘ladi. Boshqacha aytganda, oqim sarfi qancha katta bo‘lsa, berilgan quvvat ta’sirida hosil bo‘ladigan harorat farqi shuncha kichik bo‘ladi. Aksincha, sarf kichik bo‘lsa, harorat farqi kattaroq kuzatiladi. Bu bog‘lanish issiqlik sarf o‘lchagichning asosiy fizik mazmunini tashkil etadi. Agar

ISSN 3030-3907

oqimning atrof-muhitga bergan issiqligini e'tiborga olmasak qizdiruvchi asbob sarflangan va oqimga uzatilgan issiqlik o'rtasidagi issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$g_t = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \qquad (1)$$

bu yerda, g_t - qizdirirgichning suyuqlik yoki gazga bergan issiqlik miqdori, Vt; K - quvur kesimi bo'yicha haroratning notekis tarqalishiga tuzatish koeffisienti; Q_m - muhitning massa sarfi, kg/s; C_p - muhitning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg k); Δt-oqim haroratining qizdirishdan avvalgi va keyingi o'rtacha qiymatining farqi, K.

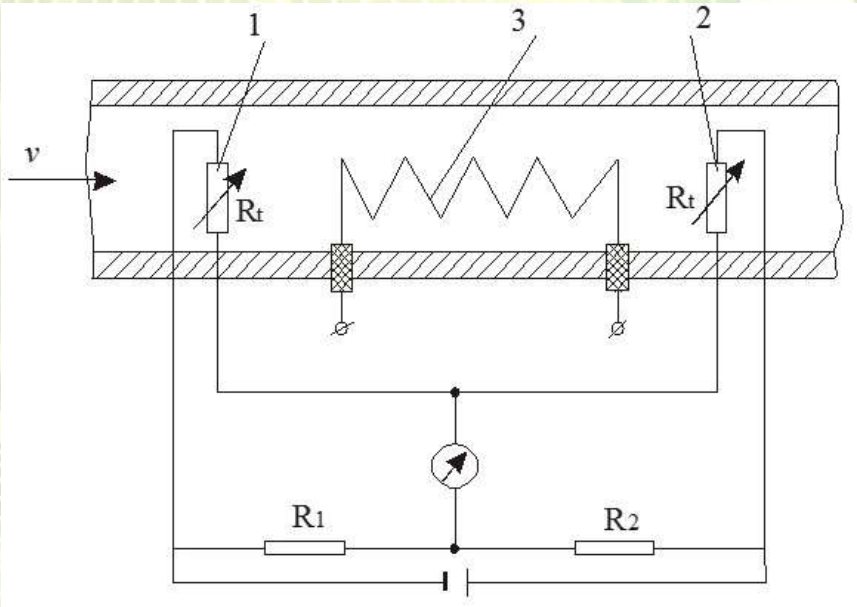
Kalorimetrik sarf o'lchagichlarda oqimga issiqlik, odatda, elektr qizdirgich orqali beriladi. Bu holda

$$g_t = 0{,}24 \cdot I^2 \cdot R \qquad (2)$$

(1) va (2) ifodalar asosida massa sarfni topamiz:

$$Q_m = \frac{0.24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \qquad (3)$$

Kalorimetrik sarf o'lchagichlar odatda ikki asosiy turga bo'linadi. Birinchi turda sarf qizdirgich iste'mol qilgan quvvat miqdori orqali aniqlanadi va bunda haroratlar farqi doimiy saqlanadi. Ikkinchi turda esa qizdirgichga uzatiladigan quvvat o'zgarmas bo'ladi, sarf esa oqimdagi haroratlar farqi bo'yicha topiladi. Amaliy o'lchashlarda ikkinchi turdagi qurilmalar ko'proq qo'llanadi, chunki ularning konstruksiyasi nisbatan sodda va sanoat sharoitida qulayroq amalga oshiriladi. Shu sababli tadqiq etilgan qurilma ham aynan doimiy quvvat berish va hosil bo'lgan harorat farqini o'lchash tamoyiliga asoslangan.



1-rasm. Kalorimetrik sarf o'lchagich sxemasi.

Bunday qurilmalarda harorat farqini aniqlash uchun, odatda, termojuftlar yoki qarshilik termometrlari qo'llaniladi. Termoparalar qizdirgichdan oldingi va

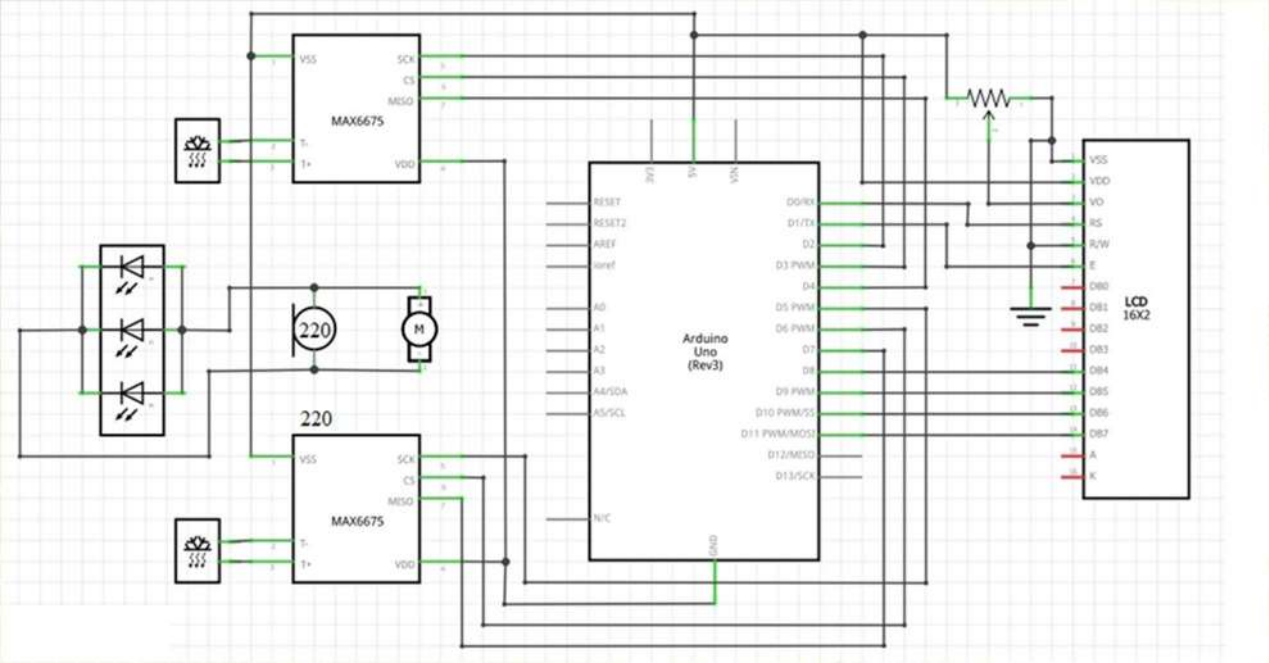
ISSN 3030-3907

keyingi nuqtalardagi oqim haroratini uzluksiz qayd etib boradi. Prinsipial sxemada joylashtirilgan ikki termopara orasida hosil bo‘ladigan temperatura tafovuti sarfni aniqlashdagi asosiy axborot parametri hisoblanadi. Olingan signallarni solishtirish asosida haroratlar farqi aniqlanadi va shu qiymat orqali oqim sarfi baholanadi. Mazkur yondashuv o‘lchash aniqligini oshirish bilan birga tizimning ishonchli va barqaror ishlashini ham ta’minlaydi.

Kalorimetrik sarf o‘lchagichlarning muhim afzalliklaridan biri ularning yuqori aniqlik sinfiga egaligidir. O‘lchash xatoligi odatda ±0,5–1% oralig‘ida bo‘ladi. Bundan tashqari, o‘lchash diapazonining kengligi, kichik sarflarni aniqlash imkoniyati va pulsatsiyali oqimlarda ham yetarli sezgirlikni saqlab qolishi bu turdagi qurilmalarni amaliy jihatdan qimmatli qiladi. Shu bilan birga, ayrim murakkab jihatlar ham mavjud. Masalan, oqimni isitish uchun zarur elektr quvvatining doimiyligini ta’minlash, berilgan haroratlar farqini avtomatik saqlash va tashqi issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish ma’lum texnik yechimlarni talab qiladi. Shunga qaramay, gazlar sarfini o‘lchashda ushbu usul samarali natija beradi.

Kalorimetrik sarf o‘lchash qurilmasi nazorat-o‘lchov asboblari va avtomatlashtirish vositalari asosida yig‘ilgan. Tizimda ikki nuqtadagi haroratni o‘lchash uchun datchiklar o‘rnatilgan bo‘lib, olingan ma’lumotlar mikrokontroller yordamida qayta ishlanadi. Elektr ulanish sxemasi va dasturiy qismi real vaqt rejimida oqim haroratlari hamda sarf qiymatini kuzatishga mo‘ljallangan. Qurilmada Arduino platformasiga mos dastur qo‘llanilgan bo‘lib, unda LiquidCrystal_I2C kutubxonasi orqali LCD displey boshqariladi, MAX6675 modullari yordamida esa ikki termojuftdan ma’lumot olinadi. Dasturda birinchi datchikdan olingan qiymat oqimning boshlang‘ich haroratini, ikkinchi datchikdan olingan qiymat esa qizdirilgandan keyingi haroratni ifodalaydi. Haroratlar farqi asosida sarf hisoblanadi va natija bir vaqtning o‘zida ham ketma-ket portga, ham LCD displeyga chiqariladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Elektr ulanish sxemasi

Dasturiy ta’minotning ishlash mantig‘i sodda va samaralidir. Dastlab mikrokontroller ishga tushiriladi, displey faollashtiriladi va datchiklardan o‘qish jarayoni boshlanadi. Keyin har ikki nuqtadagi harorat qiymatlari olinib, ular orasidagi farqdan foydalanilgan holda sarf aniqlanadi. Hisoblangan natija “m^3/s” birlikda ifodalanadi. Ushbu yondashuv qurilmani arzon va samarali sarf o‘lchash datchigi sifatida talqin etish imkonini beradi. Tizim sensorlardan olingan ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash va natijalarni displeyga uzatish orqali sarf ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatishni ta’minlaydi. Shu sababli mazkur yechim sanoat va amaliy sohalarda qo‘llash mumkin bo‘lgan sodda, tejamkor hamda ishonchli sarf o‘lchash vositasi sifatida baholanishi mumkin.

Dasturiy ta’minot.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include  <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,  16, 2);

#include "max6675.h"

int thermoDO = 7; //  SO
int thermoCS = 6; // CS
int thermoCLK = 5; //  SCK
int thermoDO2 = 10; // SO2
int thermoCS2 = 9; //  CS2
int thermoCLK2 = 8; // SCK2
```


ISSN 3030-3907

```
    MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
MAX6675 thermocouple2(thermoCLK2, thermoCS2, thermoDO2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Sarf o‘lchagich");
  delay(500);
lcd.init();
 lcd.backlight();
}

void loop() {

   Serial.print("Tb = ");
   Serial.print(thermocouple.readCelsius());
     Serial.println( );
      Serial.print("To = ");
   Serial.print(thermocouple2.readCelsius());
   Serial.println( );
  float sarf;
      sarf=(((0.24*500)/1000*(thermocouple2.readCelsius()-
thermocouple.readCelsius()))/1.2255);
   Serial.print("Q=");
   Serial.print(sarf);
   Serial.print(" m^3/s");
   Serial.println( );
   delay(2000);
lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Tb=");
  lcd.print (thermocouple.readCelsius());
  lcd.print(" To=");
  lcd.print (thermocouple2.readCelsius());
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Sarf: Q=");
    lcd.print(sarf);
    lcd.print (" m3/s");
}
```


ISSN 3030-3907

XULOSA. Issiqlik sarf o‘lchagichlar modda sarfini aniqlashning zamonaviy va sezgir usullaridan biri bo‘lib, ularning ishlashi oqimni qizdirish va hosil bo‘lgan haroratlar farqini o‘lchashga asoslanadi. Ushbu usul, ayniqsa, gaz sarfini aniqlashda yuqori aniqlik, keng o‘lchash diapazoni va kichik sarflarni qayd etish imkoniyati bilan ajralib turadi. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bunday tizimlar sanoat va amaliy sohalarda qo‘llash mumkin bo‘lgan arzon, sodda va samarali sarf o‘lchash datchigi sifatida muhim ahamiyatga ega. Harorat datchiklari, elektr qizdirgich, mikrokontroller va displey moduli birgalikda ishlashi natijasida sarfni real vaqt rejimida kuzatish va hisoblash imkoniyati yaratiladi. Shu bois issiqlik asosida ishlovchi mazkur yechim iqtisodiy jihatdan maqbul, texnik jihatdan qulay va ishonchli sarf o‘lchash vositasi sifatida baholanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Suyuqlik va gaz sarfini o‘lchash bo‘yicha o‘quv qo‘llanma.
2. TIIAME o‘quv materiali. “Kalorimetrik sarf o‘lchagichlar” mavzusi.
3. Karabekova D.Zh. va boshqalar. Issiqlik oqimi o‘lchagichlarining asosiy xususiyatlari.
4. Ortikov E. Sanoat pechlarida gaz sarfini boshqarish tizimlarini takomillashtirish.
5. Gulyamov Sh.M., Ortiqov E.E. Suyuqlik va gaz oqimini o‘lchash jarayonini modellashtirish.
6. García et al. Insertion calorimetric flowmeter for liquids with multiple temperature sensors.
7. Abdul B. va boshqalar. MEMS asosidagi gaz sarf o‘lchagichlar.

ISSN 3030-3907