

PAXTA QURITISH BARABANIDAGI IS GAZINI ANIQLASH SENSORLARI VA ULARNING MATEMATIK MODELLARI.

N.Yu.Sharibayev

NamMTI, f.-m.f.d. professor

[*sharifbayev@mail.r*](mailto:sharifbayev@mail.r)

+998936770329

B.T.Xolmurotov

AndMI, tayanch doktorant

[*xolmurotovbotirjon@gmail.com*](mailto:xolmurotovbotirjon@gmail.com)

+998932259880

Annotatsiya. Ushbu ish paxta quritish barabanidagi is gazini aniqlashda qo'llaniladigan MQ2 sensorining ishlash printsipi va asosiy komponentlarning tuzilishi, tarkibi, shuningdek, MQ2 sensorining matematik modellari to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: MQ2 sensori, propan, butan, metan, uglerod oksidi (CO), Isitgich elementi, elektrodlar, chiqish interfeysi, raqamli, analog, Teylor qatori.

Kirish. Paxta sanoatida quritish barabanlarini haroratini nazorat qilish orqali sifatli hom-ashyo olishda sensor (datchik, sezgir element) larning ahamiyati juda katta. Shulardan biri MQ2 sensori hisoblanadi.

MQ2 sensori atrof-muhitdagi turli gazlar va xavfli bug'larni aniqlash uchun keng qo'llaniladigan gaz sensori hisoblanadi. U odatda gaz elementlari, havo sifati monitoringi yoki maxsus gazlar mavjudligini kuzatish va aniqlash kerak bo'lgan loyihalarda qo'llaniladi.

MQ2 uglerod oksidi (CO) va tutun kabi zararli gazlar darajasini o'lchashi mumkin, bu esa ichki havo sifati monitoringi va yong'inni aniqlash tizimlari uchun moslashtirilgan [1]. Paxta sanoatida quritish barabanlarida sensordan gaz kontsentratsiyasini kuzatish va xavfli gaz darajasi aniqlanganda signallarni ishga tushirish yoki mashinalarni o'chirish orqali olinayotgan hom-ashyoni sifatini saqlab qolish, shuningdek, ishchilar xavfsizligini ta'minlash uchun foydalanish mumkin.

MQ2 sensori turli gazlarni aniqlash va ularga javob berishga imkon beruvchi bir nechta asosiy komponentlarni o'z ichiga oladi. Ushbu komponentlarga quyidagilar kiradi:

Gazga sezgir material: MQ2 sensorining asosini gazga sezgir material yoki sezgir elementlar tashkil qiladi. Ushbu material odatda metall oksidi yarimo'tkazgichdan iborat. Maxsus gazlarni aniqlash uchun har xil turdagi sezgir

materiallar qo'llaniladi. Gaz molekulari ushbu material bilan aloqa qilganda, ular uning elektr qarshiligining o'zgarishiga olib keladi.

Isitgich elementi: samarali ishlashi uchun MQ2 sensori o'rnatilgan isitgich elementini o'z ichiga oladi. Isitgich sensorli elementni ma'lum bir haroratda, odatda 200-300 ° C atrofida ushlab turadi, bu sensorning gaz o'zgarishlariga sezgirligini ta'minlaydi.

Elektrodlar: Sensorda gazga sezgir materialning qarshiligini o'lchaydigan elektrodlar mavjud.

Maxsus elektron qurilma: Sensor qarshilikdagi o'zgarishlarni elektr signaliga aylantiradigan elektron sxemani o'z ichiga oladi. Keyinchalik, bu signal o'qilishi mumkin bo'lgan chiqishni ta'minlash yoki gaz konsentratsiyasi ma'lum bir chegaradan oshib ketganda signalni ishga tushirish uchun qayta ishlash uchun mo'ljallangan.

Chiqish interfeysi: MQ2 sensori odatda analog yoki raqamli chiqishni ta'minlaydi. Analog chiqish gaz konsentratsiyasiga qarab o'zgarib turadi. Raqamli chiqish oldindan belgilangan chegara darajasida ma'lum bir gazning mavjudligi yoki yo'qligini ko'rsatadigan ikkilik signallarini chiqishini ta'minlaydi. MQ2 sensoridan analog ma'lumotlar chiqishi quyidagi (1) matematik ifoda bilan ifodalanadi:

$$V_{out} = V_{cc} \left(\frac{R_s}{R_s + R_I} \right) \quad (1)$$

Bu yerda,

V_{out} - sensordan analog chiqish voltaji.

V_{cc} - sensorga yetkazib berilishi lozim bo'lgan kuchlanish.

R_s - sensorning gazga sezgir elementining qarshiligi.

R_I - sensor bilan ketma-ket ulangan yuk qarshiligi.

Analog signalni raqamli signalga aylantirish Analogdan Raqamga O'tkazish (ADC) deb nomlanuvchi jarayonni o'z ichiga oladi. Ushbu konvertatsiyaning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\text{Raqamli qiymat} = \frac{(\text{Analog kiritish} - \text{Minimal analog qiymat})}{\text{Maksimal analog qiymat} - \text{Minimal analog qiymat}} (2^n - 1) \quad (2)$$

Bu yerda,

Raqamli qiymat: Bu odatda raqamli tizimda ishlatiladigan butun son bo'lgan aylantirilgan raqamli qiymatni ifodalaydi.

Analog kirish: u o'lchanayotgan yoki o'zgartirilayotgan analog signalning haqiqiy qiymatini ifodalaydi.

Minimal analog qiymat: Bu sensor yoki qurilmaning o'lchash diapazonining pastki chegarasiga mos keladigan analog signalning minimal qiymati.

Maksimal analog qiymat: Bu o'lchov diapazonining yuqori chegarasiga mos keladigan analog signalning maksimal qiymati.

n: Bu raqamli chiqish qancha diskret darajaga ega bo'lishini aniqlaydigan ADC ning o'lchamlarini ifodalaydi. Agar ADC 8 bit ruxsatga ega bo'lsa, $n = 8$ va $2^8 = 256$ raqamli qiymat bo'ladi.

Ushbu (2) formula asosan analog kirish signalini diskret raqamli qiymatga o'lchaydi va kvantlaydi.

Raqamli signaldagi shovqinni kamaytirish uchun chekli impulsli javob (FIR) filtri matematik tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k] \cdot x[n - k] \quad (3)$$

Bu yerda,
 $y[n]$ - n vaqt indeksida filtrlangan chiqishni ifodalaydi,
 $x[n-k]$ - kechiktirilgan kirish signali qiymatlarini ifodalaydi, bu yerda k - vaqtni kechiktirish,

$h[k]$ - FIR filtri koeffitsientlarini ifodalaydi, bu filtrning turli chastota komponentlariga javobini belgilaydi.

FIR filtri uchun matematik ifodani Teylor qatoriga kengaytirish uchun biz uni filtr koeffitsientlari bilan kechiktirilgan kirish namunalarining vaznli yig'indisi sifatida ifodalashimiz mumkin va quyidagi (4) ifoda bilan beriladi:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k] \cdot x[n - k] \quad (4)$$

Quyida uni Teylor seriyasiga kengaytiramiz

$x=0$:

$x[n-k]$ ni $x=0$ atrofida yoyamiz:

$$x[n - k] = x[n] - k \cdot \Delta x \cdot x'[n] + \frac{(k \cdot \Delta x)^2}{2!} \cdot x''[n] - \frac{(k \cdot \Delta x)^3}{3!} \cdot x'''[n] + \dots$$

Bo'ladi, yoki ikki xil gaz uchun masalan, quritish agenti orqali paxta quritish barabaniga berilayotgan issiq havodagi is gazi bilan taqqoslanganda

$$x[n - k] = x[n] - k \cdot \Delta x \cdot x'[n] + \frac{(k \cdot \Delta x)^2}{2!} \cdot x''[n]$$

ni olish mumkin. Ushbu kengaytmani FIR filtri ifodasiga almashtirsak:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k] \cdot (x[n - k]) \\ = x[n] - k \cdot \Delta x \cdot x'[n] + \frac{(k \cdot \Delta x)^2}{2!} \cdot x''[n] - \frac{(k \cdot \Delta x)^3}{3!} \cdot x'''[n] + \dots$$

ga ega bo'lamiz.

Ushbu kengayishda Teylor qatorining koeffitsientlari FIR filtri koeffitsientlari $h[k]$ va k ning imkoniyatlarining og'irlikdagi yig'indilari bilan beriladi.

Kalibrlash: Ba'zi MQ2 sensorlari atrof-muhit sharoitlari yoki muayyan gaz turlariga qarab sezgirligini sozlash uchun kalibrlash variantini o'z ichiga olishi mumkin. Karbonat angidridni (CO_2) aniqlash uchun MQ2 sensorini kalibrlash CO_2 kontsentratsiyasini aniq o'lchash uchun sensorning javobini sozlashni o'z ichiga oladi.

MQ2 sensorini is gazi uchun kalibrlash uchun sensorni harorat va namlik darajasi barqaror bo'lgan boshqariladigan muhitga joylashtirish zarur.

Sensorning ish sharoitlariga erishish uchun atrof-muhitda bir muncha vaqt (masalan, 24 soat) barqarorlashishiga ruxsat berish zarur. Ma'lum, minimal miqdordagi CO_2 (tashqi havoda taxminan 400 ppm) o'z ichiga olgan oddiy havo muhitiga ta'sir qilganda sensorning chiqish kuchlanishini (analog yoki raqamli) yozib olinib kalibrlash qurilmasi bilan taqqoslash kerak [2].

Kalibrlash egri chizig'i asosida datchikning chiqish kuchlanishini CO_2 kontsentratsiyasiga bog'laydigan matematik tenglama yordamida aniqlanadi. Tenglama odatda quyidagi shaklda bo'ladi:

$$CO_2(ppm) = a \cdot V_{out} + b \quad (5)$$

Bu yerda,

CO_2 - CO_2 kontsentratsiyasining milliondan bir qismi,

V_{out} - sensorning chiqish kuchlanishi,

a va b - egri chiziqdan olingan kalibrlash koeffitsientlari.

Esda tutish lozimki, kalibrlash aniq CO_2 o'lchovlari uchun juda muhim va maxsus kalibrlash jarayoni MQ2 sensori modeliga va o'lchashi kerak bo'lgan CO_2 kontsentratsiyasi diapazoniga qarab farq qilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, MQ2 sensori chigitli paxtani quritish barabaniga quritish agenti berayotgan issiq havoning gazlar kontsentratsiyasini aniqlash va nazorat qilish uchun turli ilovalarda ishlatiladigan ko'p qirrali gaz sensori. Uning ichki tuzilishi gazga sezgir material, isitgich, elektrodlar, sxema va chiqish interfeysini o'z ichiga oladi, ularning barchasi gazni aniqlash imkoniyatlarini ta'minlash uchun birgalikda ishlaydi.

Adabiyotlar:

1. Тавернье К. «PIC-микроконтроллеры» Москва ДМК 2002 г.
2. 0.Белов А.В. - Микроконтроллеры AVR. От азов программирования до создания практических устройств – 2016г.
3. Х. Мансуров Автоматика ва пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш. Тошкент. “Ўзбекистон” 1996й.
4. https://lastminuteengineers.com/mq2-gas-senser-arduino-tutorial/#google_vignette