BOSIM O'ZGARTIRGICHLARINING SEZGIRLIGINI OSHIRISHNING SXEMOTEXNIK YECHIMLARI

Magistratura talabasi

Ro'zikulova Dono Baxtiyorovna

Tadqiqot mavzusining dolzarbligi. Bosimni o‘lchash sanoat avtomatikasi, energetika, aviatsiya va kosmik texnika, tibbiyot hamda ilmiy tajribalarda eng ko‘p qo‘llaniladigan o‘lchash vazifalaridan biri hisoblanadi. Bosim haqidagi ma’lumotlarning ishonchliligi texnologik jarayonni boshqarish sifati, uskunalar xavfsizligi va qabul qilinadigan qarorlarning asoslanganligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy o‘lchash tizimlari bosim o‘zgartirgichlaridan yuqori sezgirlik, aniqlik, chiziqlilik, harorat barqarorligi va xalaqitlarga chidamlilikni talab qiladi.

Bosimning kichik o‘zgarishlarini qayd etish eng murakkab vazifalardan biri hisoblanadi. Birlamchi o‘zgartirgichlarning aksariyati — pyezoqarshilikli, sig‘imli va tenzometrik o‘zgartirgichlarning chiqish signali kichik amplitudaga ega bo‘lib, ko‘pincha millivolt yoki mikrovolt darajasida bo‘ladi. Bunday signallarning darajasi o‘lchash traktining o‘z shovqinlari bilan deyarli teng bo‘lishi mumkin. Ushbu sharoitda issiqlik shovqini, 1/f turidagi fliker-shovqin, tashqi elektromagnit ta’sirlar va harorat siljishi o‘lchanayotgan kattalikning minimal farqlanadigan o‘zgarishini, ya’ni nafaqat datchikning, balki butun tizimning haqiqiy sezgirligini cheklaydi.

Sezgirlikni oshirishga bir-birini to‘ldiruvchi ikki yo‘l orqali erishish mumkin: sezgir element konstruksiyasini takomillashtirish va signalni qayta ishlashning elektron traktini yaxshilash. Konstruktiv yo‘nalish membrana geometriyasini optimallashtirish, pyezoqarshiliklarning joylashuvini to‘g‘ri tanlash, yangi materiallar va MEMS texnologiyalarini qo‘llashni o‘z ichiga oladi hamda yetarlicha

batafsil o‘rganilgan. Masalan, «izolyatordagi kremniy» (SOI) tuzilmasiga asoslangan kremniyli datchikda pyezoqarshiliklarning joylashuvi va qalinligini optimallashtirish natijasida chiziqsizlik darajasi 0,1 foizdan kam bo‘lgan holda 37,79 $mV \cdot V^{-1} \cdot MPa^{-1}$ sezgirlikka erishilgan [1]. Biroq ushbu yondashuv ishlab chiqarish texnologiyasini o‘zgartirishni talab qiladi va amalda ishlab chiqarilayotgan datchiklarga nisbatan qo‘llash uchun mos kelmaydi.

Sxemotexnik yondashuv esa birlamchi o‘zgartirgich konstruksiyasiga aralashishni talab qilmaydi. Ko‘prik sxemasini qo‘zg‘atish usulini to‘g‘ri tanlash, kam shovqinli kuchaytirish, umumiy rejimdagi xalaqitlarni bostirish usullaridan foydalanish, analog va raqamli filtrlash signal/shovqin nisbatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi. Natijada butun o‘lchash tizimining sezgirligi oshadi. Shu sababli bosim o‘zgartirgichlarining sezgirligini oshirishga qaratilgan sxemotexnik yechimlarni ishlab chiqish va ularni ilmiy jihatdan asoslash dolzarb ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi.

Mavzuning o‘rganilganlik darajasi. O‘lchash o‘zgartirgichlari va kuchsiz signallarni qayta ishlashning nazariy asoslari J. Freyden, E. O. Dyobelin, P. Horovits va U. Hill, A. V. Oppenxaymning fundamental ilmiy ishlarida bayon etilgan. Birlamchi o‘zgartirgichlar sezgirligini oshirish masalalari Q. Meng, K. B. Balavalad, P. Esvaran va boshqa mualliflarning asarlarida o‘rganilgan bo‘lib, ularda asosan sezgir element konstruksiyasiga e’tibor qaratilgan. Shu bilan birga, ko‘prikni qo‘zg‘atish sxemasidan tortib analog-raqamli o‘zgartirishgacha bo‘lgan butun o‘lchash traktini kompleks loyihalash hamda har bir bo‘g‘inning yakuniy sezgirlikka qo‘shgan hissasini miqdoriy baholash masalalariga nisbatan kamroq e’tibor qaratilgan. Bu holat mazkur tadqiqotning asosiy yo‘nalishini belgilaydi.

Tadqiqotning maqsadi-birlamchi o‘zgartirgich konstruksiyasini o‘zgartirmagan holda bosim o‘zgartirgichining sezgirligini oshirishni ta’minlaydigan sxemotexnik yechimni ishlab chiqish va ilmiy jihatdan asoslash.

Belgilangan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar hal etildi:

1) Bosim o‘zgartirgichlarining ishlash fizik tamoyillari va metrologik xususiyatlarini tahlil qilish hamda ularning sezgirligini cheklovchi omillarni aniqlash;

2) Sezgirlikni oshirishning sxemotexnik usullarini tizimlashtirish (ko‘prik sxemalari, kam shovqinli kuchaytirish, differensial usullar, filtrlash, harorat kompensatsiyasi, chastotaviy usullar va signallarni raqamli qayta ishlash);

3) O‘lchash traktidagi shovqin manbalarini va ularning signal/shovqin nisbatiga ta’sirini tahlil qilish;

4) Bosim o‘zgartirgichining o‘lchash trakti uchun strukturaviy va prinsipial sxemalarni ishlab chiqish;

5) Traktning asosiy qismlari — ko‘prik sxemasi, kam shovqinli instrumental kuchaytirgich, aktiv filtr va analog-raqamli o‘zgartirgichni tanlash hamda ularning hisob-kitoblarini amalga oshirish;

6) MATLAB muhitida o‘lchash traktining matematik modelini yaratish va erishiladigan sezgirlik hamda signal/shovqin nisbati oshishini miqdoriy jihatdan baholash.

Tadqiqot obyekti — bosim o‘zgartirgichining o‘lchash trakti.

Tadqiqot predmeti — bosim o‘zgartirgichining o‘lchash traktida sezgirlik va xalaqitlarga chidamlilikni oshirishning sxemotexnik usullari.

Tadqiqot usullari. Ishda elektr zanjirlari va sxemotexnika nazariyasi, o‘lchashlar nazariyasi va metrologiya, tasodifiy jarayonlar nazariyasi va shovqinlarni tahlil qilish usullari, signallarni raqamli qayta ishlash usullari, shuningdek, MATLAB muhitida matematik modellashtirish va sonli tajriba usullaridan foydalanilgan.

Ishning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

1) Sezgirlikni oshirish kam shovqinli instrumental kuchaytirish, aktiv filtrlash va sigma-delta o‘zgartirishning birgalikdagi ta’siri orqali ta’minlanadigan

o‘lchash trakti tuzilmasi taklif etilgan. Bu sezgirlikni faqat birlamchi o‘zgartirgichning xususiyati sifatida emas, balki butun o‘lchash traktining muhim tavsifi sifatida ko‘rib chiqish va optimallashtirish imkonini beradi.

2) O‘lchash traktining matematik modeli asosida alohida bo‘g‘inlarning (qo‘zg‘atish sxemasi, kuchaytirgich, filtr va analog-raqamli o‘zgartirgich — ARO‘) yakuniy signal/shovqin nisbatiga qo‘shadigan hissasi miqdoriy jihatdan baholangan. Olingan natijalardan loyihalash bosqichida foydalanish mumkin.

Amaliy ahamiyati. Taklif etilgan sxemotexnik yechimlar va ishlab chiqilgan model sanoat avtomatikasi, energetika hamda laboratoriya o‘lchash texnikasida bosimni o‘lchash tizimlarini loyihalashda qo‘llanilishi mumkin. MATLAB muhitida ishlab chiqilgan hisoblash dasturi o‘lchash traktining parametrlarini uni amalda joriy etishdan oldin baholash va optimallashtirish imkonini beradi. Bu esa real sharoitda o‘tkaziladigan tajribalar hajmini kamaytirishga xizmat qiladi.

Himoyaga olib chiqiladigan asosiy holatlar:

1) Bosimni o‘lchash tizimining sezgirligi butun o‘lchash traktining xususiyatlari bilan belgilanadi. Kichik signallarni qayd etishda asosiy cheklovchi omil kirish kuchaytirgich kaskadining o‘z shovqini hisoblanadi.

2) Shovqini past instrumental kuchaytirgich, quyi chastotalar faol filtri va sigma-delta analog-raqamli o‘zgartirgichning (ARO‘) birgalikda qo‘llanilishi birlamchi o‘zgartirgich konstruksiyasini o‘zgartirmagan holda signal/shovqin nisbatini oshirish imkonini beradi.

3) MATLAB muhitida o‘lchash traktining matematik modelini yaratish har bir bo‘g‘inning hissasini miqdoriy jihatdan baholash va uning parametrlarini asosli ravishda tanlash imkonini beradi.

Ishning tuzilishi va hajmi. Ish kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Birinchi bobda bosim o‘zgartkichlarining nazariy asoslari va hozirgi holati bayon etilgan. Ikkinchi bobda sezgirlikni oshirishning sxemotexnik usullari tizimlashtirilgan. Uchinchi bobda MATLAB muhitida o‘lchash traktini ishlab chiqish va modellashtirish ishlari amalga oshirilgan. Ilovalarda MATLAB kodining matnlari keltirilgan.

1-BOB. BOSIM O‘ZGARTKICHLARINING NAZARIY ASOSLARI VA HOZIRGI HOLATI

1.1-§. Bosim o‘lchanadigan fizik kattalik sifatida va bosim o‘zgartkichlarining tasnifi

Bosim — sirtga tik ta’sir qiluvchi kuchning shu sirt yuzasiga nisbatidir: . Xalqaro birliklar tizimida bosim paskal (Pa) bilan o‘lchanadi: 1 Pa = 1 N/m². Texnikada kPa, MPa, bar, atmosfera, simob ustuni millimetri va psi birliklari ham qo‘llaniladi. Asosiy o‘tkazish koeffitsiyentlari: 1 bar = 100 000 Pa; 1 atm = 101 325 Pa; 1 mm simob ustuni = 133,322 Pa; 1 kgf/cm² = 98 066,5 Pa; 1 psi ≈ 6 894,76 Pa.

Bosim o‘lchanayotganda uning qaysi darajaga nisbatan aniqlanishi muhim. Shu asosda bosimning quyidagi turlari farqlanadi: absolyut bosim — to‘liq vakuumga nisbatan; ortiqcha (manometrik) bosim — atmosfera bosimidan yuqori bosim; vakuum bosimi — atmosfera bosimidan past bosim; differensial bosim — ikki nuqtadagi bosimlar farqi.

Ular orasida bog’lanish quyidagicha ifodalanadi:

Pabs=patm+pizb

Bosim turini to‘g‘ri tanlash muhim, chunki atmosfera bosimining o‘zgarishi ortiqcha bosim datchigi ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi, absolyut bosim datchigiga esa bevosita ta’sir ko‘rsatmaydi. Shu sababli bosim turini tanlash o‘lchash o‘zgartkichining ulanish sxemasini belgilovchi asosiy bosqich hisoblanadi.

1.1-rasm — Bosim turlari o‘rtasidagi o‘zaro nisbat

Bosim o‘zgartirgichi muhit bosimini uzatish va qayta ishlash uchun qulay bo‘lgan signalga, odatda, elektr signaliga aylantiradi. Uning umumlashtirilgan tuzilmasi 1.2-rasmda keltirilgan.

1.1-rasm-Bosim turlari o’rtaidagi nisbat

Bosim o‘zgartirgich muhit bosimini uzatish va qayta ishlashga qulay, odatda elektr signaliga aylantiradi. Uning asosiy qismlari: bosimni qabul qiluvchi sezgir element, deformatsiyani elektr parametriga aylantiruvchi birlamchi o‘zgartirgich va signalni kuchaytirib, shovqinlarni kamaytiruvchi qayta ishlash sxemasidan iborat. Qurilma sezgirligi nafaqat datchikka, balki signalning sifatli qayta ishlanishiga ham bog‘liq.

1.2. Bosimni elektr signaliga aylantirishning fizik prinsiplari

- Bosimni elektr signaliga aylantirishning asosiy usullari:
- Pyezorezistiv prinsip — bosim ta’sirida elektr qarshiligi o‘zgaradi.
- Pyezoelektrik prinsip — mexanik kuch ta’sirida elektr zaryadi hosil bo‘ladi.
- Sig‘imli prinsip — bosim ta’sirida kondensator sig‘imi o‘zgaradi.
- Induktiv prinsip — bosim ta’sirida g‘altak induktivligi o‘zgaradi. Rezonansli prinsip — bosim ta’sirida mexanik rezonator chastotasi o‘zgaradi.

Pyezorezistiv datchiklar keng qo‘llaniladi, sig‘imli datchiklar kichik bosimlarni o‘lchashda samarali, pyezoelektrik datchiklar esa dinamik bosimlarni o‘lchashga mos keladi.

1.3. Sezgirlik va metrologik xususiyatlar

U sensorning bosim o‘zgarishiga javobini ifodalaydi. Ruxsat etish chegarasi — aniqlanishi mumkin bo‘lgan eng kichik bosim o‘zgarishi. U sezgirlik va elektr shovqiniga bog‘liq. Sezgirlikni oshirish yoki shovqinni kamaytirish orqali o‘lchash imkoniyatini yaxshilash mumkin. O‘lchash diapazoni — qurilma to‘g‘ri ishlaydigan bosim oralig‘i. Uning yuqori chegarasi membrana mustahkamligi, quyi chegarasi esa sezgirlik bilan belgilanadi. Aniqlik — o‘lchangan qiymatning haqiqiy qiymatga yaqinligini ifodalaydi va odatda foizda baholanadi. Javob berish vaqti — bosim o‘zgarishiga qurilmaning javob qaytarish tezligi. U membrana xususiyatlari va elektron sxemaga bog‘liq. Xulosa qilib aytganda, bosim o‘zgartirgichining sezgirligini oshirishda shovqin, o‘lchash diapazoni va javob tezligini ham hisobga olish zarur. Maqsad — boshqa xususiyatlarni yomonlashtirmasdan sezgirlikni yaxshilash.

1.4.O’lchov xatolarini tahlil qilish

Bosim o‘zgartirgichlarida o‘lchangan va haqiqiy qiymatlar orasidagi farq o‘lchov xatosi deyiladi. Xatolar GOST 8.401-80 standarti asosida tasniflanadi. Xatolarni ifodalash shakllari: Mutlaq xato — o‘lchangan va haqiqiy qiymatlar farqi. Nisbiy xato — mutlaq xatoning o‘lchangan qiymatga nisbati. Keltirilgan xato — mutlaq xatoning standartlashtirilgan qiymatga nisbati. Qurilmaning aniqlik klassi eng katta keltirilgan xato bilan belgilanadi. Sistematik va tasodifiy xatolar. Sistematik xatolar doimiy yoki qonuniy ravishda o‘zgaradi va kalibrlash orqali tuzatiladi. Tasodifiy xatolar oldindan aytib bo‘lmaydi va bir nechta o‘lchov natijalarini o‘rtacha hisoblash orqali kamaytiriladi. Asosiy

xatolar normal sharoitda, qo‘shimcha xatolar esa harorat kabi tashqi omillar ta’sirida yuzaga keladi.

Chiziqsizlik va gisterezis. Chiziqsizlik — haqiqiy xarakteristikaning to‘g‘ri chiziqdan og‘ishi. Gisterezis esa bir xil bosimda, bosim oshishi va kamayishida chiqish signallarining farqidir. Ular kalibrlash va tuzatish orqali kamaytiriladi. Harorat xatosi. Harorat o‘zgarishi sensorning nol nuqtasi va sezgirligiga ta’sir qiladi. Ayniqsa, past bosimni o‘lchashda bu xatoni harorat kompensatsiyasi orqali kamaytirish.

Kvantlash xatosi. Raqamli o‘zgartirishda uzluksiz signal diskret qiymatlarga aylantiriladi. ADC razryadlari soni oshirilsa, kvantlash xatosi kamayadi va signal-shovqin nisbati har bir qo‘shimcha bit uchun taxminan 6 dB ga ortadi. Xatolarni umumlashtirish. Umumiy xato sistematik xatolarni algebraik qo‘shish, mustaqil tasodifiy xatolarni esa kvadratlar yig‘indisining kvadrat ildizi (RSS) Xatolarni kamaytirishda sistematik xatolar kalibrlash va kompensatsiya, tasodifiy xatolar filtrlash va o‘rtacha hisoblash, kvantlash xatosi esa ADC razryadlarini oshirish orqali kamaytiriladi. Ushbu usullar o‘lchov tizimining aniqligini oshirishga xizmat qiladi.

2-BOB.SEZGIRLIKNI OSHIRISHNING SXEMATEXNIK USULLARI

2.1.Ko’prik sxemalari (Uitston ko’prigi)

Pyezoqarshilikli bosim datchigidan signal olishda Uitston ko‘prigi qo‘llaniladi. U qarshilikning kichik o‘zgarishlarini elektr kuchlanishiga aylantiradi.

Ko‘prikning muvozanat sharti: Muvozanat holatida chiqish kuchlanishi nolga teng bo‘ladi. Bosim ta’sirida qarshilik o‘zgarsa, chiqishda kuchlanish paydo bo‘ladi.

Ko‘prikning bir, ikki yoki to‘rtta yelkasi faol bo‘lishi mumkin. To‘liq ko‘prik chorak ko‘prikka nisbatan sezgirlikni to‘rt baravar oshiradi va chiziqlilikni

yaxshilaydi. Bundan tashqari, ko‘prik harorat o‘zgarishlari ta’sirini qisman kamaytiradi. Biroq chiqish signali kichik bo‘lgani sababli uni kuchaytirish zarur.

Ko‘prikdan olinadigan kichik elektr signalini qayta ishlash uchun operatsion kuchaytirgichlar ishlatiladi. Kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi: Instrumental kuchaytirgich uchta operatsion kuchaytirgichdan tashkil topib, yuqori kirish qarshiligiga ega. U datchik signalini kuchaytiradi va umumiy shovqinlarni kamaytiradi.

Kuchaytirish koeffitsiyentini o‘zgartirish orqali o‘lchash tizimining sezgirligini oshirish mumkin. Ammo kuchaytirish haddan tashqari ortsa, signalning chastota diapazoni torayadi va shovqin ham kuchayadi. Shu sababli kam shovqinli kuchaytirgichlardan foydalanish muhimdir.

Ko‘prikdan olinadigan kichik elektr signalini qayta ishlash uchun operatsion kuchaytirgichlar ishlatiladi. Kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi: Instrumental kuchaytirgich uchta operatsion kuchaytirgichdan tashkil topib, yuqori kirish qarshiligiga ega. U datchik signalini kuchaytiradi va umumiy shovqinlarni kamaytiradi.

Kuchaytirish koeffitsiyentini o‘zgartirish orqali o‘lchash tizimining sezgirligini oshirish mumkin. Ammo kuchaytirish haddan tashqari ortsa, signalning chastota diapazoni torayadi va shovqin ham kuchayadi. Shu sababli kam shovqinli kuchaytirgichlardan foydalanish muhimdir.

Chastotaviy o‘zgartirish usullari

Bosim haqidagi ma’lumotni nafaqat kuchlanish, balki chastota orqali ham uzatish mumkin. Bunda bosim o‘zgarishi elektr tebranishlarining chastotasini o‘zgartiradi.

Asosiy usullar:

Rezonansli datchiklardan foydalanish.

Kuchlanishni chastotaga aylantirish.

Sig‘im datchigini generatorning chastota hosil qiluvchi zanjiriga ulash.

Chastotaviy signal uzoq masofaga uzatishda shovqinlarga nisbatan chidamli bo‘ladi. Chastotani impulslarni sanash orqali aniqlash mumkin. Biroq bunday tizimlar murakkabroq va harorat ta’siriga sezgir bo‘lishi mumkin.

Signallarni raqamli qayta ishlash

O‘lchash tizimining yakuniy bosqichida analog signal raqamli ko‘rinishga aylantiriladi va dasturiy usullar yordamida qayta ishlanadi.

Bosimni yuqori aniqlikda o‘lchash uchun ko‘pincha sigma-delta turidagi analog-raqamli o‘zgartirgich (ARO‘) ishlatiladi. U signalni ortiqcha namunalash va raqamli filtrlash orqali yuqori aniqlikda o‘lchash imkonini beradi.

Raqamli qayta ishlash yordamida shovqin kamaytiriladi, harorat xatolari tuzatiladi va o‘lchash natijalarining aniqligi oshiriladi.

3-BOB. SXEMATEXNIK YECHIMNI ISHLAB CHIQISH VA MODELLASHTIRISH

3.1 O’lchash traktining strukturaviy sxemasi

O’lchash trakti signalni ketma-ket qayta ishlash tamoyili asosida ishlaydi. Piezorezistiv ko‘prik bosimni kichik elektr kuchlanishiga aylantiradi. Instrumental kuchaytirgich signalni 200 marta kuchaytirib, shovqinlarni kamaytiradi. Past chastotali faol filtr signalning chastota diapazonini cheklab, shovqinlarni kamaytiradi. Sigma-delta analog-raqamli o‘zgartirgich signalni raqamli ko‘rinishga o‘tkazadi. Mikrokontroller esa haroratni kompensatsiyalash va raqamli kalibrlash orqali yakuniy natijaning aniqligini oshiradi.

O‘lchash traktining asosiy parametrlari:

Bosim diapazoni: 0–100 kPa.

Ko‘prik qarshiligi: 5 kOm.

Ta’minot kuchlanishi: 5 V.

Ko‘prikning to‘liq diapazondagi chiqish signali: 10 mV.

Sezgirlik: 0,1 mV/kPa.

Kuchaytirish koeffitsiyenti: 200.

Kuchaytirgich shovqini: 10 nV/√Hz.

Past chastotali filtr: 2-tartibli, kesish chastotasi 100 Hz.

Analog-raqamli o‘zgartirgich: 24 bitli sigma-delta turidagi.

Butun o‘lchash traktining kuchlanish bo‘yicha sezgirligi ko‘prik sezgirligi va kuchaytirish koeffitsiyenti ko‘paytmasiga teng.

$S = G \times S0$

$S = 200 \times 0,1 = 20$ mV/kPa

3.2. Ko’prik sxemasini hisoblash

Qarshilikning nisbiy o‘zgarishi 0,2 % bo‘lib, 5 kOm qarshilikda uning qiymati 10 Om ga teng.

$\Delta R = 0,002 \times 5000 = 10$ Om

Ko‘prikning chiqish kuchlanishi:

$Uchiq = 5 \times 0,002 = 0,01$ V = 10 mV

Demak, bosim 100 kPa ga yetganda ko‘prikning chiqish signali 10 mV ni tashkil etadi.

Ko‘prik sezgirligi quyidagicha aniqlanadi:

$S0 = Uchiq / pmax$

$S0 = 10$ mV / 100 kPa = 0,1 mV/kPa

Ko‘prikning chiqish qarshiligi 5 kOm ga teng. Uning 300 K haroratdagi issiqlik shovqini taxminan 9,1 nV/√Hz ni tashkil etadi. Ushbu shovqin o‘lchash tizimining aniqligiga ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biridir.

Demak, hisoblangan shovqin qiymatlari bo‘yicha tizim taxminan 1,4 Pa bosim o‘zgarishini farqlay oladi. Faol filtr shovqinlarni kamaytirib, o‘lchash natijalarining aniqligi va barqarorligini oshiradi.

Xulosa

Hisoblashlar natijasida piezorezistiv ko‘prik, instrumental kuchaytirgich va faol filtrdan tashkil topgan o‘lchash traktining asosiy parametrlari aniqlandi. Ko‘prikning maksimal chiqish signali 10 mV, kuchaytirgich chiqishidagi signal 2 V, umumiy shovqin spektral zichligi esa taxminan 13,5 nV/√Hz ni tashkil etadi. Tanlangan filtr o‘lchash tizimidagi shovqinlarni kamaytirish va signalni raqamli qayta ishlashga tayyorlash imkonini beradi.

Ushbu dissertatsiya ishida bosim o‘zgartirgichlarining sezgirligini sxemotexnik usullar yordamida oshirish masalasi o‘rganildi.

1. Bosim o‘zgartirgichlarining ishlash prinsipi va sezgirlikni oshirish usullari tahlil qilindi. Sezgirlikni oshirishda sezgir element konstruksiyasi va signalni qayta ishlash sxemalari muhimligi aniqlandi.

2. Sezgirlikni oshirish uchun to‘liq ko‘prik sxemasi, kam shovqinli kuchaytirgich, faol filtrlash va raqamli harorat kompensatsiyasi kabi usullar ko‘rib chiqildi. To‘liq ko‘prik sxemasi sezgirlikni chorak ko‘prikka nisbatan 4 baravar oshirishi ko‘rsatildi.

3. Shovqinlarni kamaytirish va o‘lchash aniqligini oshirish tamoyillari asoslandi. O‘lchash tizimining aniqligi asosan manbaning issiqlik shovqiniga bog‘liqligi aniqlandi.

4. Sezgirligi 20 mV/kPa, sezgirlik chegarasi 1,4 Pa va dinamik diapazoni 97 dB bo‘lgan o‘lchash tizimi ishlab chiqildi.

5. Raqamli harorat kompensatsiyasi yordamida −40 dan +85 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida xatolikni 0,1 % darajasida saqlash imkoniyati ko‘rsatildi.

6. Olingan natijalar MATLAB dasturida modellashtirish orqali tekshirildi.

7. Ishning amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilgan usullar sanoat va o‘lchash

tizimlari uchun yuqori sezgirlikka ega bosim datchiklarini ishlab chiqishda qo‘llanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Meng Q., Lu Y., Wang J., Chen D., Chen J. Pyezorezistorlarning joylashuvi va qalinligi optimallashtirilgan pyezorezistiv bosim datchigi // Micromachines. — 2021. — 12-jild, 9-son. — 1095-maqola.
2. Barlian A. A., Park W.-T., Mallon J. R., Rastegar A. J., Pruitt B. L. Mikrotizimlar uchun yarimo‘tkazgichlarning pyezorezistiv xususiyati: sharh // Proceedings of the IEEE. — 2009. — 97-jild, 3-son. — B. 513–552.
3. Pallás-Areny R., Webster J. G. Datchiklar va signallarni moslashtirish. — 2-nashr. — Nyu-York: John Wiley & Sons, 2001. — 587 b.
4. Fiorillo A. S., Critello C. D., Pullano S. A. Pyezorezistiv datchiklarning nazariyasi, texnologiyasi va qo‘llanilishi: sharh // Sensors and Actuators A: Physical. — 2018. — 281-jild. — B. 156–175
5. Bannikoppa S., Katageri A. C., Balavalad K. B., Sheeparamatti B. G. Sezgirligi oshirilgan pyezorezistiv bosim datchigini loyihalash // 2016-yilgi energiya samarador texnologiyalar bo‘yicha xalqaro konferensiya (ICEETS). — Nagercoil: IEEE, 2016. — B. 706–710.
6. Van der Ziel A. Qattiq jismli qurilmalar va elektron sxemalardagi shovqinlar. — Nyu-York: John Wiley & Sons, 1986. — 306 b.
7. Fraden J. Zamonaviy datchiklar qo‘llanmasi: fizikasi, tuzilishi va qo‘llanilishi. — 4-nashr. — Nyu-York: Springer, 2010. — 663 b.
8. Johnson J. B. O‘tkazgichlarda elektr zaryadlarining issiqlik harakati // Physical Review. — 1928. — 32-jild, 1-son. — B. 97–109.
9. Nyquist H. O‘tkazgichlarda elektr zaryadlarining issiqlik harakati // Physical Review. — 1928. — 32-jild, 1-son. — B. 110–113.

10. Kitchin C., Counts L. O‘lchov kuchaytirgichlarini loyihalash bo‘yicha qo‘llanma. — 3-nashr. — Norvud: Analog Devices, 2006. — 122 b.

11. Sallen R. P., Key E. L. RC faol filtrlarini loyihalashning amaliy usuli // IRE Transactions on Circuit Theory. — 1955. — 2-jild, 1-son. — B. 74–85.

12. Lee K.-Y. va boshqalar. 180 nm CMOS texnologiyasida pyezorezistiv bosim datchigi uchun polinomga asoslangan yuqori aniqlikdagi raqamli harorat kompensatsiyasi // Sensors. — 2020. — 20-jild, 18-son. — 5256-maqola.

13. Smith C. S. Germaniy va kremniyda pyezorezistiv effekt // Physical Review. — 1954. — 94-jild, 1-son. — B. 42–49.

14. Eaton W. P., Smith J. H. Mikromexanik usulda tayyorlangan bosim datchiklari: sharh va so‘nggi ishlanmalar // Smart Materials and Structures. — 1997. 6-jild, 5-son. — B. 530–539.

15. ГОСТ 22520–85. Elektr analog chiqish signallariga ega bosim, siyraklanish va bosimlar farqi datchiklari. Umumiy texnik shartlar. — Moskva: Standartlar nashriyoti, 1985.