



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



KONTAKTLI SATH O'LCHASH USULLARI

Matyakubova Paraxat Mayliyevna

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ,
Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish
kafedrası mudiri, Texnika fanlari doktori, professor
E-mail: P.matyakubova@tdtu.uz; Tel: +998712466211*

Yaxshiyeva Nigina Akrom qizi

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, 2-kurs magistranti
E-mail: nnniginayaxshiyeva@gmail.uz; Tel: +998770059703*

Annotatsiya

Ushbu maqolamizda kontaktli sath o'lchash usullari haqida umumiy ma'lumotlar keltirib o'tilgan. Bugungi kunda zamonaviy usullar asosida ishlar olib borilmoqda. Shu sababli zamonaviy sath o'lchagichlarning ishlash prinsiplari ham keltirib o'tilgan. Hamda sath o'lchagichlardan foydalanish sohalari va ularning qisqacha tavsiflari ham keltirilgan. Kontaktli sath o'lchash usullari hozirgi zamon texnologik jarayonlarda suyuqlik va boshqa moddalar miqdorini aniq belgilashda muhim o'rin tutmoqda. Bunday usullar o'lchov elementining bevosita nazorat qilinayotgan muhit bilan jismoniy aloqada bo'lishiga asoslanadi. Asosiy kontaktli usullar qatoriga poplavkali (suzuvchi), sig'imli (emkostli), gidrostatik va buykoviy o'lchagichlar kiradi. Har bir usul o'zining ish prinsipi, aniqlik darajasi va qo'llanilish sohasi bilan farqlanadi. Kontaktli sath o'lchash tizimlari oddiy tuzilishiga qaramay, aniq, ishonchli va iqtisodiy samarali natijalarni ta'minlaydi. Biroq ularning asosiy kamchiligi – sezgir elementning o'lchanayotgan muhit bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqa qilishi tufayli korroziya, ifloslanish yoki yopishish xavfi mavjudligidir. Shu sababli ularni tanlashda ishchi muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlarini hisobga olish muhimdir.

Kalit so'zlar: *Kontaktli sath o'lchash usullari, Poplavkali sath o'lchagichlar, Sig'imli o'lchagichlar, Hidrostatik o'lchagichlar, Buykoviy o'lchagichlar, Arximed qonuni, Radarli sath o'lchagichlar, Ultratovushli sath o'lchagichlar.*

Kontaktli sath o'lchash usullari

Suzuvchi (poplavokli) sath o'lchagichlar

Suzuvchi usulda sath indikator sifatida poplavok (suzuvchi element) xizmat qiladi. Sezgir elementdan ma'lumot uzatish uchun turli aloqa turlari qo'llaniladi. Odatda poplavok magnit bilan jihozlanadi va o'lchash trubkasiga joylashtiriladi yoki yo'naltiruvchi sterjen bo'ylab harakatlanadi. Magnit reostatning harakatlanuvchi qismini tortib, qarshilikning o'zgarishini elektr signaliga aylantiradi.

Bu signal nafaqat vizual nazoratni, balki masofadan turib ma'lumot uzatish va avtomatlashtirilgan tizimga ulash imkonini ham beradi.





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



Ba'zi poplavokli o'lchagichlar magnitostriksion effekt asosida ishlaydi. Bunday o'lchagichlarda sterjen ichida to'lqin uzatuvchi sim joylashgan bo'lib, unga impulsli tok beriladi. Magnit maydon ta'sirida hosil bo'lgan to'lqin sterjen bo'ylab yuqoriga harakatlanadi va piezoelement yordamida qayd etiladi. Qurilma impulsning tarqalish vaqtini tahlil qilib, chiqish signaliga aylantiradi.

Gerkonli (magnit kontaktli) o'lchagichlarda yo'naltiruvchi sterjen ichida magnit yordamida yopiladigan kontaktlar zanjiri mavjud bo'ladi. Bunda o'lchash aniqligi taxminan 5 mm dan kam emas.

Suzuvchi usul ko'p hollarda suyuqliklar sathini o'lchashda muvaffaqiyatli qo'llaniladi. Asosiy qo'llanilish sohalari — yoqilg'i, moy, yengil neft mahsulotlari sathini nazorat qilish (kichik sig'imlar yoki sisternalarda).

Ishchi muhit parametrlari:

Harorat: $-40...+120$ °C

Bosim: 2 MPa gacha (ba'zan 0,6 MPa gacha bo'lgan elastik sezgir elementlar uchun)

Muhit zichligi: 0,5...1,5 g/sm³

O'lchash diapazoni: 25 m gacha

Aniqlik: $\pm 1...5$ mm

Ushbu usul yopishqoq yoki cho'kindi hosil qiluvchi suyuqliklar uchun mos emas, chunki ular poplavokka yopishib, uning harakatiga xalaqit berishi mumkin. Shu sababli bunday muhitlarda kontaktli sezgir element ishlamay qoladi.



Sig'imli (kapasitiv) sath o'lchagichlar

Sig'imli usul eng oddiy va arzon o'lchash usullaridan biridir. Bu usul 1,5 μ m gacha bo'lgan aniqlikni ta'minlaydi va juda keng ishlatiladi. Asosiy tamoyil — dielektrik sig'imning o'zgarishini o'lchash.

Qurilma elektrodlar orasidagi sig'imni aniqlaydi: sath o'zgarganda suyuqlik va havo o'rtasidagi dielektrik koeffitsient farqi tufayli sig'im ham o'zgaradi. Olingan signal elektr kuchlanishiga aylantirilib, sath qiymatini aniqlashga yordam beradi.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



Bu usul turli suyuqliklar va kukunsimon materiallar uchun ham qo'llaniladi, ammo o'lchash aniqligi ko'p jihatdan sezgir elementning joylashuvi va rezervuar shakliga bog'liq bo'ladi.

Sig'imli (kapasitiv) sath o'lchagichlarning sezgir elementi

Sig'imli sath o'lchagichning sezgir elementi — kondensator bo'lib, uning plastinkalari o'lchanayotgan muhitga tushirilgan bo'ladi. Qurilma ikki konsentrik truba shaklida yoki bitta sterjen ko'rinishida tayyorlanadi. Ikkinchi plastinka vazifasini idishning metall devori bajaradi.

Agar o'lchanayotgan suyuqlik elektr o'tkazuvchan bo'lsa, sezgir element izolyatsion qoplama (masalan, ftoroplast) bilan qoplanadi.

Suyuqlik sathi o'zgarganda kondensatorning sig'imi ham o'zgaradi, bu esa elektr signaliga aylantiriladi.

Sig'imli datchiklarning ishlash sharoitlari:

Harorat: $-40\dots+200$ °C

Bosim: 2,5 MPa gacha

O'lchash masofasi: 3 m gacha (trosli turlarda 30 m gacha)

Gidrostatik sath o'lchash usuli

Gidrostatik sath o'lchagichlar suyuqlik ustunining bosimini o'lchab, uni sath qiymatiga aylantiradi. Chunki gidrostatik bosim suyuqlikning sathi va zichligiga bog'liq, lekin idish shakli yoki hajmiga bog'liq emas.

Bu o'lchagichlar differensial bosim datchiklari bo'lib, ularning bir kirish joyi suyuqlikka ulanadi, ikkinchisi esa atmosferaga (ochiq idishlarda) yoki ortiqcha bosim zonasiga (yopiq idishlarda) ulanadi.

Suyuqlik sathi o'zgarganda membrana siqiladi yoki kengayadi, bu esa chiqish signalini o'zgartiradi.

Gidrostatik o'lchagichlarning qo'llanishi:

Bir jinsli suyuqliklar uchun;

Ishchi muhit harakati kuchli bo'lmagan joylarda;

O'lchash diapazoni: 250 kPa gacha (taxminan 25 m suv ustuni);

Aniqlik: 0,1% gacha;

Bosim: 10 MPa gacha;

Harorat: $-40\dots+120$ °C.

Bu o'lchagichlar yopishqoq suyuqliklar va pastalar uchun ham mos. Ularning afzalligi — yuqori aniqlik, arzonlik va oddiy tuzilish.

Suyuq jismda suzuvchi (buykoviy) sath o'lchagichlar

Bu usulda sath Arximed qonuniga asoslanadi — suyuqlikka botgan buyek (suzuvchi jism)ga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi ko'taruvchi kuch aniqlanadi.

Buyekning harakat kuchi shunchaki sath o'zgarishiga proporsional bo'ladi. Bu kuch tenzodatchik yoki induktiv o'lchagich orqali o'lchanib, elektr signaliga aylantiriladi.

Asosiy texnik ko'rsatkichlar:





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



O'lchash diapazoni: 10 m gacha (suyuqlik harorati $-50...+120$ °C da)
Ish harorati: 120...400 °C (maxsus issiqlikka chidamli modellar uchun)
Bosim: 2 MPa gacha
Aniqlik: 0,25...1,5%
Suyuqlik zichligi: 0,4...2 g/sm³

Buykoviy sath o'lchagichlar

Bu usulda o'lchash Arximed qonuniga asoslanadi — suyuqlikka botirilgan buyek (suzuvchi jism)ga ta'sir etuvchi ko'taruvchi kuch o'lchanadi. Ushbu kuch suyuqlik sathining o'zgarishiga proporsional bo'ladi.

Buyek harakatidan hosil bo'lgan kuch tenzodatchik yoki induktiv o'zgartkich orqali elektr signaliga aylantiriladi.

Texnik xususiyatlari:

O'lchash diapazoni: 10 m gacha
Ish harorati: $-50...+120$ °C
Maxsus modellar: 120...400 °C (issiqlikka chidamli turlar)
Ish bosimi: 20 MPa gacha
Aniqlik: 0,25...1,5 %
Suyuqlik zichligi: 0,4...2 g/sm³

Buykoviy o'lchagichlar ko'pincha ikki suyuqlik fazasi orasidagi sathni aniqlashda qo'llaniladi. Shuningdek, ular doimiy sathda suyuqlik zichligini aniqlash uchun ham ishlatiladi.

Ultratovushli sath o'lchagichlar

Ultratovushli o'lchagichlar suyuqlik sathini kontaktga kirmasdan aniqlaydi. Ularning aniqligi suyuqlikning elektr yoki fizik xossalariga (dielektrik, o'tkazuvchanlik, zichlik, namlik) bog'liq emas.

Ular ultratovush to'lqinining sensordan chiqib, suyuqlik sathiga urilib qaytish vaqtini o'lchash orqali sathni hisoblaydi.

Ishlash shartlari:

Suyuqlik sathi tinch bo'lishi kerak (qaynash yoki aralashish holatida ishlamaydi)
Ichki bosim bilan yuklangan kriostatlarda qo'llanilmaydi
Harorat: $-50...+170$ °C

Bosim: 4 MPa gacha

O'lchash diapazoni: 0,4 m dan 30 m gacha

O'lchash xatosi: $\pm 0,5$ % dan ortiq emas

Ultratovushli usulning afzalligi — kontakt bo'lmasligi, kam energiya sarfi va agressiv muhitda ishlash imkoniyati.

Radar (mikroto'lqinli) sath o'lchagichlar.





Radarli (mikroto‘lqinli) sath o‘lchagichlar — eng murakkab, ammo eng aniq va ishonchli o‘lchov qurilmalardir.

Ular suyuqlik yoki material sathigacha bo‘lgan masofani mikroto‘lqinli elektromagnit nurlanish yordamida o‘lchaydi. Signal sathdan qaytadi va vaqt bo‘yicha sath masofasi hisoblanadi.

Hozirda ikkita radar texnologiyasi keng qo‘llanadi:

1. Impulsi radarlar
2. FMCW (chastotasi modulyatsiyalangan to‘lqin) texnologiyasi

Radar o‘lchagichlarning afzalliklari:

Juda yuqori aniqlik

Har xil bosim va haroratlarda ishlash imkoniyati

Suyuqlik, kukun, granulali moddalarda ham ishlay oladi

Kontakt bo‘lmagan, xavfsiz o‘lchov

Radar (mikroto‘lqinli) sath o‘lchagichlar

Mikroto‘lqinli radarli sath o‘lchagichlar — eng murakkab, yuqori texnologiyali sath o‘lchov vositalaridan biridir. Ular sathni aniqlash uchun elektromagnit to‘lqinlarni yuborish va qaytgan signalni tahlil qilish prinsipi asosida ishlaydi.

1. Impulsi radarlar

Bu turdagi o‘lchagichlar impuls rejimida ishlaydi — ya’ni, qisqa elektromagnit impulslar yuboriladi va ular sathdan qaytgach, vaqt kechikishi bo‘yicha masofa hisoblanadi.

Asbob to‘lqin chiqish va qaytish vaqtini o‘lchab, sathgacha bo‘lgan masofani aniqlaydi.

2. FMCW radarlar

FMCW turidagi radarlar uzluksiz signal yuboradi, lekin signal chastotasi chiziqli ravishda o‘zgarib turadi. Shu signalning qaytgan varianti bilan farqi tahlil qilinadi.

Ushbu farq to‘lqinlarning qaytish vaqtiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. O‘lchov natijalari matematik va dasturiy algoritmlar yordamida aniqlik bilan qayta ishlanadi.

Texnik xususiyatlari:

Ish chastotasi diapazoni: 5,8 dan 26 GHz gacha



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



Yuqori chastotali “nurlanish” qisqa to‘lqin uzunligiga ega, bu esa kuchli va aniq qaytgan signalni ta’minlaydi

Kam dielektrik o‘tkazuvchanlikka ega muhitlarda ham ishlay oladi

Agressiv, yuqori haroratli yoki bosimli muhitlar uchun mosligi bilan ajralib turadi.

XULOSA

Har qanday sath o‘lchash usuli — texnologiyaning rivojlanishi bilan doimiy takomillashib boruvchi o‘lchov texnikasining bir ko‘rinishidir.

Kontaktli sath o‘lchash usullari hozirgi zamon texnologik jarayonlarda suyuqlik va boshqa moddalar miqdorini aniq belgilashda muhim o‘rin tutadi. Bunday usullar o‘lchov elementining bevosita nazorat qilinayotgan muhit bilan jismoniy aloqada bo‘lishiga asoslanadi.

Asosiy kontaktli usullar qatoriga poplavkali (suzuvchi), sig‘imli (emkostli), gidrostatik va buykoviy o‘lchagichlar kiradi. Har bir usul o‘zining ish prinsipi, aniqlik darajasi va qo‘llanilish sohasi bilan farqlanadi.

Poplavkali sath o‘lchagichlar suyuqlik sathini magnitli yoki mexanik aloqa orqali o‘lchaydi. Ular oddiy, ishonchli va keng qo‘llaniladigan tizimlardandir.

Sig‘imli o‘lchagichlar elektr sig‘imining o‘zgarishiga asoslanadi va o‘tkazuvchi hamda dielektrik suyuqliklar uchun qo‘llanadi. Ular yuqori sezuvchanlik va barqarorlikka ega.

Gidrostatik o‘lchagichlar suyuqlik ustunining bosimini o‘lchab, sathni aniqlaydi. Ushbu usul bir jinsli va statik suyuqliklar uchun juda qulay bo‘lib, aniqligi yuqori va konstruktiviyasi sodda. Buykoviy o‘lchagichlar Arximed qonuniga asoslanadi va zich suyuqliklarda yoki ikki fazali muhitlarda sathni o‘lchashda samarali hisoblanadi. Kontaktli sath o‘lchash tizimlari oddiy tuzilishiga qaramay, aniq, ishonchli va iqtisodiy samarali natijalarni ta’minlaydi. Biroq ularning asosiy kamchiligi – sezgir elementning o‘lchanayotgan muhit bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqa qilishi tufayli korroziya, ifloslanish yoki yopishish xavfi mavjudligidir. Shu sababli ularni tanlashda ishchi muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlarini hisobga olish muhimdir.

Umuman olganda, kontaktli sath o‘lchash usullari sanoatning ko‘plab tarmoqlarida – neft-gaz, kimyo, oziq-ovqat, suv ta’minoti va energetika sohalarida o‘zining aniqligi, soddaligi va ishonchiligi bilan hozir ham dolzarbligini saqlab qolmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. P.M.Matyaqubova, Sh.M.Masharipov, X.Sh.Jabborov. “Fan va texnikada o‘lchashlar noaniqligi”, o‘quv qo‘llanma, Toshkent-2021
2. A.A.Abduraxmanov. “Fan va texnikada o‘lchashlar noaniqligi”, Darslik, Jizzax-2022
3. F.M.Israilov. “O‘lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlash”. Darslik, Jizzax-2022
4. N.R.Yusupbekov. “Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish”. Darslik .1997-y.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



5. Alijonov Xabibullo Avazbek o'g'li, "Termoplast avtomat moshinalarni tayyor maxsulotni olish jarayonini avtomatlashtirish", INNOVATIONS IN TECHNOLOGY AND SCIENCE EDUCATION, ISSN 2171-381X .2023

6. U.A.Shoazimova. "Metrologiya va standartlashtirish".
Darslik.Toshkent.2019-y.

7. U.A.Maxmonov, A.M.Tursunov, Sh.Sh.Mirzaxodjayev. "Metrologiya va nazorat o'lchov asboblari fanidan o'quv qo'llanma".Toshkent.2013-y.

8. P.I.Kalandarov, G.I.I. "Metrologiya asoslari". Darslik, Toshkent-2024

9. O'zDST 8.010.4.

10. Ilmiybaza.uz

