TEXNOLOGIK JARAYONLARDA SUYUQLIK SARFINI O‘LCHOVCHI ELEKTROMAGNIT O‘ZGARTIRGICHLAR TAHLILI

Usmonov Amon Kozim o‘g‘li
NDKU Energetika - avtomatika fakulteti, 2-bosqich magistranti.
Rahbar: Ataullayev A.O

Annotatsiya. *Texnologik jarayonlarda suyuqlik sarfini aniq va uzluksiz o‘lchash avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining muhim vazifalaridan biridir. Ushbu ishda elektr o‘tkazuvchi suyuqliklar sarfini o‘lchashda qo‘llaniladigan elektromagnit o‘zgartirgichlarning ishlash prinsipi, tarkibiy qismlari, asosiy texnik ko‘rsatkichlari va qo‘llash shartlari tahlil qilindi. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga asoslangan o‘lchash usuli ko‘rib chiqilib, quvur diametri va oqim tezligining o‘lchash signaliga ta’siri hisobiy misol orqali baholandi. Shuningdek, zamonaviy elektromagnit sarf o‘lchagichlarning aniqligi, suyuqlik elektr o‘tkazuvchanligiga qo‘yiladigan talablar, bosim yo‘qotishining pastligi va agressiv yoki suspenziyali muhitlarda ishlash imkoniyatlari solishtirildi. Hisobiy natijalar elektromagnit o‘zgartirgichlar suv, oqova suv, kimyoviy eritmalar va boshqa elektr o‘tkazuvchi suyuqliklar uchun samarali ekanini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *elektromagnit sarf o‘lchagich, elektromagnit o‘zgartirgich, suyuqlik sarfi, Faradey qonuni, elektromagnit induksiya, elektr o‘tkazuvchanlik, oqim tezligi, o‘lchash aniqligi, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari.*

DOLZARBLIK VA MAQSAD

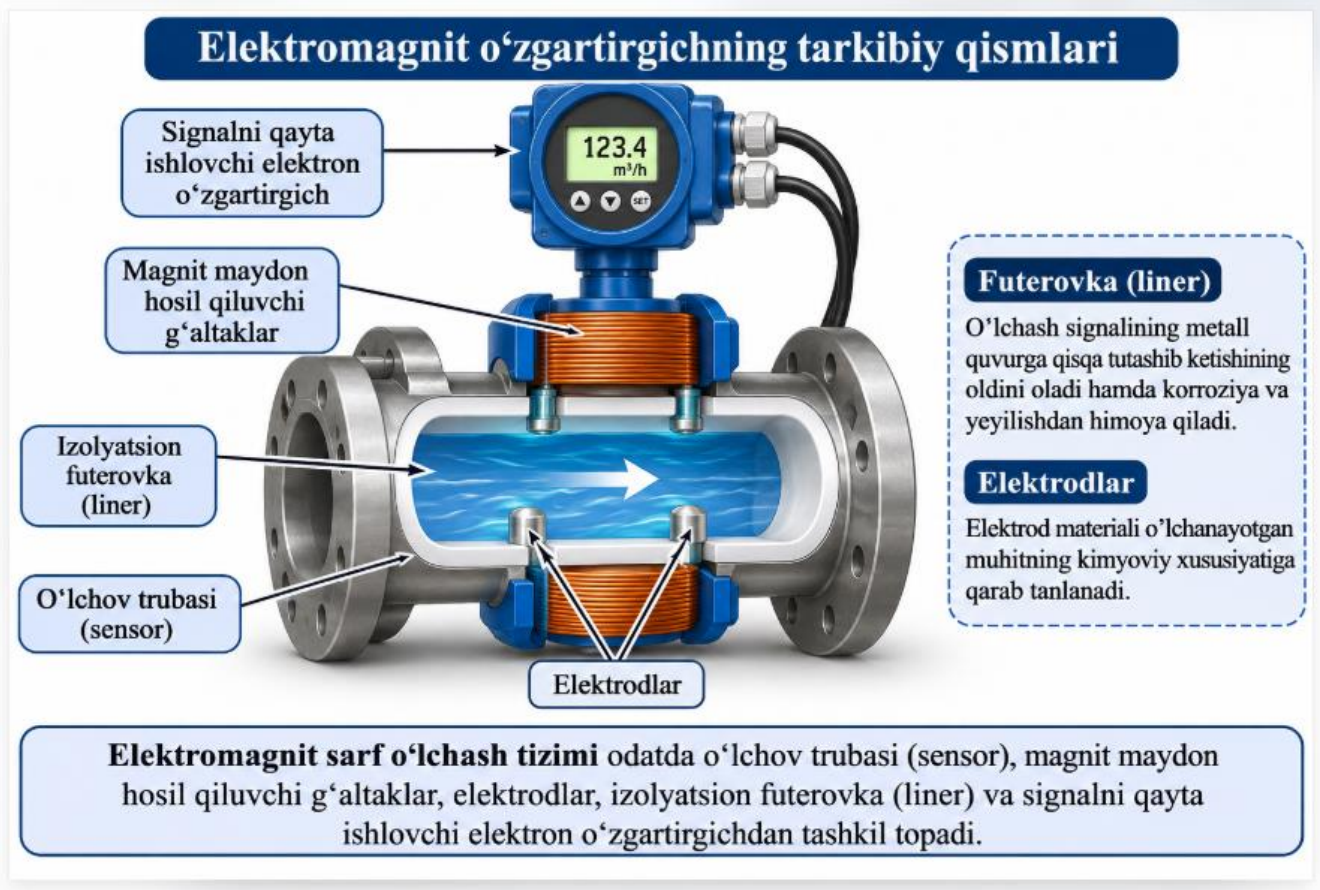
Texnologik qurilmalarda suyuqlik sarfini nazorat qilish xomashyo va energiya sarfini boshqarish, texnologik rejimni barqaror saqlash hamda mahsulot sifatini ta’minlash uchun zarur. Elektromagnit sarf o‘lchagichlar mexanik harakatlanuvchi qismlarga ega emasligi, o‘lchanayotgan oqim yo‘lida qo‘shimcha to‘siq hosil qilmasligi va turli sanoat muhitlarida ishlashi bilan ajralib turadi. Ishning maqsadi — elektromagnit o‘zgartirgichlarning ishlash prinsipini tushuntirish, asosiy texnik omillarni tahlil qilish va hisobiy misol orqali ularning o‘lchash imkoniyatlarini baholash.

Elektromagnit o‘zgartirgichning ishlash prinsipi.

Elektromagnit sarf o‘lchagichning ishlashi Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga asoslanadi. Elektr o‘tkazuvchi suyuqlik magnit maydoni orqali harakatlanganda elektrodlar orasida oqim tezligiga proporsional bo‘lgan elektromotor kuch hosil bo‘ladi. Sensor quvurining ikki tomonida joylashgan g‘altaklar magnit maydonni hosil qiladi, elektrodlar esa hosil bo‘lgan juda kichik kuchlanishni qabul qiladi. O‘lchangan signal elektron o‘zgartirgichda qayta ishlanib, hajmiy sarf qiymatiga aylantiriladi.

Faradey qonunining sarf o‘lchashdagi soddalashtirilgan ko‘rinishi $E = k \cdot B \cdot D \cdot v$ bilan ifodalanadi. Bu yerda E — elektrodlar orasidagi induksiyalangan kuchlanish, k — konstruktiv va kalibrlash koeffitsiyenti, B — magnit induksiya, D — elektrodlar orasidagi masofa, v — suyuqlikning o‘rtacha oqim tezligi. Hajmiy sarf esa $Q = v \cdot A$, quvur kesim yuzasi $A = \pi D^2/4$ bo‘lgani sababli $Q = v \cdot \pi D^2/4$ ko‘rinishida aniqlanadi. Demak, magnit maydon va elektrodlar geometriyasi barqaror bo‘lsa, chiqish signali oqim tezligiga, oqim tezligi esa hajmiy sarfga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.

Elektromagnit sarf o‘lchash tizimi odatda o‘lchov trubasi (sensor), magnit maydon hosil qiluvchi g‘altaklar, elektrodlar, izolyatsion futerovka (liner) va signalni qayta ishlovchi elektron o‘zgartirgichdan tashkil topadi. Futerovka o‘lchash signalining metall quvurga qisqa tutashib ketishining oldini oladi hamda korroziya va yeyilishdan himoya qiladi. Elektrod materiali o‘lchanayotgan muhitning kimyoviy xususiyatiga qarab tanlanadi.



1-rasm.

HISOBIY TAJRIBA SHARTLARI

Hisobiy tahlil uchun ichki diametri D = 100 mm bo‘lgan quvur qabul qilindi. Magnit induksiya B = 0,10 T, konstruktiv koeffitsiyent k = 1 va suyuqlikning o‘rtacha tezligi 0,5; 1; 2 va 3 m/s qiymatlarda olindi. Suyuqlik elektr o‘tkazuvchi deb qabul qilindi. Hisoblash real obyekt sinovi emas, balki elektromagnit o‘zgartirgichning asosiy parametrlar o‘zgarishiga sezgirligini ko‘rsatadigan nazariy-hisobiy tajribadir.

HISOBLASH NATIJALARI

Quvur kesim yuzasi $A = \pi \cdot 0{,}1^2/4 = 0{,}007854$ m². Masalan, v = 2 m/s bo‘lganda $Q = 2 \cdot 0{,}007854 = 0{,}015708$ m³/s = 56,55 m³/soat. Shu rejimda induksiyalangan signalning soddalashtirilgan qiymati $E = 1 \cdot 0{,}10 \cdot 0{,}10 \cdot 2 = 0{,}020$ V, ya’ni 20 mV bo‘ladi. Tezlik oshishi bilan E va Q bir vaqtda chiziqli ravishda ortadi, quvur diametri o‘zgarsa esa Q kesim yuzasi sababli kvadratik bog‘liqlik bilan o‘zgaradi.

ANIQLIKKA TA’SIR QILUVCHI OMILLAR

O‘lchash aniqligiga suyuqlikning elektr o‘tkazuvchanligi, elektrodlarning holati, futerovkaning mosligi, magnit maydon barqarorligi, oqim profilining buzilishi, tashqi elektromagnit shovqin va sensorning to‘g‘ri yerga ulanishi ta’sir qiladi. Zamonaviy qurilmalarda ikki chastotali qo‘zg‘atish, raqamli signalni qayta ishlash va diagnostika funksiyalari shovqin ta’sirini kamaytirishga yordam beradi. Suyuqlikning elektr o‘tkazuvchanligi qurilma modeliga mos bo‘lishi shart; ayrim zamonaviy modellar uchun minimal qiymat 20 µS/cm atrofida, boshqa modellar esa 5 µS/cm gacha bo‘lgan muhitlarda ishlashi mumkin.

Oqim tezligi, m/s	Kesim yuzasi, m²	Sarf, m³/soat	Induksiyalangan signal, mV
0.5	0.007854	14.14	5.0
1.0	0.007854	28.27	10.0
2.0	0.007854	56.55	20.0
3.0	0.007854	84.82	30.0

1-jadval. Elektromagnit sarf o‘lchagichlarning qiyosiy tahlili

NATIJALAR TAHLILI

Hisoblashdan ko‘rinadiki, D = 100 mm quvurda oqim tezligi 0,5 m/s dan 3 m/s gacha oshganda sarf 14,14 m³/soatdan 84,82 m³/soatgacha o‘zgaradi. Induksiyalangan signal esa soddalashtirilgan modelda 5 mV dan 30 mV gacha ortadi. Shunday qilib, elektromagnit o‘zgartirgichning asosiy o‘lchash zanjiri oqim tezligi bilan chiziqli bog‘langan. Past tezliklarda bir xil absolyut signal xatosi nisbiy xatoni kattalashtirishi mumkin; shu sababli qurilmani tanlashda o‘lchash diapazoni va minimal tezlik alohida hisobga olinadi. Elektromagnit usulning yana bir muhim afzalligi — quvur ichida harakatlanuvchi mexanik qismlar bo‘lmagani uchun bosim yo‘qotishining juda kichik bo‘lishidir.

XULOSA

Texnologik jarayonlarda elektr o‘tkazuvchi suyuqliklar sarfini o‘lchash uchun elektromagnit o‘zgartirgichlar ishonchli va amaliy yechim hisoblanadi. Ularning ishlash prinsipi Faradey qonuniga asoslanib, hosil bo‘ladigan kuchlanish suyuqlik oqim tezligiga proporsional bo‘ladi. Hisobiy tahlilda D = 100 mm quvur uchun oqim tezligi 2 m/s bo‘lganda sarf 56,55 m³/soat va soddalashtirilgan induksiyalangan signal 20 mV ekani aniqlandi. Qurilmani amaliy tanlashda suyuqlikning elektr o‘tkazuvchanligi, harorati, bosimi, kimyoviy agressivligi, zarrachalar mavjudligi, quvur diametri va talab qilinadigan aniqlik birgalikda baholanishi kerak. To‘g‘ri tanlangan futerovka va elektrod materiali, barqaror signal qayta ishlash hamda diagnostika funksiyalari o‘lchash ishonchliligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Qurbonov A.M.** Sanoatda o‘lchash asboblari va tizimlari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 256 b.

2. **Abdullaev B.I.** Texnologik jarayonlarda o‘lchash va nazorat vositalari. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2020. – 198 b.

3. **Зуфаров З.М., Рахмонов Ж.Т.** Суюқлик ва газларнинг оқимини ўлчаш усуллари. – Тошкент: O‘qituvchi, 2018. – 210 б.

4. **Endress+Hauser.** Proline Promag elektromagnit oqim o‘lchagichlari: texnik ma’lumotnoma. – 2022.

5. **Siemens AG.** MAG 5100W Electromagnetic Flow Sensor: User Manual. – Germany: Siemens Industrial, 2021.

6. **Альшиц В.И.** Контроль и измерение параметров технологических процессов. – Москва: Машиностроение, 2017. – 276 с.

7. **Lipták B.G.** Instrument Engineers' Handbook. Vol. 1: Process Measurement and Analysis. – CRC Press, 2003. – 928 p.

8. **Khan M.A., Zubair S.M.** Flow Measurement Techniques in Industrial Processes // Journal of Instrumentation Technology. – 2021. – Vol. 45, № 3. – P. 123–130.

9. **O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Fan va texnologiyalar agentligi.** Ilmiy-texnik loyihalarni rasmiylashtirish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar. – Toshkent, 2023.