HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

# MASHINASOZLIK AGREGATLARINING TEXNIK HOLATINI YARIMO‘TKAZGICHLI SENSORLAR YORDAMIDA KO‘P PARAMETRLI DIAGNOSTIKA QILISH USULI

**Toshmatova Ziroatxon Esonovna**
Fizika-astronomiya fani katta o‘qituvchisi
Qo’qon shahar 1-son texnikumi
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.22931395

**Annotatsiya:** Maqolada mashinasozlik agregatlarining texnik holatini erta aniqlash uchun yarimo‘tkazgichli sensorlardan foydalanishga asoslangan ko‘p parametrli diagnostika usuli taklif etiladi. Tadqiqotning asosiy g‘oyasi agregatning mexanik tebranishi, harorati va deformatsiyasini bir vaqtning o‘zida nazorat qilish hamda ushbu parametrlarning o‘zgarishi asosida texnik holatni baholashdan iborat. Yarimo‘tkazgichli piezorezistiv sensorning mexanik deformatsiyani elektr qarshilik o‘zgarishiga aylantirish xususiyati diagnostik signalni shakllantirishning fizik asosi sifatida qaraladi. Tadqiqotda sensorlarni mashina korpusi, podshipnik uzeli va aylanuvchi mexanizm yaqinida joylashtirish modeli ishlab chiqilgan. Tebranish va harorat signallarini birgalikda tahlil qilish orqali agregatning normal, ogohlantiruvchi va diagnostik nazorat talab qiluvchi holatlarini ajratish imkoniyati asoslanadi. Maqolada diagnostika tizimining funksional sxemasi, matematik ifodalar va tajriba metodikasi keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** mashinasozlik agregati, texnik diagnostika, yarimo‘tkazgichli sensor, piezorezistiv effekt, deformatsiya, tebranish, harorat, monitoring, diagnostik signal, ko‘p parametrli diagnostika.

**KIRISH** Mashinasozlik korxonalarida mashina va agregatlarning uzluksiz hamda ishonchli ishlashi ishlab chiqarish samaradorligining muhim shartlaridan biridir. Ishlash jarayonida podshipniklarning yeyilishi, valning nomarkazligi, mexanik birikmalarning bo‘shashi, ishqalanishning ortishi va boshqa nuqsonlar agregatning fizik parametrlarini o‘zgartiradi.

Bunday o‘zgarishlar dastlab kichik bo‘lishi mumkin. Biroq vaqt o‘tishi bilan ular tebranishning ortishi, haroratning ko‘tarilishi va mexanik deformatsiyaning kuchayishi kabi belgilar orqali namoyon bo‘ladi. Mashinalarning tebranishini o‘lchash va baholash uchun ISO 20816 standartlar oilasi qo‘llaniladi. ISO 20816-1 mashinalarning aylanuvchi va aylanuvchi bo‘lmagan qismlaridagi tebranishni o‘lchash va baholashning umumiy tamoyillarini belgilaydi hamda siljish, tezlik va tezlanish kabi asosiy tebranish kattaliklarini ko‘rsatadi. ISO 20816-3:2022 esa 15 kW dan yuqori quvvatga ega va 120–30 000 ayl/min oralig‘ida ishlaydigan ko‘plab sanoat mashinalari uchun tebranishni joyida o‘lchash va baholash talablarini belgilaydi. Shu sababli mashinasozlik agregatlarining texnik holatini aniqlashda tebranish parametrlarini zamonaviy sensorlar yordamida muntazam nazorat qilish muhimdir.

Piezorezistiv sensorlar bo‘yicha A.S. Fiorillo, C.D. Critello va S.A. Pullano tomonidan olib borilgan tadqiqotda ushbu sensorlarning nazariy asoslari, materiallari, texnologiyasi va signalni qayta ishlash sxemalari keng tahlil qilingan. Mualliflar piezorezistiv sensorlarning asosiy ishlash prinsipi deformatsiya natijasida elektr qarshilikning o‘zgarishiga asoslanishini ko‘rsatadi. Yarimo‘tkazgichlarda piezorezistiv effekt ayniqsa muhim bo‘lib, mexanik kuchlanish elektr transporti

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

bilan bog‘liq fizik jarayonlarni o‘zgartirishi mumkin. Kremniy, germaniy va ayrim boshqa yarimo‘tkazgichlarda ushbu effekt amaliy sensorlar yaratishda qo‘llanadi. So‘nggi tadqiqotlarda piezorezistiv sensorlardan past chastotali va kichik amplitudali tebranishlarni aniqlash uchun ham foydalanish imkoniyati ko‘rsatilgan. Masalan, graphene/PVDF asosidagi moslashuvchan piezorezistiv akselerometr sanoat mashinalaridagi past chastotali tebranishlarni aniqlash uchun tadqiq qilingan.
2024-yilda e’lon qilingan tadqiqotda esa planetar reduktorlarning past chastotali dinamik holatini kuzatishda deformatsiyaga sezgir sensorlardan foydalanish imkoniyati ko‘rsatilgan.
Demak, mavjud tadqiqotlar sensorlarning alohida fizik parametrlarni qayd etish imkoniyatini ko‘rsatadi. Mazkur maqolada esa tebranish + harorat + deformatsiya parametrlarini birgalikda tahlil qilishga asoslangan diagnostika modeli taklif qilinadi. YARIMO‘TKAZGICHLI SENSORNING FIZIK ASOSIY; Yarimo‘tkazgichli piezorezistiv sensorning ishlash prinsipi mexanik deformatsiya ta’sirida elektr qarshilikning o‘zgarishiga asoslanadi. Elektr qarshilik:

$$R = \rho L/S$$

ko‘rinishida ifodalanadi. Bu yerda: R — elektr qarshilik; ρ—solishtirma qarshilik; L — sensorning uzunligi; S — ko‘ndalang kesim yuzasi.
Mexanik deformatsiya natijasida sensorning geometrik o‘lchamlari bilan birga yarimo‘tkazgichning elektr xossalari ham o‘zgaradi. Shu sababli yarimo‘tkazgichli piezorezistiv sensorlarda qarshilikning o‘zgarishi faqat geometrik o‘zgarish bilan cheklanmaydi. Nisbiy qarshilik o‘zgarishi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\Delta R/R = K\varepsilon$$

bu yerda: ΔR — qarshilik o‘zgarishi; R — dastlabki qarshilik; K — sensorning sezgirlik koeffitsiyenti; ε — nisbiy deformatsiya. Ushbu bog‘lanish mashina agregatida yuzaga kelgan mexanik deformatsiyani elektr signaliga aylantirish imkonini beradi. TEBRANISHNING DIAGNOSTIK PARAMETR SIFATIDAGI AHAMIYATI

Aylanuvchi mashinalarda tebranish ko‘plab texnik nuqsonlarning muhim belgilaridan biri hisoblanadi.Oddiy garmonik tebranish:

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$$

ko‘rinishida yoziladi. Bu yerda:A — amplituda;ω — burchak chastota;φ — boshlang‘ich faza. Tebranish tezligi:

$$v(t)=x/dt$$

tezlanish:

$$a(t)=d^2x/dt^2$$

orqali aniqlanadi. ISO 20816-1 mashinalar tebranishini baholashda siljish, tezlik va tezlanish kabi kattaliklardan foydalanishni ko‘rsatadi. Mashina agregatida: nomarkazlik → tebranish ortishi podshipnik yeyilishi → tebranish xarakterining o‘zgarishi mahkamlashning bo‘shashi → tebranish amplitudasining o‘zgarishi kabi bog‘lanishlar kuzatilishi mumkin. Shuning uchun sensor signalini vaqt bo‘yicha kuzatish agregatning texnik holatidagi o‘zgarishlarni aniqlashga yordam beradi.
HARORATNING DIAGNOSTIK PARAMETR SIFATIDAGI AHAMIYATI

Mexanik agregatlarda ishqalanish mavjud bo‘lganligi sababli mexanik energiyaning bir qismi issiqlik energiyasiga aylanadi.Ishqalanish kuchi:

$$F^f=\mu N$$

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

bu yerda: μ — ishqalanish koeffitsiyenti; N — normal kuch. Ishqalanish natijasida ajraladigan issiqlik miqdori ishqalanish kuchi va siljish yo‘liga bog‘liq.Agar podshipnik yoki boshqa mexanik uzelda ishqalanish ortsa, lokal harorat ko‘tarilishi mumkin. Shu sababli: T=T(t) funksiyasi orqali agregatning issiqlik holatini kuzatish mumkin.
Harorat o‘zgarishi yarimo‘tkazgichli sensorning elektr qarshiligiga ham ta’sir qiladi. Shu sababli sensorni kalibrlash jarayonida harorat ta’sirini hisobga olish zarur.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fiorillo A.S., Critello C.D., Pullano S.A. Theory, technology and applications of piezoresistive sensors: A review. Sensors and Actuators A: Physical. 2018. Vol. 281. P. 156–175. DOI: 10.1016/j.sna.2018.07.006.
2. ISO 20816-1:2016. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines. International Organization for Standardization. 3. ISO 20816-3:2022. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 3: Industrial machinery with a power rating above 15 kW and operating speeds between 120 r/min and 30 000 r/min. ISO.
3. ISO 20816-9:2020. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 9: Gear units. ISO.
4. ISO 20816-8:2018. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 8: Reciprocating compressor systems. ISO.
5. Recent developments in semiconductor piezoresistive devices. Solid-State Electronics. 1963. Vol. 6, Issue 4. P. 323–338. DOI: 10.1016/0038-1101(63)90097-2.