SENTRIFUGA APPARATLARINING ISH PARAMETRLARINI AVTOMATIK MONITORING QILISH VA TEXNIK HOLATNI BAHOLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Ilmiy rahbar: Komilov Bekzodbek Maxmudjon o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti

“Metrologiya va yengil sanoat” kafedrasi t.f.f.d.

Shavkatov Asadbek

Andijon davlat texnika instituti

“Biotibbiyot muhandisligi” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Sentrifuga apparatlari laboratoriya, farmatsevtika, oziq-ovqat, kimyo va oqova suvlarni qayta ishlash sohalarida suyuqlik hamda qattiq fazalarni ajratish uchun qo‘llanadi. Uskunaning samarali va xavfsiz ishlashi rotorning ruxsat etilgan tezlikda aylanishi, yuklamaning muvozanatli taqsimlanishi, podshipniklar va yuritmaning sozligi, sovitish hamda himoya tizimlarining to‘g‘ri ishlashiga bog‘liq. Ish jarayonidagi vibratsiya, harorat yoki elektr toki qiymatining o‘zgarishi mexanik yeyilish, nomuvozanat, noto‘g‘ri yuklash, podshipnik nuqsoni yoki yuritma muammosining belgisi bo‘lishi mumkin.

Faqat operatorning eshitish, ko‘rish yoki davriy qo‘lda o‘lchash usullariga tayanish qisqa muddatli og‘ishlarni o‘tkazib yuborishi mumkin. Avtomatik monitoring esa muhim parametrlarni uzluksiz yoki belgilangan intervalda o‘lchab, ularni vaqt tamg‘asi bilan saqlash va oldingi holat bilan taqqoslash imkonini beradi. Bunda avtomatlashtirishning maqsadi mutaxassisni butunlay almashtirish emas; aksincha, xavfli holatlarni tezroq aniqlash, texnik qarorlarni izchil ma’lumot bilan ta’minlash va texnik xizmatni rejalashtirishdir.

ISO 17359:2018 mashinalarning holatini kuzatish dasturlari uchun umumiy yo‘riqnomani belgilaydi va vibratsiya, harorat, quvvat hamda tezlik kabi parametrlarni kuzatish mumkinligini qayd etadi [1]. Standart barcha sentrifugalar uchun yagona signal chegaralarini bermaydi: chegaralar uskunaning modeli, ish rejimi, ishlab chiqaruvchi talabi va xavfsizlik xususiyatlariga qarab belgilanadi. Shu sababli tizim loyihasida sensor tanlash bilan bir qatorda kalibrlash, ma’lumot sifatini tekshirish, xavfsiz to‘xtatish mantiqi va

ogohlantirish mezonlarini hujjatlashtirish ham muhimdir.

Tizimning asosiy natijasi - sentrifuganing muhim parametrlarini yagona kuzatuv muhitida birlashtirishdir. Rotor tezligi aylanish sensori yoki enkoder orqali, vibratsiya akselerometr orqali, podshipnik harorati kontaktli yoki kontaktsiz harorat sensori orqali, yuritma yuklanishi esa elektr tokini o‘lchash moduli yoki kontroller ma’lumotlari orqali olinishi mumkin. Qopqoqning yopilishi, rotor to‘xtaganligi va boshqa blokirovka signallari esa xavfsizlik mantiqini tekshirish uchun ishlatiladi. Sensorlarning aniq turi o‘lchash diapazoni, muhit, aniqlik, o‘rnatish joyi va ishlab chiqaruvchi talablariga qarab tanlanadi.

1-jadval

Sentrifuga apparatlarining ish parametrlarini avtomatik monitoring qilishda qo‘llaniladigan sensorlar va ularning vazifalari

Kuzatiladigan parametr	Sensor yoki ma’lumot manbai	Aniqlashga yordam beradigan holat	Tizimdagi vazifasi
Aylanish tezligi, ayl/min	Enkoder, taxometr yoki kontroller signali	Tezlikning belgilangan qiymatdan oshishi/pasayishi	Tezlikni nazorat qilish va limitdan chiqishni qayd etish
Vibratsiya, mm/s yoki m/s²	Akselerometr yoki vibratsiya datchigi	Nomuvozanat, bo‘shashish, podshipnik yoki tayanch muammolari ehtimoli	Trendni kuzatish va ogohlantirish
Podshipnik harorati, °C	RTD, termistor yoki mos harorat sensori	Ishqalanish, moylash yoki sovitish muammosi ehtimoli	Haroratning ko‘tarilishini aniqlash
Yuritma toki, A	Tok transformatori yoki drayver telemetriyasi	Yuklama o‘zgarishi, tiqilish yoki yuritma nosozligi ehtimoli	Ish rejimini va elektr yuklanishini solishtirish
Qopqoq/eshik holati	Limit kaliti yoki xavfsizlik datchigi	Qopqoqning to‘liq yopilmasligi	Ishga tushirish blokirovkasini nazorat qilish
Ish sikllari va ish vaqti	PLC hisoblagichi yoki dasturiy hisoblagich	Rotor resursi yoki servis oralig‘iga yaqinlashish	Xizmat eslatmasi va tarixni yuritish

1-jadvalda keltirilgan parametrlar bir-birini to‘ldiradi (1-jadval). Masalan, vibratsiyaning ortishi yolg‘iz o‘zi aniq bir nuqsonni isbotlamaydi; ammo vibratsiya bilan birga podshipnik harorati va yuritma toki ham ortsa, texnik tekshiruv zarurati kuchayadi. Shu sababli tizim har bir o‘lchovni alohida ko‘rsatish bilan cheklanmay, bir necha parametrdagi bir vaqtdagi o‘zgarishlarni ham qayd etishi kerak. Yakuniy tashxis esa signal

sifati, yuklama va uskuna modelini biladigan mutaxassis tomonidan tasdiqlanadi (2-jadval).

Monitoring sikli quyidagicha tashkil qilinadi: sensorlar ma’lumotni belgilangan tezlikda oladi; boshqaruv bloki signallarni tekshiradi va shovqinni kamaytirish uchun filtrlaydi; o‘lchovlar vaqt tamg‘asi bilan yoziladi; joriy qiymatlar tasdiqlangan chegaralar va boshlang‘ich trend bilan solishtiriladi; og‘ish bo‘lsa, operator panelida ogohlantirish va hodisa yozuvi hosil qilinadi. Ma’lumotlarni uzatish uchun Modbus RTU/TCP, CAN yoki Ethernet kabi interfeyslar qo‘llanishi mumkin, biroq tanlov mavjud kontroller va korxona tarmog‘iga mos bo‘lishi lozim.

2-jadval

Sentrifuga apparatining texnik holatini avtomatik baholash bosqichlari va ularning funksional vazifalari

Bosqich	Bajariladigan amal	Kutiladigan natija
1. O‘lchash	Sensorlar tezlik, vibratsiya, harorat va tokni o‘lchaydi	Xom o‘lchovlar
2. Tekshirish	Signal uzilishi, diapazondan tashqari qiymat va sensor xatosi tekshiriladi	Ishonchliligi baholangan ma’lumot
3. Tahlil	Qiymat chegaralar va avvalgi trend bilan solishtiriladi	Normal holat yoki og‘ish belgisi
4. Ogohlantirish	Og‘ish turi, vaqti va o‘lchovlari jurnalga yoziladi	Operatorga xabar va kuzatuv tarixi
5. Qaror	Mas’ul xodim tekshiruv, yuklamani kamaytirish yoki xavfsiz to‘xtatish zaruratini baholaydi	Hujjatlashtirilgan texnik chora

Shartli misolda sentrifuga uchun vibratsiyaning boshlang‘ich ko‘rsatkichi 2,0 mm/s deb olinsin. Keyingi kuzatuvda 2,4 mm/s qayd etilsa, nisbiy o‘zgarish (2,4−2,0)/2,0 × 100 = 20% ni tashkil etadi. Agar keyingi o‘lchov 3,0 mm/s bo‘lsa, boshlang‘ich qiymatga nisbatan o‘sish 50% ga teng bo‘ladi. Bu hisoblar shartli bo‘lib, 2,0 mm/s yoki 3,0 mm/s universal xavfsizlik chegarasi degani emas. Amaliy tizimda ogohlantirish chegarasi uskuna pasporti, tegishli standart, o‘lchash nuqtasi va ish tezligi asosida belgilanadi. Ma’lumotlarni saqlash tizimi har bir o‘lchov bilan birga sana-vaqt, aylanish tezligi, yuklama rejimi, sensor identifikatori va xato kodlarini qayd etishi lozim. Shunda operator faqat joriy qiymatni emas, uning vaqt davomida qanday o‘zgarganini ham ko‘ra oladi. Masalan, haroratning bir martalik ko‘tarilishi yuklama yoki atrof-muhit bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin; ammo bir

necha smenada davom etuvchi o‘sish tekshiruvga asos beradi. Shu yondashuv ISO 17359:2018 dagi boshlang‘ich ma’lumot, trend va diagnostik qarorlar ketma-ketligiga mos keladi [1].

Avtomatik monitoringning amaliy ahamiyatini sanoat bo‘yicha ochiq statistikalar ham ko‘rsatadi. Thomas va Weissning NIST bilan bog‘liq 2021-yilgi maqolasida ishlab chiqaruvchilardan olingan ma’lumotlar tahlil qilingan. Reaktiv xizmatga ko‘proq tayanadigan guruh bilan taqqoslaganda profilaktik va prognozli xizmatga ko‘proq tayangan guruhda rejasiz to‘xtashlar 52,7% kam, nuqsonlar 78,5% kam bo‘lgan. Profilaktik xizmatga ko‘proq tayangan guruh bilan prognozli xizmatga ko‘proq tayangan guruh solishtirilganda, ikkinchisida rejasiz to‘xtashlar 18,5% kam va nuqsonlar 87,3% kam deb qayd etilgan [2]. Bu ko‘rsatkichlar butun ishlab chiqarish sanoatidagi guruhlar taqqoslanishi bo‘lib, faqat sentrifuga monitoringi natijasi yoki muayyan loyiha uchun kafolatlangan tejash emas. Shu bois tizim samaradorligini joriy etishdan oldin va keyin o‘lchanadigan ko‘rsatkichlar bilan baholash maqsadga muvofiq. Ularga rejasiz to‘xtash soatlari, nosozliklar soni, ogohlantirishdan keyin tekshiruvgacha o‘tgan vaqt, noto‘g‘ri ogohlantirishlar ulushi, xizmat xarajatlari va ma’lumotlarning mavjudlik darajasi kiradi. Masalan, 6 oy davomida tizim o‘rnatilishidan oldingi va keyingi ko‘rsatkichlar taqqoslansa, mavsumiylik va ishlab chiqarish hajmidagi farqlar ham alohida qayd etilishi kerak.

Taklif etilayotgan tizimning kuchli tomoni — texnik parametrlarni bir joyga to‘plash va ularning o‘zgarishini vaqt bo‘yicha ko‘rsatishidir. Biroq sensor o‘rnatishning o‘zi diagnostik aniqlikni kafolatlamaydi. Vibratsiya datchigi noto‘g‘ri joyga o‘rnatilsa, harorat sensori issiqlik manbaidan uzoqda bo‘lsa yoki signal kontrollerda noto‘g‘ri masshtablansa, noto‘g‘ri ogohlantirishlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli o‘rnatish nuqtalari, o‘lchash diapazoni, kalibrlash tartibi va ma’lumotlarni tekshirish qoidalari loyiha hujjatida ko‘rsatilishi kerak.

Ikkinchi muhim masala — xavfsizlik va diagnostikani farqlash. Monitoring tizimi xavfli og‘ishni aniqlashi va operatorni ogohlantirishi mumkin, lekin qopqoq blokirovkasi, rotorning ruxsat etilgan tezligi va favqulodda to‘xtash kabi himoya funksiyalari tegishli xavfsizlik zanjirlari orqali bajarilishi zarur. SIGMA sentrifuga qo‘llanmasida qopqoq

blokirovkasi, rotor to‘xtaganini tekshirish, nomuvozanat va harorat monitoringi kabi himoya funksiyalari tavsiflangan [3]. Bu misol sanoat uskunasida monitoring va xavfsizlik funksiyalarini uyg‘unlashtirish muhimligini ko‘rsatadi.

Uchinchi masala — signal chegaralarini to‘g‘ri tanlash. Barcha sentrifugalar uchun yagona vibratsiya yoki harorat limiti qo‘llash to‘g‘ri emas. Chegara rotor turi, aylanish tezligi, tayanch konstruksiyasi, sensorning joylashuvi, ishlab chiqaruvchi talabi va tegishli standartlarga qarab belgilanadi. Boshlang‘ich holatdagi ko‘rsatkichlar ham me’yoriy qiymat o‘rnini bosmaydi; ular faqat aynan shu uskuna uchun trendni ko‘rishga yordam beradi. Shuning uchun dastlabki sozlash davrida mutaxassis tasdiqlagan sinovlar va hujjatlar zarur.

To‘rtinchi masala — kiberxavfsizlik va texnik xizmat. Tarmoq orqali uzatiladigan ma’lumotlar ruxsatsiz o‘zgartirishdan himoyalanishi, foydalanuvchi rollari ajratilishi, hodisalar jurnali saqlanishi va dasturiy sozlamalar zaxira nusxasiga ega bo‘lishi kerak. Kichik laboratoriya qurilmasi uchun oddiy mahalliy panel yetarli bo‘lishi mumkin; ko‘p uskunali ishlab chiqarishda esa markaziy monitoring, texnik xizmat boshqaruvi tizimi va masofaviy diagnostika integratsiyasi foydali bo‘ladi. Natijalarni amaliyotda tasdiqlash uchun avval bitta sentrifugada sinov loyihasini amalga oshirish, sensor ko‘rsatkichlarini kalibrlangan asbob bilan solishtirish va kamida bir necha ish rejimida ma’lumot yig‘ish tavsiya etiladi. Sinov davomida aniqlik, ma’lumot yo‘qolishi, noto‘g‘ri ogohlantirishlar va operator javob vaqti o‘lchanadi. Shundan so‘ng tizimni boshqa apparatlarga moslashtirish mumkin. Bunday bosqichma-bosqich yondashuv taxminiy iqtisodiy samarani real o‘lchovlar bilan tekshirishga imkon beradi.

Xulosa qilib aytganda, sentrifuga apparatlarining ish parametrlarini avtomatik monitoring qilish tizimi vibratsiya, aylanish tezligi, harorat, elektr yuklanishi va ish sikllari haqidagi ma’lumotlarni birlashtirib, texnik holatdagi og‘ishlarni erta aniqlashga yordam beradi. ISO 17359:2018 standarti bunday tizimni boshlang‘ich ko‘rsatkichlar, monitoring sharoiti, trend tahlili va ogohlantirish mezonlari asosida tashkil etish zarurligini belgilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO 17359:2018. Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines. - Geneva: International Organization for Standardization, 2018.

https://www.iso.org/standard/71194.html

2. Thomas D., Weiss B. Maintenance Costs and Advanced Maintenance Techniques in Manufacturing Machinery: Survey and Analysis // International Journal of Prognostics and Health Management. - 2021. - Vol. 12, No. 1. - DOI: 10.36001/ijphm.2021.v12i1.2883. https://www.nist.gov/publications/maintenance-costs-and-advanced-maintenance-techniques-manufacturing-machinery-survey

3. SIGMA Laborzentrifugen GmbH. Refrigerated Centrifuge with Heating System SIGMA 3-30KHS: Operating Manual. https://www.sigma-zentrifugen.de/fileadmin/user_upload/sigma/produkte/pdf/betriebsanleitungen/EN/BA_3-30KHS_0701402_2014-09_1-20_en.pdf

4. Haier Biomedical. Centrifuge Catalogue: Intelligent Monitoring and Rotor Service-Life Functions. https://haiermedical-eu.oss-eu-central-1.aliyuncs.com/upload/asset/20230928/UK%20Centrifuge%20Catalog%202023.6.02.pdf

