QO‘QON DAVLAT UNIVERSITETI
XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN
SANOAT VA TRANSPORT TIZIMLARINING INNOVATSION MODERNIZATSIYASIDA ILG‘OR KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR, MUHANDISLIK YECHIMLARI, YANGI MATERIALLAR VA AVTOMATLASHTIRILGAN MASHINASOZLIK JARAYONLARINING KOMPLEKS TRANSFORMATSIYASI
2026-yil 6-noyabr
Maqola topshirish muddati — 2026-yil 5-noyabr

ISHLAB CHIQARISH MASHINALARIDA NOSOZLIKLARNI OLDINDAN ANIQLASHNING DIAGNOSTIK USULLARI

Muxtorov S.A Ilmiy raxbar.
Qo’qon davlat universiteti
“ Muhandislik texnologiyalari” kafedrasi
Alimov Raxmatjon Murod o’g’li
1-bosqich magistranti
alimov.raxmatjon@mail.ru

Annotatsiya: Annotatsiya: Maqolada ishlab chiqarish mashinalarida nosozliklarni ular nosoz holatga aylanishidan oldin aniqlash usullari tahlil qilingan. Rejali-profilaktik va holatga asoslangan texnik xizmat ko'rsatish yondashuvlari taqqoslangan. Vibratsion diagnostika, infraqizil termografiya, moy tahlili, akustik emissiya va ultratovush nazorati, elektr yuritmalar tok signalini tahlil qilish hamda texnologik parametrlar monitoringi usullari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: texnik diagnostika, bashoratli texnik xizmat ko'rsatish, holat monitoringi, vibratsion tahlil, termografiya, moy tahlili.

Abstract: The paper analyses methods for detecting faults in production machinery before they develop into failures. Planned preventive and condition-based maintenance strategies are compared. Vibration diagnostics, infrared thermography, oil analysis, acoustic emission and ultrasound testing, motor current signature analysis and process-parameter monitoring are reviewed.

Keywords: technical diagnostics, predictive maintenance, condition monitoring, vibration analysis, thermography, oil analysis.

KIRISH

Zamonaviy ishlab chiqarishda uskunaning to'satdan ishdan chiqishi faqat ta'mirlash xarajati bilan cheklanmaydi. U butun texnologik zanjirning to'xtashiga, yarim tayyor mahsulotning yaroqsiz chiqishiga va buyurtmalarni muddatida bajarmaslikka olib keladi. Ayniqsa uzluksiz jarayonli korxonalarda bitta mashinaning to'xtashi keyingi barcha bosqichlarni to'xtatadi. Rejali-profilaktik ta'mirlash tizimida qismlar belgilangan muddatda, ularning haqiqiy holatidan qat'i nazar almashtiriladi. Bu yondashuv ikki xil yo'qotishga olib keladi: hali ishlay oladigan qismlar erta almashtiriladi, muddatidan oldin yemirilgan qismlar esa nosozlik holati kelib chiqgungacha e'tibordan chetda qoladi. Shu sababli jahon amaliyotida holatga asoslangan va bashoratli texnik xizmat ko'rsatishga o'tish kuzatilmoqda. O'zbekistonda "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi doirasida sanoat korxonalarini raqamlashtirish vazifasi qo'yilgan [1]. Uskunalar holatini uzluksiz kuzatish va nosozliklarni oldindan aniqlash bu vazifaning amaliy yo'nalishlaridan biridir.

ISHLAB CHIQARISH MASHINALARIDA NOSOZLIKLARNING TURLARI

Ishlab chiqarish mashinalarida nosozliklar — bu mashina yoki uning alohida qismlarining belgilangan texnik talablar va ish rejimlariga mos ravishda ishlash qobiliyatining buzilishidir. Nosozliklar mashinaning unumdorligi pasayishiga, mahsulot sifatining yomonlashishiga va ishlab chiqarish jarayonining to‘xtab qolishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Mexanik nosozliklar. Mashina detallarining yeyilishi, sinishi, deformatsiyalanishi, vallar o‘qlarining mos kelmasligi va podshipniklarning shikastlanishi natijasida yuzaga keladi.

Elektr nosozliklari. Elektr dvigatellari chulg‘amlarining shikastlanishi, izolyatsiyaning buzilishi, elektr kontaktlarining bo‘shashishi va tokning me’yoriy qiymatdan chetga chiqishi bilan bog‘liq.

Issiqlik bilan bog‘liq nosozliklar. Podshipniklarning ortiqcha qizishi, sovitish tizimining buzilishi va isitish elementlarining notekis ishlashi natijasida yuzaga keladi.

Moylash tizimidagi nosozliklar. Moy miqdorining kamayishi, moyning ifloslanishi, xususiyatlarining yomonlashishi yoki moy yetkazib berish tizimining buzilishi natijasida yuzaga keladi.

Gidravlik va pnevmatik tizimlardagi nosozliklar. Quvurlar, shlanglar va birikmalardan suyuqlik yoki gaz sizishi, bosimning pasayishi hamda klapanlarning noto‘g‘ri ishlashi bilan tavsiflanadi..

Texnologik nosozliklar. Mashinaning ish rejimi buzilishi, harorat va bosimning me’yoriy qiymatlardan chetga chiqishi, sikl vaqtining uzayishi yoki mahsulot sifatining pasayishi bilan namoyon bo‘ladi.

Boshqaruv va avtomatlashtirish tizimidagi nosozliklar. Datchiklar, boshqaruv qurilmalari, elektr zanjirlari yoki dasturiy boshqaruvdagi xatolar natijasida yuzaga keladi

Tadqiqot metodlari. Ishda quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. Ilmiy adabiyotlar va xalqaro standartlarni qiyosiy tahlil qilish.
2. Nosozliklarni aniqlash usullarini aniqlanadigan nosozlik turi, qo'llanish sohasi, afzallik va cheklovlar bo'yicha tizimlashtirish.
3. Rezinotexnika korxonasi uskunalarining asosiy nosozlik turlarini ekspert baholash.
4. Uskuna turi va diagnostika usulini moslashtiruvchi tanlash matritsasini tuzish.

NATIJALAR

Nosozliklarni oldindan aniqlash usullarining tasnifi. Tahlil natijasida yettita asosiy usul ajratildi. Ularning har biri nosozlik rivojlanishining turli bosqichida va turli fizik belgilar orqali signal beradi (1-jadval).

1-jadval. Nosozliklarni oldindan aniqlash usullarining qiyosiy tavsifi

Usul	O'lchanadigan belgi	Aniqlanadigan nosozliklar	Afzalligi	Cheklovi
Vibratsion diagnostika	Tebranish tezligi,	Muvozanatsizlik, o'qdoshlik buzilishi, podshipnik va tishli	Nosozlikni erta bosqichda	Past aylanish tezligida sezgirligi

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

Usul	O'lchanadigan belgi	Aniqlanadigan nosozliklar	Afzalligi	Cheklovi
	tezlanishi, spektri	uzatma yemirilishi, bo'shashgan mahkamlash	aniqlaydi, turini ajratadi	pasayadi; mutaxassis talab qiladi
Infraqizil termografiya	Sirt harorati maydoni	Elektr kontaktlarining qizishi, podshipnik qizishi, issiqlik izolyatsiyasi buzilishi, isitish plitalari notekisligi	Kontaktsiz, ish jarayonida o'lchanadi	Faqat sirt haroratini ko'rsatadi; yaltiroq sirtlarda xato beradi
Moy tahlili	Metall zarrachalar, qovushqoqlik, namlik, ifloslanish	Reduktor va gidrotizim ichki yemirilishi, moy eskirishi, germetiklik buzilishi	Ichki yemirilishni demontajsiz ko'rsatadi	Namuna olish davriy; laboratoriya kerak
Akustik emissiya va ultratovush	Yuqori chastotali tovush to'lqinlari	Moylash yetishmasligi, havo va bug' sizishi, klapan nosozligi, darz paydo bo'lishi	Juda erta bosqichni sezadi, sekin aylanuvchi uzellarda ham ishlaydi	Shovqinli muhitda signalni ajratish qiyin
Tok signali tahlili (MCSA)	Elektr dvigatel tok spektri	Rotor sterjenlari uzilishi, ekssentrisitet, yuklama tebranishi	Dvigatelga sensor o'rnatmasdan, shkafdan o'lchanadi	Mexanik nosozliklarni bilvosita aniqlaydi
Texnologik parametrlar monitoringi	Bosim, harorat, quvvat, sikl vaqti	Gidravlika bosimi pasayishi, isitish tizimi nosozligi, yuritma yuklamasi oshishi	Mavjud datchiklardan foydalaniladi, arzon	Nosozlik sababini emas, oqibatini ko'rsatadi
Mashinali o'qitish modellari	Barcha signallarning birgalikdagi tahlili	Me'yordan og'ish, qoldiq resursni bashorat qilish	Ko'p omillarni birga hisobga oladi	Katta hajmdagi tarixiy ma'lumot talab qiladi

Vibratsiya bo'yicha baholash mezonlari. Vibratsion nazoratda o'lchangan qiymat ISO 20816 standartlar turkumidagi zonalar bilan taqqoslanadi [10]. Quvvati 15–300 kVt bo'lgan, qattiq poydevorga o'rnatilgan sanoat mashinalari uchun tebranish tezligining o'rtacha kvadratik qiymati bo'yicha zonalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Sanoat mashinalari uchun vibratsiya holati zonalari (15–300 kVt, qattiq poydevor)

Zona	Tebranish tezligi, mm/s (o'rt. kv.)	Holat bahosi	Tavsiya etiladigan chora
A	1,4 gacha	Yangi o'rnatilgan mashina darajasi	Odatiy kuzatuv
B	1,4–2,8	Uzoq muddatli ishlash uchun maqbul	Odatiy kuzatuv
C	2,8–4,5	Uzoq muddatli ishlash uchun maqbul emas	Nazoratni kuchaytirish, ta'mirni rejalashtirish

Zona	Tebranish tezligi, mm/s (o'rt. kv.)	Holat bahosi	Tavsiya etiladigan chora
D	4,5 dan yuqori	Shikastlanish xavfi bor	Zudlik bilan to'xtatish va tekshirish

Rezinotexnika uskunalari uchun usullarni tanlash matritsasi. Korxonaning asosiy uskunalari bo'yicha xos nosozliklar va ularga mos usullar 3-jadvalda umumlashtirildi.

3-jadval. Rezinotexnika uskunalari uchun diagnostika usullarini tanlash matritsasi

Uskuna	Xos nosozliklar	Asosiy usul	Qo'shimcha usul
Rezina aralashtirgich (yopiq turdagi)	Rotor podshipniklari va reduktor yemirilishi, zichlagich buzilishi, dvigatel yuklamasi oshishi	Vibratsion diagnostika, reduktor moyi tahlili	Quvvat va harorat egri chizig'ini kuzatish, MCSA
Vallar	Podshipnik qizishi, friksion uzatma yemirilishi, val sirtining notekis isishi	Termografiya, vibratsion diagnostika	Ultratovush bilan moylashni nazorat qilish
Kalandr	Val podshipniklari yemirilishi, val harorati notekisligi, qalinlik o'zgarishi	Vibratsion diagnostika, termografiya	Mahsulot qalinligi monitoringi
Ekstruder	Shnek va gilza yemirilishi, reduktor nosozligi, isitish zonasi buzilishi	Reduktor moyi tahlili, zonalar harorati monitoringi	Dvigatel toki va bosim trendi
Vulkanizatsiya pressi	Gidravlik bosim pasayishi, plitalar notekis isishi, bug' va moy sizishi	Bosim va harorat monitoringi, termografiya	Ultratovush bilan sizishni aniqlash, gidromoy tahlili
Konveyer va transport uzellari	Baraban podshipniklari, tasma siljishi, reduktor	Vibratsion diagnostika	Termografiya

Joriy etish tartibi. ISO 17359 va ISO 13374-1 talablari asosida holat monitoringi dasturini joriy etishning quyidagi bosqichlari ishlab chiqildi [2; 12]:

1. Uskunalarni muhimlik darajasi bo'yicha tasniflash: to'xtashi butun zanjirni to'xtatadigan mashinalar birinchi navbatda qamrab olinadi.
2. Har bir uskuna uchun nosozlik turlari va ularning oqibatlari tahlilini o'tkazish.
3. Nosozlik turiga mos diagnostika usuli va o'lchash nuqtalarini tanlash (3-jadval).
4. Boshlang'ich (etalon) qiymatlarni qayd etish va ogohlantirish chegaralarini belgilash.
5. O'lchashlar davriyligini belgilash va ma'lumotlarni yagona bazaga yig'ish.
6. Trendlarni tahlil qilish, holat bahosi asosida ta'mirni rejalashtirish.
7. Natijalarni baholab, chegaralar va davriylikni muntazam tuzatib borish.

MUHOKAMA

Natijalar shuni ko'rsatadiki, birorta usul barcha nosozliklarni yolg'iz o'zi qamrab ololmaydi. Vibratsion diagnostika aylanuvchi mexanik uzellar uchun eng axborotli usul hisoblanadi, ammo u gidravlika va isitish tizimlaridagi nosozliklarni

deyarli sezmaydi. Termografiya va texnologik parametrlar monitoringi aynan shu bo'shliqni to'ldiradi.

Rezinotexnika uskunalarining o'ziga xos jihati — og'ir yuklama ostida past tezlikda aylanuvchi katta uzellarning ko'pligi. Aralashtirgich rotorlari, kalandr va vallar podshipniklarida klassik vibratsion signal kuchsiz bo'ladi. Bunday hollarda akustik emissiya va ultratovush usullari erta ogohlantirishni ta'minlaydi . Shu bois 3-jadvalda asosiy va qo'shimcha usullarni birgalikda qo'llash tavsiya etilgan.

Texnologik parametrlar monitoringi eng kam xarajatli boshlang'ich qadam hisoblanadi. Zamonaviy presslar, ekstruderlar va aralashtirgichlar boshqaruv tizimlarida harorat, bosim va quvvat allaqachon qayd etiladi. Bu ma'lumotlarni yagona bazaga yig'ib, trend tahlilini yo'lga qo'yish qo'shimcha datchiklarsiz ham sezilarli samara beradi. Bundan tashqari, bu parametrlar mahsulot sifatiga bevosita ta'sir qiladi: vulkanizatsiya pressida plitalarning notekis isishi tasma qoplamasining vulkanizatsiya darajasiga ta'sir ko'rsatadi.

Mashinali o'qitish modellari istiqbolli bo'lsa-da, ularni joriy etishda ehtiyotkorlik zarur. Adabiyotlarda qayd etilganidek, modelning aniqligi tarixiy ma'lumotlar, ayniqsa qayd etilgan nosozlik holatlari soniga bog'liq. Mahalliy korxonalarda bunday ma'lumotlar bazasi ko'pincha hali shakllanmagan. Shuning uchun avval an'anaviy usullar bilan ma'lumot yig'ish, so'ngra bashoratli modellarga o'tish maqsadga muvofiq .

Yana bir muhim omil — kadrlar tayyorgarligi. Vibratsion spektr va termogrammalarni to'g'ri talqin qilish malakali mutaxassisni talab qiladi. Diagnostika natijasi ta'mirlash rejasiga ta'sir qilmasa, monitoring o'z-o'zidan samara bermaydi.

XULOSA

Ishlab chiqarish mashinalarida nosozliklarni oldindan aniqlash rejali-profilaktik ta'mirlashdan holatga asoslangan va bashoratli texnik xizmat ko'rsatishga o'tishning asosiy shartidir.

Tahlil qilingan yettita usul turli fizik belgilarga tayanadi va bir-birini to'ldiradi. Eng ishonchli natija bir nechta usulni birgalikda qo'llash orqali olinadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoni. – T., 2020.
2. ISO 17359:2018. Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines. – Geneva: ISO, 2018.
3. Mobley R.K. An Introduction to Predictive Maintenance. 2nd ed. – Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2002. – 438 p.