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

Ilmiy raxbar. **Muxtorov S.A.**
Qo’qon davlat universiteti
“ Muhandislik texnologiyalari” kafedrasi
**Alimov Raxmatjon Murod o’g’li**
1-bosqich magistranti
alimov.raxmatjon@mail.ru
+998999998192

**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.

## NOSOZLIKLARNI OLDINDAN ANIQLASHNING ASOSIY USULLARI

Ishlab chiqarish mashinalarida nosozliklarni oldindan aniqlash usullari ishlash jarayonida yuzaga keladigan fizik belgilar va texnologik parametrlarni nazorat qilishga asoslanadi. Har bir diagnostika usuli nosozlikning muayyan turini aniqlashga xizmat qiladi.

**Vibratsion diagnostika.** Ushbu usul mashina qismlarining tebranish tezligi, tezlanishi va chastota spektrini o‘lchashga asoslanadi. Vibratsion tahlil yordamida podshipniklarning yemirilishi, aylanuvchi qismlarning muvozanatsizligi, vallar o‘qlarining mos kelmasligi va tishli uzatmalardagi nuqsonlarni aniqlash mumkin. Uning asosiy afzalligi mexanik nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash imkoniyatidir. Biroq natijalarni to‘g‘ri talqin qilish uchun maxsus o‘lchash vositalari va malakali mutaxassislar talab etiladi.

**Infraqizil termografiya.** Termografiya uskunalarning sirt haroratini kontaktsiz o‘lchash orqali issiqlik taqsimotini aniqlaydi. Bu usul podshipniklarning

qizishi, elektr kontaktlaridagi ortiqcha harorat, izolyatsiya buzilishlari va isitish tizimlaridagi notekisliklarni aniqlashda qo‘llaniladi. Uning afzalligi uskunani to‘xtatmasdan tekshirish imkoniyatidir. Asosiy cheklovi shundaki, u ko‘pincha nosozlikning o‘zini emas, balki uning natijasida yuzaga kelgan harorat o‘zgarishini ko‘rsatadi.

**Moy tahlili.** Ushbu usul moy tarkibidagi metall zarrachalar, namlik, ifloslanish va moyning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tekshirishga asoslanadi. U reduktorlar, gidravlik tizimlar va boshqa moylanadigan mexanizmlardagi ichki yemirilishlarni aniqlashga yordam beradi. Moy tahlili uskunani qismlarga ajratmasdan uning ichki holati haqida ma’lumot beradi. Biroq namunalarni olish, laboratoriyada tekshirish va natijalarni tahlil qilish uchun vaqt va qo‘shimcha xarajatlar talab qilinadi.

**Akustik emissiya va ultratovush nazorati.** Mazkur usullar yuqori chastotali tovush signallari yordamida darzlar paydo bo‘lishi, gaz yoki suyuqlik sizishi hamda moylash bilan bog‘liq ayrim muammolarni aniqlashda qo‘llaniladi. Ularning muhim afzalligi ayrim nosozliklarni juda erta bosqichda aniqlash imkoniyatidir. Biroq shovqinli ishlab chiqarish muhitida foydali signalni tashqi shovqinlardan ajratish qiyinlashishi mumkin.

**Elektr dvigatel tok signallarini tahlil qilish (MCSA).** Ushbu usul elektr dvigatel iste’mol qilayotgan tokning o‘zgarishi va chastota tarkibini tahlil qilish orqali rotor sterjenlaridagi nuqsonlar, ekssentrisitet va yuklamadagi tebranishlarni aniqlashga yordam beradi. Uning afzalligi ayrim hollarda qo‘shimcha mexanik datchiklarni o‘rnatmasdan, elektr ta’minoti yoki boshqaruv shkafidan o‘lchash imkoniyatidir. Biroq mexanik nosozliklar ko‘pincha bilvosita aniqlanadi.

**Texnologik parametrlar monitoringi.** Bunda uskuna ishlash jarayonidagi bosim, harorat, quvvat, sikl vaqti va boshqa ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari kuzatiladi. Parametrlarning me’yoriy qiymatlardan chetga chiqishi uskunada nosozlik yuzaga kelayotganidan dalolat berishi mumkin. Ushbu usulning afzalligi mavjud datchiklar va boshqaruv tizimlaridan foydalanish imkoniyatidir. Cheklovi esa parametr o‘zgarishining aniq sababini har doim ham ko‘rsatmasligidir.

**Mashinali o‘qitish modellari.** Mazkur yondashuvda turli datchiklardan olingan ma’lumotlar va uskunaning avvalgi ishlash tarixi tahlil qilinadi. Algoritmlar odatiy ishlash holatidan chetlanishlarni aniqlash, nosozlik ehtimolini baholash va ayrim hollarda uskunaning qoldiq xizmat muddatini bashorat qilish uchun qo‘llaniladi. Ushbu usul bir nechta parametrni birgalikda hisobga olish imkonini beradi. Biroq samarali natijaga erishish uchun yetarli hajmdagi sifatli tarixiy ma’lumotlar, hisoblash vositalari va moslashtirilgan algoritmlar zarur.

**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 |

| 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. 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 |

| Zona | Tebranish tezligi, mm/s (o'rt. kv.) | Holat bahosi | Tavsiya etiladigan chora |
|---|---|---|---|
| C | 2,8–4,5 | Uzoq muddatli ishlash uchun maqbul emas | Nazoratni kuchaytirish, ta'mirni rejalashtirish |
| 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 |

## 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.