# SANOAT TIKUV MASHINALARINING VIBRATSION DIAGNOSTIKASI VA ISH REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISHNING ILMIY-USLUBIY ASOSLARI

***Asadov Muhriddin Nuriddin o‘g‘li***

*Osiyo xalqaro universiteti nazoratchisi*

**Annotatsiya.** Maqolada sanoat tikuv mashinalarining vibratsion diagnostikasi va ish rejimlarini optimallashtirishni birlashtiruvchi nazariy-uslubiy yondashuv ishlab chiqilgan. Mashinaning dinamik modeli, signallarning diagnostik ko‘rsatkichlari, ko‘p mezonli maqsad funksiyasi va laboratoriya validatsiyasi ketma-ketligi tavsiflangan. Tadqiqotda hali o‘tkazilmagan tajribalarga oid sonli natijalar keltirilmaydi.

**Kalit so‘zlar:** texnologik mashinalar, sanoat tikuv mashinasi, vibratsion diagnostika, dinamik model, ish rejimi, optimallashtirish

**Аннотация.** В статье предложен теоретико-методический подход, объединяющий вибрационную диагностику промышленных швейных машин с оптимизацией режимов работы. Рассмотрены динамическая модель, диагностические признаки сигналов, многокритериальная целевая функция и план лабораторной проверки. Неполученные экспериментальные результаты не приводятся.

**Ключевые слова:** технологические машины, промышленная швейная машина, вибродиагностика, динамическая модель, режим работы, оптимизация

**Abstract.** This article develops a theoretical and methodological framework integrating vibration-based condition monitoring and operating-mode optimization for industrial sewing machines. A dynamic model, vibration features, multi-

objective criterion and laboratory validation workflow are presented. No unperformed experimental results are claimed.

**Keywords:** technological machines, industrial sewing machine, vibration diagnostics, dynamic model, operating mode, optimization

**Kirish**

Yengil sanoatda ishlab chiqarish barqarorligi texnologik mashinalarning dinamik holati va ish rejimlariga bevosita bog‘liq. Sanoat tikuv mashinasining yuqori tezlikda harakatlanuvchi bosh vali, igna yuritmasi va material uzatish mexanizmlari davriy kuchlar hamda o‘zgaruvchan yuklanish ostida ishlaydi. Bu omillar korpus tebranishlari, chok sifatidagi og‘ishlar va mexanik qismlarning eskirishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Vibratsion diagnostika mashinani to‘liq qismlarga ajratmasdan uning holati haqida axborot olish imkonini beruvchi yondashuvlardan biridir. Ammo ishlab chiqarish sharoitida vibratsiya signali mexanik nuqson bilan birga aylanish tezligi, material qalinligi, ip tarangligi va mashina o‘rnatilgan tayanchning xususiyatlarini ham aks ettiradi. Shu sababli faqat tebranish amplitudasini kamaytirishga qaratilgan yondashuv ish unumdorligi va mahsulot sifatini yetarli hisobga olmasligi mumkin.

Maqolaning maqsadi — vibratsion monitoring natijalarini tikuv mashinasining ish rejimlarini ko‘p mezonli optimallashtirish jarayoniga bog‘lovchi nazariy-uslubiy sxemani ishlab chiqish va uni laboratoriyada tekshirish uchun takrorlanuvchan tajriba rejasini asoslash.

**Adabiyotlar tahlili va tadqiqot metodologiyasi**

Mexanik tebranishlarni o‘rganishning umumiy nazariy asoslari Rao tomonidan bayon etilgan; Randall esa vibratsiya signalini texnik holat monitoringida qo‘llash usullarini tizimlashtiradi. ISO 13373-1 vibratsion monitoringni tashkil etishning

umumiy protseduralariga, ISO 20816-1 esa mashina vibratsiyasini o‘lchash va baholashning umumiy tamoyillariga bag‘ishlangan. Mazkur manbalar tikuv mashinasining konkret modeli uchun tayyor diagnostik chegaralarni bermaydi.

Tadqiqot metodologiyasi besh bosqichga ajratiladi: (1) bazaviy ish holatini aniqlash; (2) o‘lchash sharoitlarini standartlashtirish; (3) vibratsiya, unumdorlik va chok sifati ko‘rsatkichlarini sinxron qayd etish; (4) diagnostik belgilar va regressiya modellarini shakllantirish; (5) optimal ish rejimini mustaqil nazorat sinovida baholash.

Ilmiy faraz shundan iboratki, tezlik va yuklama omillari hisobga olingan vibratsion belgilar mashinaning texnik holatini izohlashni yaxshilashi, shu belgilarni sifat va unumdorlik mezonlari bilan birlashtirish esa ish rejimini tanlashni asosliroq qilishi mumkin. Ushbu farazni tasdiqlash uchun eksperimental tekshiruv talab etiladi.

**Mashinaning dinamik modeli va vibratsion ko‘rsatkichlar**

Birinchi yaqinlashuvda mexanik tizimning dinamik javobi $m\cdot\ddot{x} + c\cdot\dot{x} + k\cdot x = F(t)$ tenglamasi bilan tavsiflanadi. Bu yerda m — keltirilgan massa, c — so‘nish koeffitsiyenti, k — ekvivalent qattiqlik, x — siljish, F(t) — davriy qo‘zg‘atuvchi kuch. Mazkur bir erkinlik darajali model haqiqiy mashinaning ko‘p erkinlik darajali harakatini to‘liq ifodalamaydi, lekin tebranish manbalari va rezonans xavfini tushuntirishga xizmat qiladi.

Aylanish tezligi n (ayl/min) bo‘lganda asosiy chastota $f_0 = n/60$ Hz ga teng. Uch o‘qli akselerometr bilan qayd etilgan signaldan o‘rtacha kvadratik qiymat $a_RMS = \sqrt{[(1/N)\Sigma(a_i^2)]}$, maksimal amplituda, crest-faktor va chastota spektridagi cho‘qqilar ajratib olinadi. Tezlik o‘zgarganida spektrni aylanish tartibi bo‘yicha taqqoslash maqsadga muvofiq.

Sensorning mahkamlash nuqtasi, o‘lchash yo‘nalishi, namuna olish chastotasi, qayd davomiyligi va filtr parametrlari tajriba protokolida oldindan belgilanishi lozim. Turli sinovlarda bu parametrlarni o‘zgartirish natijalarni noto‘g‘ri talqin qilish xavfini kuchaytiradi.

**Diagnostika va optimallashtirishning birlashtirilgan modeli**

Boshqariladigan parametrlar x=(n,L,T) vektori bilan ifodalanadi: n — bosh val tezligi, L — material yuklamasi, T — ip tarangligi. Chiqish mezonlari sifatida V(x) — vibratsiya darajasi, D(x) — nuqsonli choklar ulushi, P(x) — unumdorlik tanlanadi.

Ko‘p mezonli baholash uchun $J(x)=w_1V^*(x)+w_2D^*(x)-w_3P^*(x)$ maqsad funksiyasi taklif etiladi. V*, D* va P* normallashtirilgan ko‘rsatkichlar, $w_i$ esa manfiy bo‘lmagan va yig‘indisi birga teng vazn koeffitsiyentlaridir. J(x) minimallashtiriladi. Modelga mashina pasportidagi tezlik cheklovi, tikuv sifati bo‘yicha minimal talab va xavfsizlik shartlari kiritiladi.

Vaznlar subyektiv tanlanganda optimum o‘zgarishi mumkin. Shu bois kamida bir necha vazn kombinatsiyasi uchun sezgirlik tahlili o‘tkazish va Pareto-samarali yechimlar to‘plamini ko‘rsatish tavsiya etiladi. Diagnostik belgilarning vaqt bo‘yicha barqarorligi ham alohida tekshiriladi.

Nazariy jihatdan model ikki turdagi qarorni qo‘llab-quvvatlaydi: mashina sog‘lom bazaviy holatda bo‘lganda unumdor ish rejimini tanlash va vibratsiya ko‘rsatkichlari odatiy diapazondan chetga chiqqanda tekshiruv zarurligi haqida signal berish. Bu qarorlar amaliyotda foydali ekanini tasdiqlash uchun real o‘lchovlar kerak.

**Laboratoriya tekshiruvining rejalashtirilishi**

Universitet laboratoriyasida bitta modeldagi sanoat tikuv mashinasi, uch o‘qli akselerometr, taxometr, raqamli ma’lumot yig‘ish moduli va bir xil xususiyatli mato namunalari ishlatilishi mumkin. Tajriba boshida mashinaning texnik pasporti, datchikning kalibrlash holati va o‘rnatish nuqtasi hujjatlashtiriladi.

Boshlang‘ich faktorial reja uchun uchta tezlik bosqichi va ikkita material turi tanlanadi. Har bir kombinatsiya kamida uch marta takrorlanadi. Sinovlar tartibi imkon qadar tasodifiylashtiriladi; material partiyasi, igna turi va ipning asosiy xususiyatlari nazorat ostida saqlanadi.

Har bir sinovda vibratsion signal bilan bir vaqtda chok nuqsonlari ulushi va ishlab chiqarilgan chok uzunligi yoki tikuvlar soni qayd etiladi. O‘lchashlar asosida regressiya modellari quriladi, qoldiqlar tahlil qilinadi va optimal rejim tajriba to‘plamidan ajratilgan mustaqil sinovda qayta tekshiriladi.

Ishning metodik cheklovlari quyidagilardan iborat: bitta mashina modelidan olingan xulosalar boshqa konstruksiyalarga avtomatik ko‘chirilmaydi; umumiy vibratsiya standartlari universal nosozlik chegaralarini bermaydi; laboratoriya ma’lumotlari olinmaguncha optimallashtirishning foizlardagi samarasi haqida xulosa qilish mumkin emas.

**Muhokama**

Taklif etilgan yondashuvning asosiy metodik farqi vibratsiyani yakka diagnostik indikator sifatida emas, balki texnologik sifat va unumdorlik bilan bog‘liq qaror mezoni sifatida ko‘rishidadir. Bunday integratsiya ishlash tezligini oshirishning salbiy dinamik oqibatlarini ham, tebranishni haddan tashqari cheklash natijasidagi unumdorlik yo‘qotilishini ham muvozanatli baholashga yordam berishi mumkin.

Biroq ushbu yondashuvning ilmiy yangiligi hali isbotlangan deb hisoblanmaydi. Ilgari chop etilgan tikuv mashinalari dinamikasi, vibratsion

diagnostika va optimallashtirishga oid ishlar bilan batafsil qiyoslash hamda yangi tajribaviy natijalarni olish zarur.

**Xulosa**

Sanoat tikuv mashinalarining vibratsion diagnostikasi va ish rejimlarini optimallashtirishni yagona metodik sxemaga birlashtirish uchun dinamik model, standartlashtirilgan o‘lchash protokoli va ko‘p mezonli maqsad funksiyasi tavsiya etildi.

Modelning amaliy qo‘llanishi mashina pasporti doirasidagi tezliklar, takroriy vibratsion o‘lchashlar, tikuv sifatining miqdoriy bahosi va mustaqil validatsiya orqali tekshirilishi lozim. Tadqiqot keyingi eksperimental bosqich uchun nazariy-uslubiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. ISO 20816-1:2016. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines. ISO.

2. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring — Part 1: General procedures. ISO.

3. Randall R. B. Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications. Wiley, 2011.

4. Rao S. S. Mechanical Vibrations. 6th ed. Pearson, 2017.

5. Montgomery D. C. Design and Analysis of Experiments. 10th ed. Wiley, 2019.

*Izoh: ish nazariy-uslubiy xarakterga ega; laboratoriya o‘lchovlari bajarilgani yoki amaliy samaradorlik tasdiqlangani da’vo qilinmaydi.*