# VIBROAKUSTIK SIGNALLAR ASOSIDA KESUVCHI ASBOB YEYILISHINI SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASH

**Abdullayev Shuxrat Maxmutjonovich** - t.f.f.d. PhD
*Farg'ona shahridagi Korea Xalqaro universiteti AI texnika kafedra mudiri*

**Annotatsiya.** Maqolada parmalash jarayonida kesuvchi asbob yeyilishini vibroakustik signallar va sun'iy intellekt yordamida modellashtirish hamda prognozlash usullari ko'rib chiqilgan. Signallarni qayta ishlash, diagnostik belgilarni ajratish va ANN, CNN hamda Grad-CAM usullaridan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Taklif etilgan yondashuv asbob holatini baholash va kritik yeyilishni oldindan aniqlashga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** parmalash, kesuvchi asbob, yeyilish, vibroakustik signallar, sun'iy intellekt, ANN, CNN, Grad-CAM, prognozlash.

## Kirish

Mashinasozlik korxonalarida metallarga kesib ishlov berish jarayonlarining samaradorligi ko'p jihatdan kesuvchi asbobning texnik holatiga bog'liq. Asbobning yeyilishi natijasida kesish kuchlari ortadi, tebranish intensivligi kuchayadi, ishlov berilgan sirt sifati yomonlashadi hamda mahsulotning aniqligi pasayadi. Shu sababli kesuvchi asbobning joriy holatini uzluksiz nazorat qilish va uning kelgusidagi yeyilish darajasini oldindan aniqlash zamonaviy ishlab chiqarishning muhim ilmiy-amaliy masalalaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda ushbu vazifani hal etishda vibroakustik signallar va sun'iy intellekt texnologiyalarini birgalikda qo'llash alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Parmalash jarayonida hosil bo'ladigan vibroakustik signallar kesish zonasida sodir bo'layotgan barcha fizik jarayonlarni o'zida aks ettiradi. Ushbu signallarda kesuvchi qirraning holati, materialning deformatsiyalanishi, qirindining hosil bo'lishi, ishqalanish intensivligi va tebranishlarning o'zgarishi haqidagi axborot mujassam bo'ladi. Asbob yeyilishi ortishi bilan signalning amplitudasi, energiyasi va chastota tarkibi sezilarli darajada o'zgaradi. Mazkur o'zgarishlarni tahlil qilish orqali kesuvchi asbobning texnik holatini yuqori aniqlikda baholash mumkin.

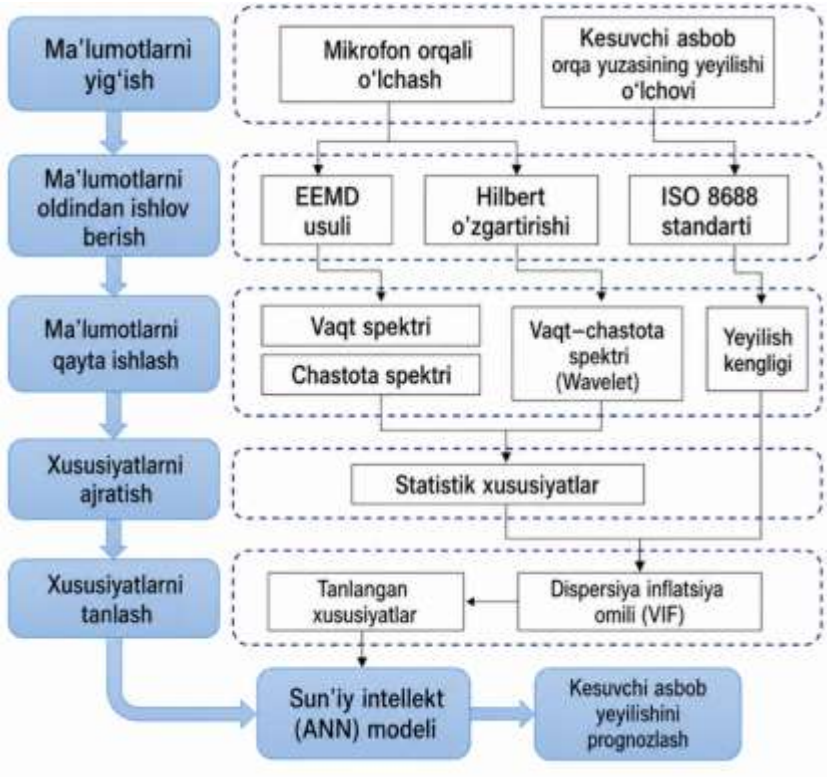
Sun'iy intellektdan foydalanishning asosiy afzalligi shundaki, u vibroakustik signallardagi murakkab bog'lanishlarni aniqlash va inson tomonidan sezilishi qiyin bo'lgan qonuniyatlarni topish imkonini beradi. Natijada kesuvchi asbobning yeyilish bosqichlari avtomatik ravishda aniqlanadi va uning keyingi holati oldindan baholanadi. Bunday yondashuv an'anaviy matematik modellar bilan ifodalash qiyin bo'lgan nolinear jarayonlarni ham hisobga olish imkonini beradi.

Vibroakustik signallar asosida modellashtirish jarayonida avvalo parmalash vaqtida hosil bo‘ladigan signallar uzluksiz qayd etiladi. Olingan signallar tarkibida foydali axborot bilan bir qatorda tashqi shovqinlar ham mavjud bo‘lganligi sababli ular dastlab filtrlanadi. Shundan so‘ng signalning diagnostik ahamiyatga ega bo‘lgan tavsiflari aniqlanadi. Bular qatoriga signal amplitudasi, o‘rtacha kvadratik qiymati, energiyasi, dispersiyasi, maksimal qiymati, impuls koeffitsienti, chastota spektridagi asosiy cho‘qqilar va spektral energiya kiradi. Ushbu parametrlar kesuvchi asbobning joriy holatini ifodalovchi asosiy belgilar sifatida qaraladi.

Kesuvchi asbob yangi holatda ishlayotgan paytda vibroakustik signalning amplitudasi nisbatan barqaror bo‘ladi va energiyaning asosiy qismi ma'lum chastota diapazonida jamlanadi. Asbob yeyilishi ortishi bilan signalning tartibsizligi kuchayadi, yuqori chastotali komponentlar soni ortadi hamda signal energiyasi keskin oshadi. Ayniqsa, kritik yeyilish bosqichida vibroakustik signal impulsli xarakterga ega bo‘lib, uning spektrida yangi rezonans komponentlari paydo bo‘ladi. Ushbu holatlar sun'iy intellekt modeli uchun asosiy diagnostik mezon vazifasini bajaradi.

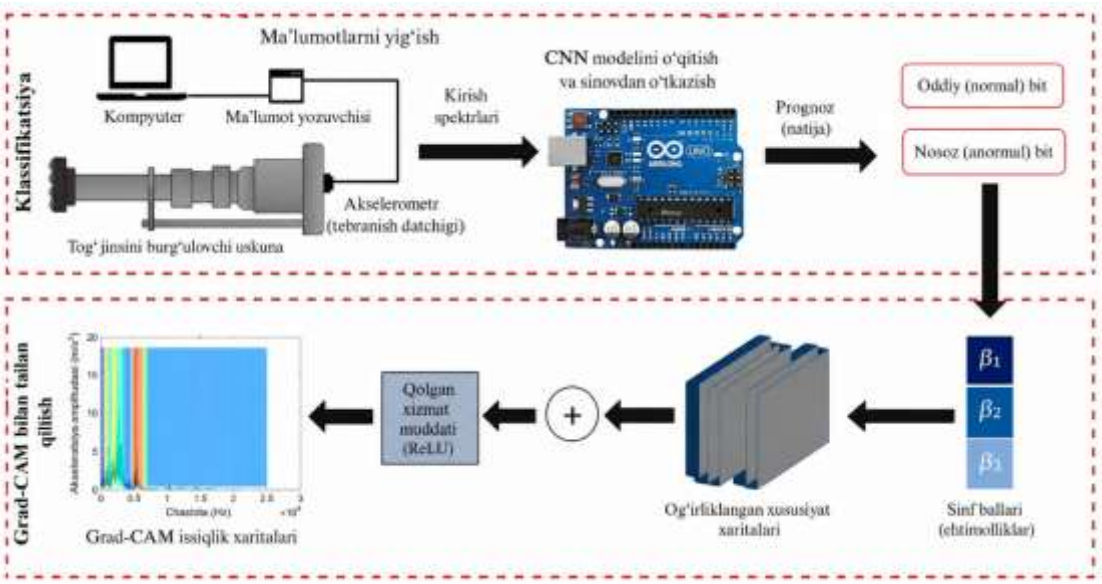
Sun’iy intellekt yordamida qurilgan model vibroakustik signal parametrlarini o‘zaro bog‘langan holda tahlil qiladi. Model signaldagi kichik o‘zgarishlarni ham hisobga olib, kesuvchi asbobning qaysi yeyilish bosqichida ekanligini aniqlaydi. Bundan tashqari, mavjud o‘zgarishlar dinamikasi asosida asbobning keyingi ishlash holati ham baholanadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonini to‘xtatmasdan turib texnologik qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi.

Kesuvchi asbob yeyilishi odatda uchta asosiy bosqichda rivojlanadi. Birinchi bosqich – boshlang‘ich moslashuv davri bo‘lib, bunda yeyilish tezligi yuqori bo‘lsa-da, qisqa vaqt davom etadi. Ikkinchi bosqich – barqaror yeyilish davri bo‘lib, asbobning asosiy xizmat muddati aynan shu bosqichga to‘g‘ri keladi. Uchinchi bosqich esa intensiv yeyilish davri hisoblanadi. Mazkur bosqichda kesuvchi qirra tez yemiriladi, kesish kuchlari ortadi va vibroakustik signal parametrlari keskin o‘zgaradi. Sun'iy intellekt modeli aynan ushbu o‘tish nuqtalarini aniqlash orqali asbobni almashtirish uchun eng maqbul vaqtni belgilaydi.




Ushbu chizmada vibroakustik signallar asosida kesuvchi asbob yeyilishini sun'iy intellekt yordamida prognozlashning umumiy algoritmi tasvirlangan. Dastlab parmalash jarayonidan mikrofon orqali akustik signallar hamda kesuvchi asbobning orqa yuzasi yeyilish qiymatlari yig‘iladi. Keyingi bosqichda olingan ma'lumotlarga EEMD va Hilbert transformatsiyasi kabi signalni oldindan qayta ishlash usullari qo‘llanilib, vaqt sohasi, chastota sohasi hamda vaqt–chastota sohasidagi spektrlar hosil qilinadi. Ushbu spektrlardan statistik xususiyatlar ajratilib, VIF (Variance Inflation Factor) usuli yordamida eng muhim parametrlar tanlab olinadi. Tanlangan xususiyatlar sun'iy intellektning sun'iy neyron tarmog‘i (ANN) modeliga uzatiladi va model asosida kesuvchi asbobning yeyilish darajasi prognoz qilinadi. Mazkur algoritm ishlab chiqarish jarayonida asbob holatini real vaqt rejimida baholash, yeyilishni erta aniqlash hamda asbobni o‘z vaqtida almashtirish orqali ishlov berish sifatini va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Parmalash jarayonida kesish tezligi, surish miqdori, materialning qattiqligi va asbob geometriyasi vibroakustik signal xususiyatlariga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Shu sababli sun'iy intellekt modeli ushbu omillarning o‘zaro ta'sirini ham hisobga olgan holda ishlaydi. Natijada prognozlash natijalarining ishonchliligi ortadi va turli ishlov berish rejimlarida ham yuqori aniqlik saqlanib qoladi.




**1-rasm. Vibroakustik signallar asosida kesuvchi asbob holatini CNN modeli yordamida aniqlash va Grad-CAM usulida izohlash algoritmi**

Ushbu rasmda vibroakustik signallar asosida kesuvchi asbob holatini sun'iy intellekt yordamida baholash va prognozlashning umumiy ishlash ketma-ketligi keltirilgan. Dastlab parmalash jarayonida o‘rnatilgan akselerometr yordamida tebranish signallari yig‘ilib, ma'lumot yozuvchi qurilma orqali kompyuterga uzatiladi. Olingan vibroakustik signallar spektr ko‘rinishiga o‘tkazilib, CNN (Convolutional Neural Network) modeliga kirish ma'lumoti sifatida yuboriladi.

CNN modeli o‘qitish va sinov bosqichlaridan so‘ng signal xususiyatlarini avtomatik tahlil qiladi hamda kesuvchi asbob holatini **normal** yoki **yeyilgan** sinflarga ajratadi. Keyingi bosqichda model tomonidan shakllantirilgan xususiyat xaritalari sinf ballari bilan baholanadi va Grad-CAM algoritmi yordamida qaror qabul qilishda eng muhim bo‘lgan spektral sohalar aniqlanadi. Natijada issiqlik xaritasi (Heatmap) hosil qilinib, modelning qaysi signal qismlariga asoslanib prognoz bergani vizual tarzda ko‘rsatiladi.

Mazkur yondashuv vibroakustik signallarni chuqur o‘rganish algoritmlari bilan qayta ishlash orqali kesuvchi asbob yeyilishini yuqori aniqlikda baholash, sun'iy intellekt modelining qarorlarini izohlash hamda ishlab chiqarish jarayonida real vaqt rejimida adaptiv monitoring tizimini yaratish imkonini beradi. Bu esa asbobning xizmat muddatini samarali boshqarish, avariyaviy nosozliklarning oldini olish va ishlov berish sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Mazkur yondashuvning yana bir muhim afzalligi shundaki, u qo‘shimcha o‘lchash operatsiyalarini talab qilmaydi. Vibroakustik signallar bevosita ishlov berish jarayonida olinadi va kesishni to‘xtatishga ehtiyoj qolmaydi. Bu esa ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, asbob resursidan oqilona foydalanish hamda tayyor mahsulot sifatini barqaror saqlash imkonini beradi.

Shunday qilib, tebranish dinamik modeli mexanik tizimlarning dinamik xatti-harakatini tavsiflovchi asosiy nazariy model bo‘lib, u parmalash jarayonida hosil bo‘ladigan vibroakustik signallarni tahlil qilish, kesuvchi asbob holatini baholash, texnologik jarayonni optimallashtirish hamda sun'iy intellekt asosida adaptiv boshqaruv tizimlarini yaratishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Zamonaviy ishlab chiqarishda vibroakustik signal oddiy matematik model sifatida emas, balki katta hajmdagi ma'lumotlar manbai sifatida qaralmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Файзиматов Ш. Н., Абдуллаев Ш. М. ДОРНАЛАР ЁРДАМИДА КИЧИК ЎЛЧАМЛИ ЧУҚУР ТЕШИКЛАРГА ИШЛОВ БЕРИШ АНИҚЛИГИ ВА САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ //Scientific progress. – 2021. – Т. 1. – №. 6. – С. 851-856.
2. Файзиматов Ш. Н., Абдуллаев Ш. М., Ўлмасов А. А. Ў. КИЧИК ДИАМЕТРГА ЭГА БЎЛГАН ЧУҚУР ТЕШИКЛАРНИ ДОРНАЛАР ЁРДАМИДА ИШЛОВ БЕРИШДА ЮЗА АНИҚЛИГИНИ ОШИРИШ //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 181-187.
3. Husanov Y. Y., Abdullayev S. M., Sattorov A. M. Mexatronika va robototexnikada virtual labaratoriyalardan foydalanish //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 7. – С. 337-342.
4. Xusanov Y. Y., Abdullayev S. M. ZAMONAVIY MEXATRONIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKA QILISH ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH //Scientific progress. – 2022. – Т. 3. – №. 3. – С. 166-171.
5. Файзиматов Б. Н., Абдуллаев Ш. М., Оқйўлова Н. И. ДОРНАЛАШНИ ҚЎЛЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИК ИМКОНИЯТЛАРИ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 1556-1563.
6. Файзиматов Б. Н., Абдуллаев Ш. М., Оқйўлова Н. И. ДОРНАЛАШНИ ҚЎЛЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИК ИМКОНИЯТЛАРИ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 1556-1563.
7. Numanovich, Fayzimatov Shuxrat, Abdullayev Shuhrat Maxmutjonovich, and Akbarov Qodirali Qurbonali o‘g‘li. "Application Of Vibroacoustic Signals In Processing Complex Surfaces Of Titanium Alloys." Academicia Globe 3.03: 161-170.
8. Numanovich, Fayzimatov Shuxrat, Abdullayev Shuhrat Maxmutjonovich, and Akbarov Qodirali Qurbonali o‘g‘li. "Application Of Vibroacoustic Signals In Processing Complex Surfaces Of Titanium Alloys." Academicia Globe 3.03: 161-170.
9. Файзиматов Ш. Н., Абдуллаев Ш. М. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ //ЖУРНАЛИ. – С. 225.
10. Файзиматов Б. Н., Файзиматов Ш. Н., Абдуллаев Ш. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА КАЧЕСТВО ОТВЕРСТИЙ СВЕРЛЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА //ЖУРНАЛИ. – С. 66.