Ultratovushli putur yetkazmasdan tekshirishda raqamli signal tahlili asosida nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini oshirish

Axmedov G‘ayratjon Mahmudjonovich

Toshkent davlat texnika universiteti

“Energe Standart” MCHJ malaka oshirish markazi o‘qituvchisi

Po’latov Asilbek Bahodirovich

Toshkent Vebster Universiteti

Iqyisodiyot yo’nalishidagi bitiruvchisi

Annotatsiya. Ushbu tezisda ultratovushli putur yetkazmasdan tekshirish jarayonida raqamli signallarni qayta ishlash asosida nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ultratovush signallariga ta’sir etuvchi akustik va strukturaviy shovqinlar, material xususiyatlari hamda nazorat sharoitlarining ta’siri tahlil qilingan. Foydali signalni shovqindan ajratish uchun raqamli filtrlash, signal-shovqin nisbatini baholash, spektral tahlil va adaptiv chegara qiymatidan foydalanishga asoslangan kompleks yondashuv taklif etilgan. Mazkur yondashuv kichik amplitudali nuqson signallarini aniqlash samaradorligini oshirish, noto‘g‘ri indikatsiyalar ehtimolini kamaytirish hamda ultratovushli tekshirish natijalarining ishonchliligi va takrorlanuvchanligini ta’minlashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: putur yetkazmasdan tekshirish, ultratovushli tekshirish, raqamli signal, raqamli signallarni qayta ishlash, nuqson, signal-shovqin nisbati, spektral tahlil, raqamli filtrlash, adaptiv chegara, aniqlash ishonchliligi, diagnostika.

Kirish. Zamonaviy sanoatda metall konstruksiyalar, payvand birikmalari, quvurlar, energetika uskunalari va boshqa mas’ul obyektlarning xavfsiz ekspluatatsiyasini ta’minlashda putur yetkazmasdan tekshirish usullari muhim ahamiyat kasb etadi. Ultratovushli tekshirish sanoat mahsulotlarida ultratovush to‘lqinlarining tarqalishi va nuqsonlardan qaytgan signallarni qayd etish asosida materialning ichki holatini baholash imkonini beradi [1, 7]. ISO 16810:2024 standartida ultratovushli tekshirishning umumiy prinsiplari, jumladan, tekshirish vositalari, o‘zgartkichlar, sezgirlik va diapazonni sozlashga doir umumiy talablar belgilangan [1].

Payvand birikmalarini ultratovushli tekshirishda nuqsonlarning joylashuvi, uzunligi va aks-sado amplitudasini baholash muhim diagnostik ko‘rsatkichlar hisoblanadi [4]. ISO 17640:2018 standartida tekshirish darajalari nuqsonlarni aniqlash ehtimoli bilan bog‘langan bo‘lib, indikatsiyalarni baholashda aks-sado amplitudasi va nuqson o‘lchamlaridan foydalanish nazarda tutilgan [4].

Raqamli ultratovushli defektoskoplarning rivojlanishi tekshirish jarayonida katta hajmdagi akustik ma’lumotlarni olish va qayta ishlash imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Biroq materialning strukturaviy xususiyatlari, akustik so‘nish, o‘zgartkich parametrlari, kontakt sharoiti hamda nuqsonning geometrik xususiyatlari qayd etiladigan signal parametrlariga ta’sir ko‘rsatadi [7]. Shu sababli nuqsondan qaytgan foydali signalni fon va strukturaviy shovqinlardan ishonchli ajratish ultratovushli diagnostikaning muhim ilmiy masalalaridan biridir.

Ultratovushli tekshirish natijalarining takrorlanuvchanligini ta’minlashda sezgirlik va vaqt bazasi diapazonining to‘g‘ri sozlanishi alohida ahamiyatga ega. ISO 16811:2025 da A-skan tasviriga ega qo‘lda boshqariladigan ultratovush qurilmalarida reflektor joylashuvi va aks-sado balandligini takrorlanuvchan aniqlash uchun sezgirlik va diapazonni sozlash qoidalari belgilangan [2].

Shu nuqtai nazardan, ultratovushli tekshirishda faqat signal amplitudasidan foydalanish bilan cheklanmasdan, signalning vaqt, chastota va energetik parametrlarini kompleks tahlil qilish asosida nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini oshirish dolzarb ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi [1, 7].

Tadqiqotning maqsadi va usullari. Tadqiqotning maqsadi ultratovushli tekshirishda qayd etilgan akustik signallarni raqamli qayta ishlash asosida nuqsonli va nuqsonsiz sohalarni ajratish mezonlarini takomillashtirish hamda nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini oshirishdan iborat.

Ultratovushli nazoratda o‘lchash diapazoni, sezgirlik va aks-sado parametrlarini barqaror aniqlash tekshirish natijalarining takrorlanuvchanligini ta’minlovchi asosiy omillardan hisoblanadi [1, 2]. Shu sababli signalni qayta ishlash jarayonini quyidagi ketma-ketlik asosida amalga oshirish taklif etiladi:

signalni qayd etish → dastlabki raqamli filtrlash → signal-shovqin nisbatini aniqlash → spektral tahlil → informativ parametrlarni ajratish → adaptiv chegara bilan taqqoslash → nuqson mavjudligi to‘g‘risida qaror qabul qilish.

Qayd etilgan signal umumiy holda:

$$x(t) = s(t) + n(t)$$

ko‘rinishida ifodalanadi, bunda x(t) — qayd etilgan signal, s(t) — foydali ultratovush signali, n(t) esa shovqin komponentidir. Ultratovush to‘lqinlarining tarqalishi va nuqsonlardan sochilishi fizik jihatdan signal shakli hamda amplitudasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [7].

Raqamli signal tahlili asosida taklif etilayotgan yondashuv. Ultratovushli signalni raqamli qayta ishlashning birinchi bosqichida foydali chastota diapazonidan tashqaridagi shovqin komponentlarini kamaytirish maqsadga muvofiq. Keyingi bosqichda signalning vaqt va chastota sohasidagi xususiyatlarini birgalikda tahlil qilish nuqson haqida olinadigan diagnostik axborot hajmini oshiradi [7].

Payvand birikmalarini tekshirishda signal-shovqin nisbati tekshirish sifatiga ta’sir qiluvchi muhim parametr hisoblanadi. ISO 17640:2018 da ham signal-shovqin nisbatiga tegishli talablar nazarda tutilgan [4].

Shu sababli tadqiqotda doimiy amplitudaviy chegara o‘rniga fon shovqinining statistik parametrlariga moslashtiriladigan adaptiv chegara qiymatidan foydalanish taklif etiladi:

$$T_{ad} = \mu_n + k\sigma_n$$

bunda μ_n — fon shovqinining o‘rtacha qiymati; σ_n — shovqinning standart og‘ishi; k — aniqlash sezgirligini belgilovchi koeffitsiyent.

Bunday yondashuv strukturaviy shovqin darajasi o‘zgaruvchan bo‘lgan materiallarda nuqson signallarini ajratish barqarorligini oshirishga yo‘naltirilgan. Bu, ayniqsa, kichik amplitudali signallarni aniqlashda va noto‘g‘ri indikatsiyalar sonini kamaytirishda muhim hisoblanadi.

Xulosa

Ultratovushli putur yetkazmasdan tekshirishda raqamli signallarni qayta ishlash usullaridan foydalanish nazorat natijalarining ishonchliligi, takrorlanuvchanligi va axborotliligini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, nuqsonlarni faqat aks-sado signali amplitudasi bo‘yicha baholash materialning strukturaviy xususiyatlari, akustik shovqinlar, signalning so‘nishi, o‘zgartkich parametrlari va akustik kontakt sharoitlari ta’sirida yetarli darajada barqaror natija bermasligi mumkin. Shu sababli signalning vaqt, amplituda, chastota va energetik parametrlarini kompleks baholashga asoslangan yondashuvni qo‘llash maqsadga muvofiq.

Taklif etilgan yondashuvda ultratovush signalini raqamli filtrlash, signal-shovqin nisbatini aniqlash, spektral parametrlarni baholash hamda fon shovqinining statistik xususiyatlariga moslashuvchi adaptiv chegara mezonidan foydalanish ko‘zda tutilgan. Bunday yondashuv foydali signallarni shovqin komponentlaridan samarali ajratish, kichik amplitudali nuqson signallarini aniqlash

imkoniyatini kengaytirish va noto‘g‘ri indikatsiyalar ehtimolini kamaytirish uchun asos yaratadi. Shu bilan birga, signallarni bir nechta informativ parametrlar bo‘yicha baholash nuqson mavjudligi to‘g‘risida qaror qabul qilish jarayonining obyektivligini oshirish imkonini beradi.

Raqamli signal tahlili natijalarini ultratovushli tekshirish vositalarining dasturiy ta’minotiga integratsiya qilish operatorning subyektiv bahosiga bog‘liqlikni kamaytirish, nazorat natijalarining takrorlanuvchanligini oshirish va avtomatlashtirilgan diagnostika tizimlarini rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin. Bunda algoritm samaradorligini etalon va sun’iy nuqsonlarga ega namunalarda eksperimental tekshirish, aniqlash ehtimoli, noto‘g‘ri ijobiy va noto‘g‘ri salbiy natijalar hamda signal-shovqin nisbati kabi ko‘rsatkichlar asosida baholash muhim ahamiyatga ega.

Shunday qilib, raqamli signal tahlili asosida ultratovushli putur yetkazmasdan tekshirishni takomillashtirish nuqsonlarni aniqlash ishonchliligini oshirish bilan bir qatorda, nazorat natijalarini miqdoriy baholash, ularning metrologik ishonchliligini ta’minlash va inson omili ta’sirini kamaytirish imkonini beradi. Kelgusida ushbu yo‘nalishda turli turdagi, o‘lchamdagi va joylashuvdagi nuqsonlar uchun ultratovush signallari ma’lumotlar bazasini shakllantirish, adaptiv algoritm parametrlarini optimallashtirish hamda nuqsonlarni avtomatik aniqlash va tasniflash usullarini ishlab chiqish ultratovushli diagnostika tizimlarining samaradorligini yanada oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO 16810:2024. *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General principles*. International Organization for Standardization, Geneva, 2024.
2. ISO 16811:2025. *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Sensitivity and range setting*. International Organization for Standardization, Geneva, 2025.
3. ISO 16823. *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Transmission technique*. International Organization for Standardization.
4. ISO 17640:2018. *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*. International Organization for Standardization, Geneva, 2018.
5. ISO 13588. *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology*. International Organization for Standardization.
6. ISO 19285. *Non-destructive testing of welds — Phased array ultrasonic testing — Acceptance levels*. International Organization for Standardization.
7. Schmerr L.W. Jr. *Fundamentals of Ultrasonic Nondestructive Evaluation: A Modeling Approach*. 2nd ed. Springer, 2016.

.