TEPLOVOZLARDA INTELLEKTUAL BORT DIAGNOSTIKA TIZIMLARINI JORIY ETISH

Nizomiddinov Umidjon Abdumutal o'g'li
Toshkent davlat transport universiteti
nizometdinovumid@gmail.com

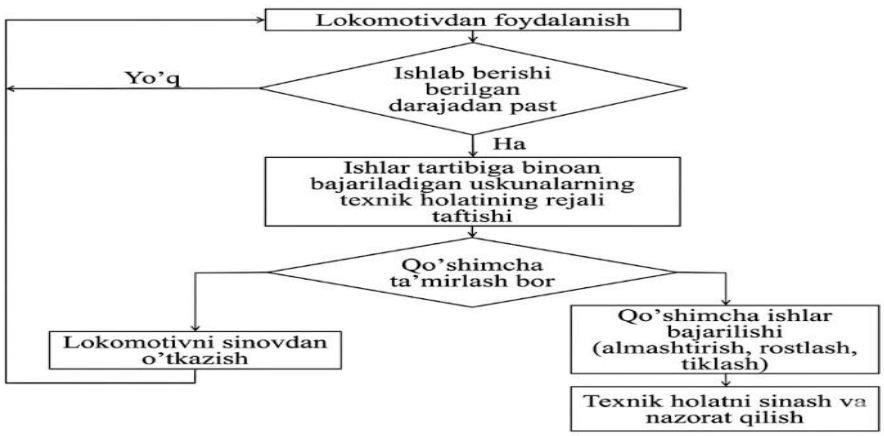
Otabek Rustamovich Xamidov
Toshkent davlat transport universiteti
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20282154

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy teplovozlarning texnik holatini boshqarishda intellektual diagnostika tizimlarini joriy etish masalalari ko'rib chiqilgan. Teplovozlarning murakkab tuzilishga ega ekanligi ularning ekspluatatsiya jarayonida doimiy nazorat va samarali texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladi. Zamonaviy diagnostika usullari yordamida lokomotivlarning texnik holatini real vaqt rejimida aniqlash va nosozliklarni oldindan bartaraf etish qilish imkoniyatlari yoritilgan.
Kalit so'zlar: teplovoz, intellektual diagnostika, bort tizimlari, raqamli monitoring

IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT ONBOARD DIAGNOSTIC SYSTEMS IN DIESEL LOCOMOTIVES

Abstract . This article discusses the implementation of intelligent diagnostic systems for managing the technical condition of modern diesel locomotives. The complex structure of diesel locomotives requires continuous monitoring and effective maintenance during their operation. The possibilities of determining the technical condition of locomotives in real time and eliminating faults in advance using modern diagnostic methods are highlighted.
Keywords: diesel locomotive, intelligent diagnostics, on-board systems, digital monitoring

KIRISH. Hozirgi vaqtda temir yo'l transporti tizimining barqaror ishlashi va yuk tashish xavfsizligini ta'minlashda lokomotiv parkining texnik holati hal qiluvchi ahamiyatga ega. O'zbekiston va boshqa MDH mamlakatlari temir yo'llarida lokomotivlarga xizmat ko'rsatishning an'anaviy rejali-oldini olish (planovo-predupreditelnaya sistema) tizimi amal qilib kelmoqda. (1.1-rasm)



1.1-rasm. Rejali-oldin olish tizim bo'yicha texnik xizmat ko'rsatish va tamirlash sxemasi

Ushbu tizimning asosiy vazifasi — ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan tabiiy eyilishlarni bartaraf etish, ehtimoliy nosozliklarning oldini olish hamda lokomotiv uzel va agregatlarining belgilangan muddatlar davomida me'yoriy ishlashini ta'minlashdir. "O'zbekiston temir yo'llari" AJ magistral teplovozlari uchun davriy xizmat ko'rsatish me'yorlari 361-N-sonli buyruq bilan tartibga solinadi.(1.1-jadval)

Lokomotivlar- ning seriyasi	Tamirlashgacha bosib o'tilgan masofasi					
	ТХК-2 soat	ТХК-3 soat	Kapital tamir (ming.km.)			
			ЖТ-1	ЖТ-3	КТ-1	КТ-2
1	2	3	4	5	6	7
2ТЭ10М / 2ТЭ116 (yo'lovchi)	24	17	30 ming.km	300 ming.km	600 ming.km	1200 ming.km
UzTE16M4(to'rt seksiyali yuk tashuvchi)	48	14 kun	50 ming.km	300 ming.km	600 ming.km	1200 ming.km
ТЭП70БС	96	-	50 ming.km	800 ming.km	1600 ming.km	-

1.1-jadval. Lokomotivlarning tamirlashgacha bosib o'tgan masofasi

"O'zbekiston temir yo'llari" AJ buyrug'i (№361-H 12.04.2021) ga asosan kundalik texnik qarov (ТХК-1) ni o'tkazish, (lokomotivlarni topshirish va qabul qilish) 20–30 daqiqa davom etadi. Kundalik texnik qarovda quyidagi asosiy ishlar bajariladi: lokomotivlarni yo'lga chiqarishdan oldin uning xavfsiz harakatini ta'minlash uchun texnik holati ko'zdan kechiriladi, yo'lda esa lokomotivlarning ishlashi kuzatib boriladi; ish vaqti tamom bo'lgach, asosiy yoki manzilga qaytish deposida lokomotiv artib tozalanadi, yonilg'i quyiladi, moylanadi va ishlash jarayonida sodir bo'lgan kamchiliklar tuzatiladi. Ikkinchi texnik qarov ТХК-2 asosiy va aylanma depolarda har xil kasbdagi ishchilar o'tkazadilar. Bunda lokomotiv detallarini tekshirish, moylash, bo'shab qolgan qismlarni mahkamlash, sozlash va boshqa ishlar bajariladi. Bu ishlarni bajarish uchun yuk tashish lokomotivlariga 1–2 soat, yo'lovchilarni tashiydigan lokomotivlarga esa 4 soat atrofida vaqt ajratiladi, har bir lokomotiv ikkinchi texnik qarovni 24–48 soatda o'tishi shart. Uchinchi va to'rtinchi texnik qarov (ТХК-3, ТХК-4) va 1-joriy tuzatish (ЖТ-1) o'tkazilayotganda asosiy depoda maxsus ishchilar tomonidan lokomotivlarning barcha agregatlari tekshiriladi. Teplovoz dizel silindrlaridan gaz chiqarish yo'llari ochiladi. Lokomotiv g'ildiraklari tekshiriladi. Bu ishlarni bajarish uchun lokomotivlarning texnik qarov va ta'mirlash ishlarida turish vaqti va davriyligi keltirilgan. Asosiy depoga biriktirilgan lokomotivlarning texnik qarovi (ТХК-1, ТХК-2, ТХК-3, ТХК-4 va қуйидаги ЖТ-1) dasturini lokomotiv depo boshlig'ining ta'mirlash bo'yicha muovini tasdiqlaydi. Bu dasturda qilinishi kerak bo'lgan ishlarni depo o'z ishchilarining kuchi bilan bajaradi. Joriy ta'mir (ЖТ-1 ва ЖТ-3) ishlari maxsus ixtisoslashtirilgan "O'zbekiston temir yo'llari" AJning "O'zbekiston", Qo'qon lokomotiv depolarida bajariladi. Kapital ta'mirlash (КТ-1, КТ-2) esa, "O'ztemiryo'lmashta'mir" unitar korxonasida bajariladi. Biroq, amaldagi tizimning jiddiy iqtisodiy va texnik kamchiliklari mavjud. Eng asosiysi — uskuna yoki agregatning haqiqiy texnik holatidan qat'i nazar, uning ichki tizimiga aralashish va qismlarga ajratishdir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, normal ishlab turgan tizimga ortiqcha aralashish ba'zan ta'mirdan keyingi kutilmagan nosozliklarga

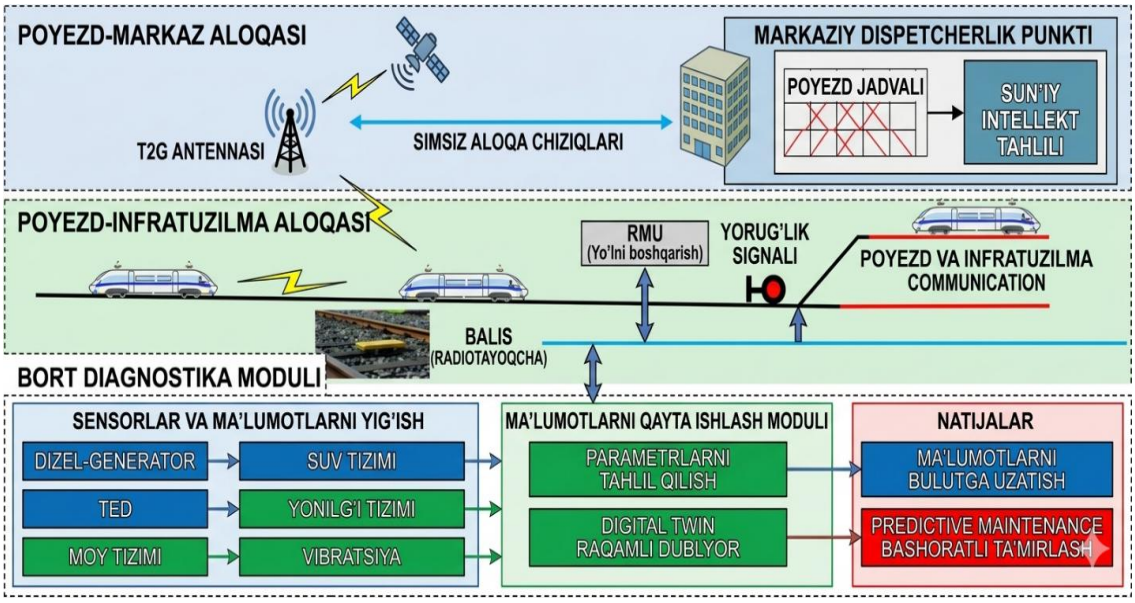
sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, turli uzellarning resursi har xilligi sababli, rejali ta’mirlar oralig‘ida to‘satdan ishdan chiqish holatlari kuzatiladi. Shu sababli, zamonaviy teplovozlarning murakkab konstruksiyasini (mikroprotsessorli boshqaruv, elektron yonilg‘i tizimi) hisobga olgan holda, intellektual bort diagnostika tizimlarini joriy etish dolzarb masala hisoblanadi. Bu tizimlar "bashoratli texnik xizmat" (Predictive Maintenance) modeliga o‘tish imkonini beradi.

Ayrim lokomotiv depolari yoki lokomotiv guruhlari uchun ta’mirlash davriyligining tabaqalashtirilgan me’yorlari mahalliy sharoitlarni hisobga olgan holda (yo‘l profili va plani, poyezdlar og‘irligi va aylanish uchastkasida harakatlanish tezliklari, aylanish uchastkasi uzunligi, lokomotivlarning bir kunkadagi o‘rtacha bosadigan yo‘li va h.k.) “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ uchun o‘rtacha me’yorlardan 20% dan katta bo‘lmagan chetlashishlar belgilab qo‘yiladi. Lokomotivlarning ta’mirlashda turib qolish vaqtining hisobi lokomotivlar mavjudligi, ular holati va ulardan foydalanish bo‘yicha yo‘riqnomalarga muvofiq amalga oshiriladi. “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ uchun lokomotiv depolari sharoitida TXK-3 texnik xizmat ko‘rsatish va lokomotiv rejali ta’mirlanishining o‘rtacha davom etish me’yorlari 1.2-jadvalda keltirilgan [1-3]. Lokomotiv depolari uchun lokomotivlarga texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash davomiyligining tabaqalashtirilgan me’yorlari Lokomotiv xo‘jaligi departamenti bilan kelishgan holda “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ uchun 1.2-jadvalda keltirilgan o‘rtacha me’yorlardan 30% dan ortiq chetlashmagan holda belgilanadi.

Lokomotivlar-ning seriyasi	Lokomotivlarning tamirlash uchun sarflanadigan vaqt					
	TXK-2 soat	TXK-3 soat	Kapital tamir (ming.km)			
			ЖТ-1 soat	ЖТ-3	КТ-1	КТ-2
1	2	3	4	5	6	7
2ТЭ10М	2	14	50	8 kun	18 kun	20 kun
UzTE16M4(to’rt seksiyali yuk tashuvchi)	5	28	70	16 kun	26 kun	28 kun
ТЭП70БС	2	-	60	15 kun	16 kun	18 kun

1.2-Jadval. Lokomotivlarning tamirlash uchun sarflanadigan vaqt

Xorijiy mamlakatlar temir yo‘l transportida shuningdek asosan texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlashning rejali-oldini olish tizimidan foydalanilib, biroq uning tuzilmasi ko‘p hollarda Rossiya temir yo‘llarida qo‘llanadigan rejali-oldini olish tizimidan ancha farq qiladi. Masalan, 1.3-jadvalda AQShda texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash tizimi 4-darajali tuzilmaga ega («Ўзбекистон темир йўллари» АЖ даги 7 даражали тузилмадан фарқли равишда) ko‘rish mumkin. Uning birinchi darajasini reyslararo texnik ko‘rik bo‘lib, u TXK-2 ga aynan o‘xshash, ammo lokomotiv brigadasi emas, balki maxsus ta’mirlash brigadasi tomonidan bajariladi. Navbatdagi darajani 15, 30 va 45 kunkada o‘tkazib amalga oshiriladigan ko‘riklar tashkil etib, ular TXK-2 va TXK-3 ko‘riklariga muvofiq keladi, ammo ularga nisbatan ancha qisqa muddatda bajariladi. Uchinchi daraja 92 kunlik davrda amalga oshiriladigan va hajmiga ko‘ra ЖТ-1 ta’miriga taxminan to‘g‘ri keladigan depodagi ta’mirlashni o‘z ichiga oladi. To‘rtinchi darajada 368 va 1104 kunga davriylik bilan bajariladigan katta hajmli ta’mirlashlar joylashtiriladi. Ko‘riklar muddatlari va hajmlari tarmoq yo‘riqnomalari orqali tartibga solinib, barcha depolar uchun majburiy hisoblanadi.



1.2-rasm. Teplovozlarning texnik holatini diagnostika qilish va boshqarishning intellektual bort tizimi sxemasi

Zamonaviy intellektual bort tizimlari nafaqat ma’lumot yig‘uvchi, balki "aqlli" qaror qabul qiluvchi markaz hisoblanadi. Diagnostika jarayonida samaradorlikni oshirish uchun quyidagi algoritmlar qo‘llaniladi:

- **PID (Proportional-Integral-Derivative) nazorati:** Teplovoz dvigatelining aylanishlar soni, moy va suv harorati kabi ko‘rsatkichlarni barqaror saqlash uchun xizmat qiladi. 91% muhandislar PID kontrollerni dizayn jihatidan sodda va muhandislik amaliyotida eng muhim boshqaruv usuli deb hisoblaydilar.
- **MPC (Model Predictive Control):** Ushbu usul teplovoz agregatlarining kelajakdagi holatini ma’lum vaqt oralig‘ida (prediction horizon) bashorat qiladi. U xarajatlarni minimallashtirish va resursni tejash uchun eng optimal ish rejimini avtomatik tanlaydi.
- **DNN (Deep Neural Networks):** Murakkab va chiziqli bo‘lmagan tizimlar uchun qo‘llaniladigan chuqur neyron tarmoqlari bo‘lib, ular datchiklardan kelayotgan "katta ma’lumotlar"ni (Big Data) tahlil qiladi. DNN inson ko‘zi bilan aniqlab bo‘lmaydigan yashirin nosozliklarni, masalan, podshipniklardagi mikrodarzlarni aniqlash imkonini beradi.

Bashoratli navigatsiya va ma’lumotlar integratsiyasi: sssAvtonom poyezd boshqaruvi va navigatsiya tizimlari yuqori harakat tezligini, yo‘lovchilar safar vaqtini qisqartirishni va qat’iy xavfsizlik talablarini ta’minlaydi. Tizim global joylashuvni aniqlash (GPS), inertsal navigatsiya va tezlik datchiklari kabi turli datchiklardan real vaqt rejimida ma’lumot oladi. Datchiklardan olingan ma’lumotlar "edge node" (chekka tugun) qurilmalariga yuboriladi, u yerda lokal holat hisob-kitoblari va kovariatsiya matritsalari shakllantiriladi. Har bir lokal filtrdan olingan natijalar darhol asosiy filtrga (main filter) yuborilib, n-o‘lchamli holat bahosi va optimal ma’lumotlar füzyoni (fusion) amalga oshiriladi. Bu esa teplovozning "Raqamli dublyori" (Digital Twin) orqali uning real texnik holatini bulutli platformalarda tahlil qilish va bashoratli ta’mirlash xulosalarini chiqarish imkonini beradi.

Xulosa:

Ushbu maqolada zamonaviy teplovozlarni texnik jihatdan diagnostika qilish tartibi ko‘rib chiqildi. Zamonaviy teplovoz tuzilishi va boshqarilishi jihatidan murakkab bo‘lib, uning muvaffaqiyatli ishlashi ekspluatatsiya jarayonidagi ishchi holati va belgilangan resursni saqlab turishga qaratilgan profilaktika chora-tadbirlarining aniq tahliliga bog‘liqdir. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy rejali-oldini olish tizimini zamonaviy intellektual diagnostika usullari bilan boyitish lozim. PID, MPC va DNN kabi

algoritmlarning tatbiq etilishi teplovoz resursini saqlash, yoqilg‘i tejamkorligi va harakat xavfsizligini yangi bosqichga ko‘tarish imkonini beradi. Bu esa o‘z navbatida lokomotivlarning majburiy to‘xtab qolish vaqtini qisqartirish va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. "O‘zbekiston temir yo‘llari" AJ buyrug‘i. Lokomotiv xo‘jaligida texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash tizimini takomillashtirish to‘g‘risida. №361-N. 12.04.2021 y.
2. Xamidov O.R. va b. Otsenka texnicheskogo sostoyaniya dizel-generatornoy ustanovki (DGU) teplovozov s pomoshyu apparatno-programmnogo kompleksa «BORT» // Universum: texnicheskiye nauki : elektron. nauchn. jurn. – 2022. – № 4(97).
3. Xamidov O.R. va b. Prognozirovaniye ostatochnogo resursa glavnoy rami i prodleniye srokov slujbi manevrovix lokomotivov na AO “UTY” // Universum: texnicheskiye nauki : elektron. nauchn. jurn. – 2022. – № 4(97).
4. Yusufov A.M., Xamidov O.R. Otsenka ostatochnogo resursa glavnix ram manevrovix teplovozov // Universum: texnicheskiye nauki : elektron. nauchn. jurn. Moskva, 2022. – S. 59-63.
5. Ablyalimov O.S., Azimov S.M. K sovershenstvovaniyu remontnogo proizvodstva elektricheskoy apparaturi lokomotivov // Elektrooborudovaniye: ekspluatatsiya i remont. – 2021. – S. 3-11.
6. Yusufov A.M., Qodirov N.S., Jamilov Sh.F., Keldibekov Z.O. “O‘zbekiston temir yo‘llari” aksiyadorlik jamiyati lokomotiv parkini texnik holatini tahlili // Yosh Tadqiqotchi Jurnali. – 2022. – № 1(1). – S. 198–205.
7. Jamilov Sh.F., Shoimkulov A.A., Yusufov A.M. Metodi ochistki vozduxa na teplovozax // Scientific progress Journal. – 2021. – S. 1380-1384.
8. Oganyan E.S. Napryajenno-deformirovannoye sostoyaniye konstruksiy ekipajnoy chasti teplovozov pri soudareniyax i avariynix stolknoveniyax // Tr. VNITI. — Vip. 79. — Kolomna, 1999. — S. 76—81.
9. Grishenko A.V., Hamidov O.R. Otsenka texnicheskogo sostoyaniya lokomotivnix asinxronnix tyagovix elektrodvigateley s ispolzovaniyem neyronnix setey // Transport Rossiyskoy Federatsii. – 2018. – № 6 (79). – S. 34-38.
10. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016.