

TEMIR YO‘L TORTUV HARAKAT TARKIBINING YUK KO‘TARUVCHI KONSTRUKSIYALARINING QOLDIQ RESURSLARINI BAHOLASH BO‘YICHA MAVJUD USUL VA YONDASHUVLAR TAHLILI

Xolboyev Mardonbek Baxrombek o‘g‘li

Toshkent davlat transport universiteti magistranti

Xamidov Otabek Rustamovich

Toshkent davlat transport universiteti dotsenti

Texnika fanlari doktori

ANNOTATSIYA

Maqolada tortuv harakat tarkibining yuk ko‘taruvchi konstruksiyasi elementlarining qoldiq manbasini baholash uchun mavjud usullar va yondashuvlar tahlili keltirib o‘tilgan. Ushbu ishda tortuv harakat tarkibini ishlatish paytida ishonchlilik ko‘rsatkichlari va ishonchliligini baholash usullarini taqdim etilgan. Texnik ob‘ektlarining ishonchliligini tavsiflovchi xususiyatlar tahlili taqdim etilgan. Harakatga ta’sir etuvchi kuchlarning ishonchliligini tasdiqlash uchun algebraik formulalar ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: qoldiq resurs, ishonchlilik, yuk ko‘tarish qobiliyati, statistik yuklanish, kvazistatik yuklanish, dinamik yuklanish, o‘zgaruvchilar, ko‘p va past tsikl yuklanishlar, Veybull tenglamasi, Mazing printsipi.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ существующих методов и подходов к оценке остаточного ресурса элементов несущих конструкций тягового подвижного состава. В данной работе представлены показатели надежности и методы оценки надежности при использовании тягового подвижного состава. Представлен анализ характеристик, характеризующих надежность технических объектов. Для подтверждения достоверности сил, действующих на движение, приведены алгебраические формулы.

Ключевые слова: остаточный ресурс, надежность, несущая способность, статистическая нагрузка, квазистатическая нагрузка, динамическая нагрузка, переменные, множественные и низкие циклические нагрузки, уравнение Вейбулла, принцип Мазинга.

KIRISH

Temir yo‘l transportidagi tortuv harakat tarkiblarini qoldiq resurs muammosining amaliy ahamiyati juda ham katta. Ilmiy-texnik taraqqiyotning zamonaviy sur‘atlarda temir yo‘l harakat tarkibi mashinalarining ma’naviy eskirishi avvalgidan tezroq bo‘lsada, ko‘plab sohalarda haqiqiy resurs iqtisodiy jihatdan maqbul qiymatlarga erisha olmadi. Oldimizda turgan eng katta muammolardan bir ushbu ma’naviy eskirgan temir yo‘l texnikasini yangisiga almashtirish iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlamaydi. Sababi temir yo‘l transportidagi aksariyat foydalanilayotgan texnikalar ma’naviy jihatdan eskirgan bo‘lsada, ularning asl resursi hali to‘liq o‘tab bo‘lmagan [1,2,3,4,5]. Hozirgi vaqtda lokomotiv parkini parkini to‘ldirish va ularni ta’mirlash uchun sarflanadigan energiya va mehnat xarajatlarini optimal variantini aniqlash dolzarb muammo bo‘lib, uning yechimi temir yo‘l transporti oldida turgan vazifalarni bajarishga yordam beradi.

ILMIY–TADQIQOT METODLARI

Bugungi kunda tortuv harakat tarkibining ishonchliligini baholashda ikkita yo‘nalish shakllangan. Ulardan birinchisi operatsion ishonchlilik bo‘lib, uning asosiy printsiplari va usullarini S. V. Serensen, V. P. Kogayev., R. M. Shneyderovich R. V. Kugel, B. S. Kuznetsova, A. M. Sheynina kabi olimlar o‘rgangan. Ushbu yo‘nalishdagi ishlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, tortuv harakat tarkibining tugunlari to‘g‘risida ma’lumot mavjud bo‘lganda ishonchlilik ko‘rsatkichlarini aniqlash tartibi, boshqacha qilib aytganda, tegishli usullarga keltirilgan. Shu bilan birga, tadqiqot usullari va operatsion ishonchliligi ham ba’zi kamchiliklarga ega bo‘lib, ularning asosiysi ma’lumot to‘lash davomiyligidir.

Ikkinchi yo‘nalish-konstruksiyani loyihalash paytida ishonchlilik ko‘rsatkichlarini aniqlash. Bu yo‘nalishda shuni ta’kidlash kerakki, akademik E. A. Chudakov tomonidan ishlab chiqilgan, zaxiradagi koeffitsientlar ko‘rinishidagi kuch uchun tuzilmalarni hisoblash usuli qismlarning resurslarini baholashga o‘tishga imkon bermaydi, bu intuitiv bashorat qilish usuli haqida, agar ishlab chiqilgan qismlar ishda yaxshi isbotlangan shunga o‘xshash qismlar bilan taqqoslansa maqsadga muvofiqdir [6,7,8].

GOST R 27.002—2009 ga muvofiq (texnologiyada ishonchlilik. Atamalar va ta’riflar) ishonchlilik deganda tayyorlik xususiyati va unga ta’sir etuvchi ishonchlilik va texnik xizmat ko‘rsatish xususiyati tushuniladi. Ishonchlilik-bu belgilangan funktsiyalarni bajaradigan, operatsion ko‘rsatkichlarini belgilangan funktsiyalarini saqlaydigan, operatsion ko‘rsatkichlarini belgilangan vaqt oralig‘ida yoki talab qilinadigan ish vaqtida ma’lum chegaralarda saqlaydigan kompleks [9,10,11].

Ishonchlilik ko'rsatkichlarini qisman, ishlab chiqarish zavodlarida stendlar yordamida va ta'mirlash korxonalaridagi turli xil sinovlar davrida aniqlash mumkin, ammo operatsion ishonchlilik to'g'risida eng to'liq ma'lumotni texnik xizmat ko'rsatish depolaridagi arxiv ma'lumotlaridan foydalanib olish mumkin. Ma'lumot to'plash tortuv harakat tarkibida amalga oshiriladi, shu bilan birga nafaqat nosozliklar va nosozliklar, turli xil ta'sirlar (texnik xizmat ko'rsatish, joriy va kapital ta'mirlash), balki harakatlanuvchi tarkibning ishlash shartlari ham qayd etiladi masalan; tashilgan yuk, harakatlanish uzunligi, turli xil yo'llardagi harakatlanish foizi va boshqalar.

Kuzatishlar natijalariga ko'ra elementlarning tipik nosozliklari aniqlanadi, ularning paydo bo'lishining sabablari aniqlanadi, ishonchliligini cheklaydigan tafsilotlar aniqlanadi, ushbu qismlarning resurslarini taqsimlash qonunlarining parametrlari va turlari mavjud, ehtiyot qismlarning stavkalari baholanadi va hokazo [12,13,14].

NATIJALAR

Mashinalar, uskunarlar va qurilmalarning ishonchliligini oshirish kelgusi o'n yillikda texnologiya va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib hisoblanadi. Texnik ob'ektlarning ishonchliligini, xizmat muddati va resurs bilan belgilanadigan chidamliligini tavsiflovchi eng muhim xususiyat. Ishonchlilik nazariyasi omillarining o'rtacha resursga va resursning tarqalishiga ta'sirini baholashga, texnik diagnostika usullari va vositalari bilan birgalikda qoldiq resursni baholashga imkon beradi.

Texnik resurs – ob'ektning foydali ishlash zaxirasini tavsiflovchi qiymatdir. GOST 27.002-89 ga binoan, resurs ob'ektning ishlash boshlanishidan yoki ta'miridan keyin qayta tiklanishidan to chegara holatiga o'tishigacha bo'lgan umumiy ish vaqti deb ataladi [15].

Qoldiq resurslarni o'lchash uchun birliklar har bir sohaga mashinalar, agregatlar va tuzilmalarning har bir sinfiga nisbatan alohida tanlanadi. Nazariya va umumiy metodologiya nuqtai nazaridan eng yaxshi va universal birlik bu vaqt birligi.

Birinchidan, texnik ob'ektning ishlash vaqti, umuman olganda, nafaqat uning foydali ishlash vaqtini, balki umumiy ish vaqti va tanaffuslarni ham o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, ushbu tanaffuslarda ob'ekt atrof-muhit ta'siriga va ekspluatatsiya paytida yuzaga keladigan yuklanishga duchor bo'ladi. Shunday qilib materiallarning xususiyatlari o'zgarishi jarayonida qarish jarayoni proparsional ravishda umumiy resursning pasayishiga olib keladi [16,17].

Ikkinchidan, resurs xizmat muddati bilan chambarchas bog'liq bo'lib, u ob'ektning chegara holatiga o'tgunga qadar ishlashining kalendar davomiyligi

sifatida belgilanadi va vaqt birliklarida o'lchanadi. Ob'ektni hisobdan chiqarishdan oldingi xizmat muddati (rejalashtirilgan, standart xizmat muddati) asosan ushbu sohadagi ilmiy va texnologik taraqqiyot sur'ati bilan bog'liq.

Uchinchidan, ob'ektning ishlash davomiyligini prognoz qilishda uning ma'lum vaqt davomida ishlashining qoldiq manbasini bashorat qilish vazifalarida bu tasodifiy jarayon bo'lib, uning argumenti vaqtdir. Shunday ekan ish vaqtida bu yerda tasodifiy vaqt funktsiyasining ma'nosini aniqlashdan iborat [18].

Temir yo'l tortuv harakat tarkibining konstruksiyalari ish jarayonida turli darajadagi va foydalanish davrida tayanch konstruksiyasiga ta'sir etuvchi (statistik, kvazistatik, dinamik, o'zgaruvchan, ko'p va kam tsikli) yuklanishlarni qabul qiladi. Bunda ham elastik, ham plastik deformatsiyalarni keltirib chiqaradi. Yuklanishlar (ta'sirlar) fazodagi tarqalish darajasi, ularning harakat tezligi va boshqa baholash parametrlari bilan tavsiflanadi. Tortuv harakat tarkibini konstruksiyasining ishlashini tekshirish uchun ta'sir qilish klassi va uning xususiyatlari o'rnatiladi, ular modelda aks ettirilishi kerak. Ta'sirning ma'lum bir sinfga mansubligi uning eng muhim xususiyatlari bilan belgilanadi, unga qarab quyidagi tasnif ko'rib chiqiladi [19].

➤ Konstruksiyada sezilarli tezlashuvga olib kelmaydigan statistik (yoki kvazistatik) ta'sirlar.

Statik yuklanishlar deganda konstruksiyaning toliqishdan buzilishi rivojlanish uchun vaqt ta'siri yoki bir martalik yoki kam takrorlanadigan yuklanishlar tushuniladi. Konstruksiyaning toliqish natijasida buzilishi yoki ishdan chiqishi olib kelishi mumkin bo'lgan bunday yuklanishlar (odatda kamroq darajada) aksariyat tortuv harakat tarkibi qismlarigata'sir etadi. Buning uchun tartuv harakat tarkibi qismlarining yuk ko'tarish qobiliyatini hisoblash statistik yoki takroriy statistik yuk ko'tarish qobiliyati va chidamlilik asosida tuzilishi kerak.

Statik yuklanish ta'sir etadigan tortuv harakat tarkibi qismlarining yuk ko'tarish qobiliyati plastik deformatsiyala va harakatga ta'siri tufayli ko'rib chiqilishi kerak, chunki ba'zi hollarda qismning cheklangan holati unda plastik deformatsiyalar mavjudligiga mos kelishi kerak.

$$n = \frac{Q_{\text{пред}}}{Q_T} \cdot \frac{Q_T}{Q_{\text{раб}}} = \frac{Q_{\text{пред}}}{Q_{\text{раб}}} \cdot n_T \quad (1)$$

Bu yerda;

$Q_{\text{пред}}$ — statik yuk ko'tarish qobiliyati qaysi mezon bilan belgilanganiga qarab, ruxsat etilgan maksimal harakatga, yuk ko'tarish qobiliyatiga yoki toliqishiga mos keladigan chegara yuklanishi;

Q_T — konstruksiyaning eng keskin nuqtalarida oqim chegarasiga erishish uchun mos keladigan yuklanish;

n_T — oqim kuchi bo'yicha hisoblashda xavfsizlik chegarasi.

Ushbu ifodada $Q_{\text{пред}} / Q_{\text{раб}}$ nisbati statik yuk ko'tarish qobiliyatini hisoblashda xavfsizlik chegarasi odatda hisoblangan rentabellik chegarasidan qanchalik farq qilishini ko'rsatadi.

➤ Tebranishlarning asosiy ohangiga yaqin o'zgaruvchanligi tufayli sezilarli tezlashuvlarni keltirib chiqaradigan dinamik ta'sirlar.

➤ Turli nuqталarda ularning qiymatlari yoki pozitsiyalarini o'zgartiradigan ta'sir o'zgaruvchilari. Ko'p hollarda ta'sir qilish o'zgaruvchilari doimiy emas. Keyin ularni diskret miqdorlar bilan tavsiflash mumkin va ta'sir mavjud bo'lgan vaqt oralig'ida ular qisqa muddatli jarayonlar sifatida qaraladi.

Keyin ularni diskret miqdorlar bilan tavsiflash mumkin va ta'sir mavjud bo'lgan vaqt oralig'ida ular qisqa muddatli jarayonlar sifatida qaraladi. Agar bu yuklanishlar ma'lum darajadan oshsa, u holda metall konstruksiyaning elementida qaytarilmas o'zgarishlar yuz bera boshlaydi, bu esa yorilishga olib keladi. Yoriq, asta-sekin rivojlanib, oxir-oqibat tortuv harakat tarkibi elementlarining tez buzilishiga olib keladi. Ushbu hodisa metallda toliqish deb ataladi.

Toliqishni aniqlashni fizik-mexanik tabiati turli usullar bilan o'rganiladi (rentgen, mikroskopik, qattqlik va mikro qattqlikni o'lchash, kumush xloriddagi polarizatsiya-optik usul, elektr va boshqalar).

Ba'zi hollarda toliqish egri chiziqlarini tavsiflash uchun Veybull tomonidan taklif qilingan tenglamadan foydalanish qulay.

$$(N_B + B)(\sigma - \sigma_{-1})^q = K \quad (2)$$

Bu yerda;

σ_{-1} — konstruksiya na'munasining chidamlilik chegarasi ya'ni buzilmasdan bardosh bera oladigan maksimal tsikl kuchlanishining eng katta qiymati,

N_B — sinov bazasi deb ataladi (odatda po'lat namunalar uchun 10 million tsikl, yengil qotishmalardan olingan namunalar uchun 50-100 million tsikl).

Statik yuk ko'tarish qobiliyatini hisoblashda xavfsizlik chegarasi quyidagicha aniqlanash mumkin:

➤ Vaqt o'tishi bilan konstruksiyaga ta'sir qiladigan qisqa muddatli ta'sirlar strukturaning ishlash muddatidan ancha past. Konstruksiyaning xizmat qilish muddati-bu yuklanish ta'sirini bo'lgan ko'p sonli takrorlanishi intervaligacha bo'lgan jarayon.

Mazingning umumlashtirilgan printsipli tsiklik deformatsiyaning egri chizig'i uchun quyidagicha aniqlanadi.

$$\frac{\bar{s}}{s_T(K)} = f\left(\frac{\bar{E}}{s_T(K)}\right) \quad (3)$$

Bu yerda;

$S_T^{(K)}$ – tsikllar soniga qarab koeffitsientlar aniqlanadi;

$\bar{E}$ – konstruksiyada to‘plangan toliqish.

Tsiklik muammolarni hal qilish uchun juda qulaydir, chunki undan bitta va tsiklik deformatsiya egri chiziqlarining o‘xshashligi kelib chiqadi va shuning uchun statik yechimlar asosida tsiklik muammoning yechimini olish mumkin.

Konstruksiyaning xizmat qilish muddatiga mos keladigan vaqt davomida uning elementiga ta’sir qiladigan uzoq muddatli ta’sirlar. Bu doimiy yoki uzluksiz jarayon bo‘lib, xuddi shu turdagi ish davrlarida yuklanish vaqtida nisbatan kichik o‘zgarishlar yuz beradi. Bunday holda, yuklanish qiymatidagi o‘zgarishlar teplovoz jihozlarining xususiyatlari va uning maqsadi (manevr, magistral) bilan belgilanadi.

Ko‘pgina texnikada foydalaniladigan turli xil mashinalarning qismlari, ayniqsa tortub harakat tarkibi, dizel dvigatellari, reaktorlar yuqori haroratlarda yuklama ostida uzoq vaqt ishlaydi. Ushbu sharoitlarda plastik deformatsiyaning ba’zi xususiyatlari va uning tarkibiy qismlarning buzilishiga yoki ishdan chiqishiga olib keladi. Siqilish natijasida deformatsiyalar o‘z vaqtida mashinaning ishlamay qoladigan chegaraviy qiymatlariga yetishi mumkin. Natijada, metall konstruksiyaning ulanish nuqtalarida elastik zo‘riqishlar tufayli asta-sekin zaiflashadi va vaqt o‘tishi bilan chegara kuchlanishlarini kamaytirish orqali ma’lum bir xizmat muddatidan yana foydalanish imkoniyati doimiy yuklanishlar ta’sirida vaqt o‘tishi bilan deformatsiyalarning sekin o‘sadi.

Umuman olganda, buzilish uchun chegara yuklanishini aniqlash uchun ushbu yuklanishning deformatsiyalarga bog‘liqligini aniqlash, cheklangan to‘planishni hisoblash kerak. Belgilangan vaqt uchun (tsikllar soni) va chidamlilik zaxirasini aniqlash uchun tsikllarning chegara sonini (vaqtini) aniqlash lozim.

$$n_N = \frac{N_{np} Q}{N_{pa6}} \quad \text{va} \quad n_t = \frac{t_{np} Q}{t_{pa6}} \quad (4)$$

Juda kam uchraydigan ta’sirlar natijasida yuzaga keladigan maxsus ta’sirlar. Zamonaviy muhandislik dasturlari orqali ularning paydo bo‘lish ehtimolini aniqlash kerak [20].

XULOSA

Strukturaviy elementlarning o‘zgaruvchan kuchlanishlar ostida uzoq muddatli ishlashi bilan (millionlab), chegara holati asosan deformatsiya (charchoq jarayoni) natijasida asta-sekin unda to‘planib boradigan metall holatidagi o‘zgarishlar bilan. Agar konstruksiyalar yuqori harorat sharoitida ishlasa, vaqtning chegara holatlarining paydo bo‘lishiga olib keladigan omillardan biriga aylanadi. Bunda metall konstruksiyasining materialining mexanik xususiyatlari bosqichma-bosqich

o'zgarishi va siljishi natijasida deformatsiyalar va yuklanishlarning konstruksiyada tekis taqsimlanishiga erishish lozim. Tortuv harakat tarkibi konstruksiyasining deformatsiyalangan holatini kinetik ma'noda ko'rib chiqish va konstruksiyasidagi yoriqlar yoki ruxsat etilgan ta'sirini mezonlarini jalb qilish asosida chegara holatlarini tahlil qilish, yuk ko'tarish qobiliyatini tavsiflovchi tegishli chegara kuchlarini, tsikllar sonini va vaqtni aniqlashga imkon beradi.

REFERENCES

1. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М. У., Кодиров, Н. С., Жамилов, Ш. Ф. У., Абдурасулов, Ш. Х., Абдулатипов, У. И. У., & Сейдаметов, С. Р. (2022). ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ГЛАВНОЙ РАМЫ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ МАНЕВРОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ НА АО "УТЙ". *Universum: технические науки*, (4-5 (97)), 47-54.
2. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М. У., Кодиров, Н. С., Жамилов, Ш. Ф. У., & Эркинов, Б. Х. У. (2022). ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ГЛАВНЫХ РАМ МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ. *Universum: технические науки*, (2-3 (95)), 59-62.
3. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М. У., Кодиров, Н. С., Жамилов, Ш. Ф. У., Эркинов, Б. Х. У., Абдулатипов, У. И. У., & Сейдаметов, С. Р. (2022). ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ (ДГУ) ТЕПЛОВОЗОВ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «БОРТ». *Universum: технические науки*, (4-5 (97)), 41-46.
4. Юсуфов, А. М., Жўраев, А. К., Вохидов, А. П., & Рахимназаров, Р. Т. (2022). ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ (ДГУ) ТЕПЛОВОЗОВ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «БОРТ». *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(9), 573-579.
5. Yusufov, A. M., Jo'rayev, A. K., Vohidov, A. P., & Raximnazarov, R. T. (2022). LOKOMOTIVLARNING TEXNIK HOLATINI BORT TIZIMI YORDAMIDA ANIQLASH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(9), 600-605.
6. Yusufov, A. M., Jo'rayev, A. K., Vohidov, A. P., & Raximnazarov, R. T. (2022). TEMIR YO'L TORTUV HARAKAT TARKIBI ISSIQLIK KUCH QURILMALARINI AVTOMATIK BOSHQARISH VA DIAGNOSTIKA TIZIMI. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(9), 613-618.
7. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М., Кудратов, Ш. И., Абдурасулов, А. М., & Азимов, С. М. (2022). ОЦЕНКА СРЕДНИХ НАПРЯЖЕНИЙ ЦИКЛА В

НЕСУЩИХ РАМАХ ТЕПЛОВОЗОВ НА ОСНОВЕ, КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО, РАСЧЕТА ОТ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК. *Academic research in modern science*, 1(9), 118-124.

8. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М., Абдурасулов, А. М., Жамилов, Ш. Ф., & Кудратов, Ш. И. (2022). ПРОДЛЕНИЮ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ГЛАВНОЙ РАМЫ ТЕПЛОВОЗА СЕРИИ ТЭМ2 С МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (МКЭ). *Инновационные подходы, проблемы, предложения и решения в науке и образовании*, 1(1), 148-153.

9. Хамидов, О. Р., Кодиров, Н. С., Юсуфов, А. М., & Абдулатипов, У. И. (2022). ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ. *Инновационные подходы, проблемы, предложения и решения в науке и образовании*, 1(1), 142-147.

10. Хамидов О.Р, Юсуфов А.М, Кудратов Ш.ИЗ Абдурасулов А.М, Жамилов Ш.М. (2022). ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА СЕРИИ ТЭМ2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6720581>.

11. Yusufov Abdulaziz, Khamidov Otabek, Zayniddinov Nuriddin, Jamilov Shukhrat, Abdurasulov Sherzamin APPLICATION OF COMPUTER- AIDED DESIGN (CAD) SYSTEMS WHEN SOLVING ENGINEERING SURVEY TASKS // *Universum: технические науки*. 2023. №3-5 (108). URL:

12. Хамидов, О. Р., Юсуфов, А. М. У., Зайниддинов, Н. С. У., Жамилов, Ш. Ф. У., & Абдурасулов, Ш. Х. (2023). ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЛОКОМОТИВОВ. *Universum: технические науки*, (2-3 (107)), 48-53.

13. Yusufov, A. (2022). О ‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI TEMIR YO‘LLARIDAGI MANEVR LOKOMOTIVLARINI TAHLILI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI. *Science and innovation*, 1(A8), 943-950.

14. Khamidov, O., Yusufov, A., Jamilov, S., & Kudratov, S. (2023). Remaining life of main frame and extension of service life of shunting Locomotives on railways of Republic of Uzbekistan. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 365, p. 05008). EDP Sciences.

15. Khamidov, O., Yusufov, A., Kudratov, S., & Yusupov, A. (2023). Evaluation of the technical condition of locomotives using modern methods and tools. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 365, p. 05004). EDP Sciences.

16. Zayniddinov, N., & Abdurasulov, S. (2022). DURABILITY ANALYSIS OF LOCOMOTIVE LOAD BEARING WELDED STRUCTURES. *Science and innovation*, 1(A8), 176-181.
17. Yusufov, A. M. O. G. L. (2022). “O ‘ZBEKISTON TEMIR YO ‘LLARI” AJ LOKOMOTIV PARKI TAHLILI. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(11), 251-258.
18. Кодиров, Н. С., Юсуфов, А. М., Хамидов, О. Р., & Валиев, М. Ш. (2022). Разработка метода для определения динамической нагруженности узлов подвижного состава с применением неразрушающего контроля. In *Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте* (pp. 98-105).
19. Хамидов, О. Р., Кодиров, Н. С., Юсуфов, А. М., & Абдулатипов, У. И. (2022). Виды повреждений несущих конструкций и технологические аспекты их возникновения. *Инновационные подходы, проблемы, предложения и решения в науке и образовании*, 1(1), 142-147.
20. Абляимов, О. С., Юсуфов, А. М., & Вохидов, А. П. (2016). Обоснование параметров перевозочной работы локомотивов дизельной тяги в эксплуатации. *Вестник транспорта Поволжья*, (4), 15-20.