AVTOMOBIL TORMOZ TIZIMINING SAMARADORLIGI VA HARAKAT XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHDA TORMOZ KOLODKALARINING O‘RNI

Tojiboyev Begjon
Andijon davlat universiteti t.f.d., professor
Bobonazarov Shukurjon
Qo‘qon davlat universiteti o‘qituvchisi

Annotatsiya. Avtomobil tormoz tizimining samaradorligi va harakat xavfsizligini ta’minlashda tormoz kolodkalarining funksional o‘rni tahlil qilindi. Kolodkaning ishqalanish koeffitsiyenti, termik barqarorligi, yeyilish darajasi, qoldiq qalinligi, sirt holati va disk bilan kontakt bir xilligining tormoz momenti, sekinlanish, tormoz yo‘li hamda avtomobilning yo‘nalish barqarorligiga ta’siri yoritildi. Mahalliy darsliklar, O‘zbekiston olimlarining tormoz jarayoni va issiqlik yuklanishi bo‘yicha ishlari, xalqaro ilmiy maqolalar hamda BMTning UN R13-H va FMVSS 135 talablaridan foydalanildi. Analitik-qiyosiy baholash asosida kolodka holatini qalinlikning chegaraviy qiymati bilangina emas, balki ishqalanish barqarorligi, harorat, yeyilish notekisligi, shovqin-tebranish va tormoz momenti bo‘yicha kompleks nazorat qilish taklif etildi. Texnik xizmat ko‘rsatish uchun bosqichma-bosqich diagnostika algoritmi va xavfga yo‘naltirilgan mezonlar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: tormoz tizimi, tormoz kolodkasi, harakat xavfsizligi, tormoz samaradorligi, ishqalanish koeffitsiyenti, tormoz yo‘li, qizish, yeyilish, diagnostika, texnik xizmat.

Аннотация. В статье проанализирована функциональная роль тормозных колодок в обеспечении эффективности тормозной системы и безопасности движения автомобиля. Рассмотрено влияние коэффициента трения, термической стабильности, износа, остаточной толщины, состояния поверхности и равномерности контакта колодки с диском на тормозной момент, замедление, тормозной путь и курсовую устойчивость. Использованы отечественные учебники, работы ученых Узбекистана, международные исследования, а также требования UN R13-H и FMVSS 135. Предложено оценивать состояние колодок комплексно — по стабильности трения, температуре, неравномерности износа, шуму, вибрации и тормозному моменту. Разработаны алгоритм поэтапной диагностики и риск-ориентированные критерии технического обслуживания.

Ключевые слова: тормозная система, тормозная колодка, безопасность движения, эффективность торможения, коэффициент трения, тормозной путь, нагрев, износ, диагностика.

Abstract. This article analyzes the functional role of brake pads in ensuring automotive braking efficiency and road safety. The effects of friction coefficient, thermal stability, wear, residual thickness, surface condition and pad–disc contact uniformity on braking torque, deceleration, stopping distance and directional stability are examined. Local textbooks, studies by Uzbek researchers, international publications, and the requirements of UN R13-H and FMVSS 135 are considered. A comprehensive condition-assessment approach is proposed in which brake pads are evaluated not only by minimum thickness but also by friction stability, temperature, uneven wear, noise, vibration and brake torque. A staged diagnostic algorithm and risk-oriented maintenance criteria are developed.

Keywords: brake system, brake pad, road safety, braking efficiency, coefficient of friction, stopping distance, heating, wear, diagnostics, maintenance.

KIRISH

Avtomobilning faol xavfsizligi ko‘p jihatdan haydovchi buyrug‘i berilganidan keyin tezlikni oldindan bashorat qilinadigan tarzda kamaytirish va transport vositasini belgilangan masofada to‘xtata olish qobiliyatiga bog‘liq. Tormoz tizimi ushbu vazifani bajaradigan asosiy boshqaruv tizimidir. Mahalliy darsliklarda ishchi tormoz tizimining samaradorligi tormoz yo‘li, tormozlanish vaqti va maksimal sekinlanish bilan baholanishi, tormoz mexanizmi esa g‘ildirakda tormoz kuchini hosil qilishi ko‘rsatilgan [1]. Diskli mexanizmda bu kuch aylanuvchi disk va ikki qo‘zg‘almas kolodka orasidagi ishqalanish orqali yuzaga keladi. Shuning uchun kolodka kichik o‘lchamli sarflanuvchi detal bo‘lsa ham, butun tormoz tizimining chiqish ko‘rsatkichlarini bevosita belgilaydi.

Tormoz kolodkasi gidravlik yoki elektromexanik yuritma hosil qilgan siqish kuchini disk sirtida tangensial ishqalanish kuchiga aylantiradi. Ushbu aylantirish samarasi kolodka materialining ishqalanish xossasi, sirtning haqiqiy kontakt maydoni, disk harorati, tezlik, bosim, namlik va yeyilish holatiga bog‘liq. Ishqalanish koeffitsiyentining yetarli bo‘lmasligi pedal kuchi bir xil bo‘lganda tormoz momentini kamaytiradi; uning beqarorligi esa sekinlanishning takrorlanuvchanligini buzadi. Chap va o‘ng g‘ildirak kolodkalari xossalaridagi farq avtomobilning tormozlanishda yon tomonga og‘ishiga, boshqaruvchanlikning yomonlashishiga va favqulodda vaziyatda to‘qnashuv xavfining oshishiga olib kelishi mumkin.

Kolodka ishlaganda avtomobil kinetik energiyasining katta qismi issiqlikka aylanadi. Qayta-qayta yoki uzoq tormozlanishda disk va kolodka harorati ko‘tariladi, organik bog‘lovchi yumshaydi yoki parchalanadi, sirt qatlamida gaz va mayda zarrachalar paydo bo‘ladi. Natijada ishqalanish koeffitsiyenti vaqtincha pasayib, fade hodisasi yuz beradi. Sovigandan keyin xossalarning tiklanish darajasi material sifati va termik shikastlanishga bog‘liq. Shunday qilib, harakat xavfsizligi uchun “sovuq” holatdagi yuqori ishqalanishning o‘zi yetarli emas; kolodka keng harorat diapazonida barqaror, yeyilishga chidamli va diskka mos bo‘lishi kerak [6, 8].

Tadqiqotning maqsadi tormoz kolodkalarining konstruktiv, materialshunoslik va ekspluatatsion ko‘rsatkichlari bilan avtomobil tormoz samaradorligi hamda

harakat xavfsizligi o‘rtasidagi bog‘lanishni asoslash, shuningdek, texnik xizmat ko‘rsatishda kolodka holatini kompleks baholash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Vazifalar sifatida kolodkaning tormoz momentini shakllantirishdagi rolini ochib berish, asosiy nosozlik va xavf zanjirlarini tasniflash, xalqaro sinov talablarini tahlil qilish, diagnostika mezonlarini aniqlash va profilaktik almashtirishga oid xavfga yo‘naltirilgan algoritm taklif qilish belgilandi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Fayzullayev va hammualliflar friksion tormoz mexanizmlarini samaradorlik, barqarorlik, muvozanatlashganlik va reversivlik mezonlari bilan baholaydi [1]. Mualliflar qizish, namlanish yoki moylanish tufayli ishqalanish koeffitsiyenti o‘zgarganda tormoz samarasi keskin o‘zgarmasligi barqaror mexanizmning muhim belgisi ekanini ko‘rsatadi. Diskli tormoz mexanizmining barabanliga nisbatan ish sharoiti o‘zgarganda barqarorroq bo‘lishi uning keng tarqalishiga sabab bo‘lgan. Shu bilan birga, diskli mexanizmning ochiq joylashuvi kolodkani suv, yo‘l changi va abraziv zarrachalar ta’siriga duchor qiladi.

Akilov, Qahhorov va Sayidov tormoz tizimiga 1-TXK va 2-TXK davrida xizmat ko‘rsatishda disklar, kolodkalar, gidravlik suyuqlik va yuritma elementlari holatini tekshirish zarurligini bayon etadi [2]. Kolodka qoplamasidagi moyni tozalash, disk va qoplama orasidagi ish sharoitini nazorat qilish hamda mexanizmning mahkamlanganligini tekshirish tormoz kuchining barqaror shakllanishi uchun zarur. Mannonovning o‘quv-uslubiy majmuasida ham tormoz mexanizmlarini diagnostikalash va texnik xizmatning davriyligi transport vositasining ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlovchi jarayon sifatida qaraladi [3].

O‘zbekiston olimlari Azimov, Valieva va Qo‘chqorov issiq iqlimda tormoz juftligining issiqlik yuklanishini baholash vosita va usullarini tahlil qilgan [4]. Bu masala O‘zbekiston sharoitida ayniqsa muhim: yuqori tashqi harorat, tog‘li yo‘llardagi uzoq tormozlanish va shahar tirbandligidagi takroriy sikllar boshlang‘ich haroratni oshiradi hamda sovish vaqtini uzaytiradi. Inagamov va hammualliflar kompozit va cho‘yan kolodkalarning ishqalanish ko‘rsatkichlarini turli tezliklarda solishtirib, kolodka konstruksiyasi va kontakt sharoiti tormoz kuchiga ta’sir qilishini ko‘rsatgan [5]. Ushbu natijalar temir yo‘l tormoziga oid bo‘lsa-da, ishqalanish juftligini kompleks baholash tamoyili avtomobil tormozlari uchun ham dolzarb.

Xorijiy tadqiqotlarda haroratning kolodka ishqalanishi va yeyilishiga kuchli ta’siri qayd etiladi. Zamonaviy sharh ma’lumotlarida ayrim materiallarda ishqalanish koeffitsiyenti 100 °C da 0,45 bo‘lgan holatdan 350 °C da 0,28 gacha pasaygani, shu bilan birga yeyilish tezligi keskin oshgani keltiriladi [6]. Termoelastik beqarorlik disk va kolodkada “issiq nuqtalar” hosil qilib, haqiqiy kontakt maydonini kamaytiradi, lokal bosim va haroratni oshiradi. Bu qayta aloqa notekis yeyilish, tebranish, shovqin va tormoz momentining pulsatsiyasini kuchaytiradi.

UN R13-H yengil avtomobillarning tormozlanish bo‘yicha tasdiqlash talablarini, jumladan samaradorlik, qizishdan keyingi fade va tormoz qoplamalarini inersiya dinamometrida taqqoslash tartibini belgilaydi [7]. Dinamometr sinovida aylanish tezligi, to‘xtash vaqti, disk yoki qoplama harorati, yuritma bosimi va tormoz momenti uzluksiz qayd etiladi. FMVSS 135 esa yengil transport vositalari

uchun turli yuk, tezlik va tizim holatlarida to‘xtash masofasi hamda g‘ildirak bloklanishiga oid talablarni belgilaydi [8]. Ushbu hujjatlar kolodkaning xavfsizlikka ta’sirini faqat qalinlik bilan emas, dinamik va termik sinovlar orqali baholash zarurligini tasdiqlaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot analitik-qiyosiy usulda bajarildi. Mahalliy darsliklar va o‘quv-uslubiy qo‘llanmalardan tormoz mexanizmining ishlash prinsipi, texnik xizmat talablari va nosozlik alomatlari olindi. O‘zbekiston olimlarining ishlari issiq iqlimdagi termik yuklanish va kompozit kolodkalarning ishqalanish xossalari bo‘yicha tahlil qilindi. Xalqaro ilmiy maqolalar kolodka yeyilishi, fade, triboqatlam, termoelastik beqarorlik va material tarkibining ta’siri bo‘yicha guruhlandi. UN R13-H va FMVSS 135 hujjatlari tormoz samaradorligini baholash mezonlarini tizimlashtirish uchun qo‘llanildi.

Kolodkaning xavfsizlikka ta’siri “sabab–holat–natija” zanjiri bo‘yicha baholandi. Sabablar material tarkibi, ishlab chiqarish nuqsoni, noto‘g‘ri o‘rnatish, supportning qotib qolishi, disk sirtining notekisligi, ortiqcha qizish va ifloslanishni qamrab oldi. Holat ko‘rsatkichlari qoldiq qalinlik, chap-o‘ng va ichki-tashqi yeyilish farqi, ishchi sirt yaltiroqlashuvi, yoriq, qatlam ajralishi, ishqalanish barqarorligi, sirt harorati va tebranish bilan ifodalandi. Natijalar tormoz momentining kamayishi yoki notekisligi, tormoz yo‘lining uzayishi, yo‘nalish barqarorligining buzilishi, shovqin va favqulodda ishdan chiqish ehtimoli bo‘yicha tasniflandi.

1-jadval.

Tormoz kolodkasi ko‘rsatkichlarining xavfsizlikka ta’siri

Kolodka ko‘rsatkichi	Tormoz jarayoniga ta’siri	Xavfsizlik oqibati	Nazorat usuli
Ishqalanish koeffitsiyenti	Tormoz momenti va sekinlanishni belgilaydi	Tormoz yo‘li uzayishi yoki keskin tormozlanish	Stend sinovi, tormoz kuchi testi
Termik barqarorlik	Qizishda fade va tiklanishni belgilaydi	Uzoq pasayishda tormoz samarasining yo‘qolishi	Harorat va dinamometr sinovi
Qoldiq qalinlik	Issiqlik sig‘imi va xizmat resursiga ta’sir qiladi	Qizish, tayanch plastinaning diskka tegishi	Ko‘rik va qalinlik o‘lchovi
Yeyilish bir xilligi	Chap-o‘ng tormoz momenti balansiga ta’sir qiladi	Yon tomonga og‘ish, boshqaruvchanlik pasayishi	Har bir kolodkani alohida o‘lchash
Sirt holati	Haqiqiy kontakt va triboqatlamni belgilaydi	Shovqin, tebranish, moment pulsatsiyasi	Vizual ko‘rik, sirt va disk nazorati
Qatlamning tayanchga birikishi	Kuchni metall plastinaga uzatadi	Qoplama ajralishi va keskin ishdan chiqish	Yoriq/ajralish ko‘rigi, ishlab chiqarish testi

Taklif etilgan diagnostika metodikasida avtomobilning yo‘l sinovi va stend ko‘rsatkichi detal ko‘rigi bilan bog‘lanadi. Birinchi bosqichda haydovchi alomatlari — pedal sezgisi, tormozlanishda og‘ish, shovqin, kuygan hid va g‘ildirak qizishi — qayd etiladi. Ikkinchi bosqichda tormoz kuchlari stendida chap-o‘ng tafovut va umumiy samaradorlik tekshiriladi. Uchinchi bosqichda g‘ildirak yechilib, ichki va

tashqi kolodkalarning qalinligi bir necha nuqtada o‘lchanadi, disk sirtidagi rang o‘zgarishi, yoriq, jo‘yak va issiq nuqta izlari baholanadi. To‘rtinchi bosqichda support yo‘naltirgichlari, porshen, shlang va yuritma holati tekshiriladi. Beshinchi bosqichda ta’mirdan keyin nazorat tormozlanishi bajariladi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Tahlil natijasida tormoz kolodkasining xavfsizlikka ta’siri uch darajada namoyon bo‘lishi aniqlandi. Birinchi daraja — energiyani o‘zgartirish: kolodka disk bilan ishqalanib, avtomobilning kinetik energiyasini issiqlikka aylantiradi va tormoz momentini hosil qiladi. Ikkinchi daraja — barqarorlik: material harorat, bosim, tezlik va namlik o‘zgarishida ishqalanish koeffitsiyentini me’yoriy oraliqda ushlab turadi. Uchinchi daraja — boshqaruvchanlik: o‘ng va chap g‘ildiraklarda bir xil xossa va kontaktni ta’minlab, avtomobilning yo‘nalish barqarorligini saqlaydi. Demak, kolodka tormoz kuchini hosil qiluvchi detal bo‘lish bilan birga, faol xavfsizlik tizimining nazorat qilinishi lozim bo‘lgan elementi hisoblanadi.

Qoldiq qalinlik muhim, biroq yakka o‘zi yetarli diagnostika mezoni emas. Me’yoriy qalinlik saqlangan kolodka sirtining moylanishi, qizib yaltiroqlashuvi, termik yoriqlanishi yoki qoplamaning tayanch plastinadan ajrala boshlashi sabab xavfli bo‘lishi mumkin. Aksincha, bir tekis va normal ishlayotgan kolodka ishlab chiqaruvchi belgilagan chegaraga yaqinlashguncha barqaror xizmat qilishi mumkin. Shuning uchun almashtirish qarori avtomobil ishlab chiqaruvchisi ko‘rsatmasi va qalinlik chegarasi bilan birga sirt, harorat, yeyilish simmetriyasi va tormoz kuchi natijalariga asoslanishi kerak.

Ichki va tashqi kolodkalarning notekis yeyilishi ko‘pincha support yo‘naltirgichi yoki porshen harakatining qiyinlashishi, noto‘g‘ri o‘rnatish yoki diskning geometrik nuqsoni bilan bog‘liq. Faqat kolodkani almashtirish ildiz sababni bartaraf etmaydi; yangi kolodka ham tez va notekis yeyiladi. Chap va o‘ng g‘ildirakdagi ishqalanish sharoitlari farqlansa, bir o‘qda tormoz kuchlari tafovuti paydo bo‘ladi. Haydovchi rulda tortish yoki kuzovning yo‘nalishdan og‘ishini sezadi. Nam yoki sirpanchiq yo‘lda bu tafovut barqarorlikni yanada yomonlashtiradi, ABS mavjud bo‘lsa ham mexanik tizimdagi asimmetriyani to‘liq bartaraf eta olmaydi.

Qizish tormoz kolodkasi xossalarini bir vaqtning o‘zida bir necha yo‘l bilan o‘zgartiradi. Bog‘lovchi matritsaning yumshashi sirtning kesilish qarshiligini kamaytiradi; gaz ajralishi kontaktni beqarorlashtiradi; disk va kolodkaning turlicha termik kengayishi kontakt maydonini o‘zgartiradi; issiq nuqtalar lokal bosimni oshiradi. Natijada fade, shovqin, tebranish va tez yeyilish bir-birini kuchaytiruvchi jarayonga aylanadi. Tog‘ yo‘lida haydovchining past uzatmadan foydalanmasdan pedalni uzoq bosib turishi yoki ortiqcha yuklangan avtomobilning tez-tez tormozlanishi bunday holatning amaliy sabablaridir.

2-jadval.

Kolodka nosozligi va xavf zanjiri

Nosozlik yoki holat	Dastlabki alomat	Rivojlanish mexanizmi	Ehtimoliy xavf
Qizib yaltiroqlashgan sirt	Tormozlanishning sustlashuvi	Haqiqiy kontakt va ishqalanish kamayadi	Tormoz yo‘li uzayadi

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

Notekis yeyilish	Avtomobilning bir tomonga tortishi	G‘ildiraklardagi tormoz momenti farqlanadi	Yo‘nalish barqarorligi buziladi
Qoplama yorig‘i yoki ajralishi	Taqillash, pulsatsiya	Kontakt maydoni keskin kamayadi	Qisman yoki to‘liq tormoz yo‘qolishi
Moy yoki suyuqlik bilan ifloslanish	Bir o‘qda kuchlar tafovuti	Ishqalanish koeffitsiyenti pasayadi	Kutilmagan og‘ish va uzoq to‘xtash
Chegaradan past qalinlik	Shovqin, ortiqcha qizish	Issiqlik sig‘imi kamayadi, metall kontakt boshlanadi	Disk shikasti va tormoz samarasining pasayishi
Supportning qotib qolishi	G‘ildirak qizishi, hid	Kolodka diskdan ajramaydi	Fade, yong‘in xavfi, yonilg‘i sarfi

Harakat xavfsizligini oshirish uchun kolodka holatini xavf darajasi bo‘yicha tasniflash taklif etiladi. Yashil daraja — qalinlik, sirt, harorat va tormoz kuchi normal, chap-o‘ng farq me’yorida. Sariq daraja — chegaraga yaqin qalinlik, yengil notekis yeyilish, shovqin yoki sirtning boshlang‘ich o‘zgarishi mavjud; rejalashtirilgan yaqin muddatli xizmat talab qilinadi. Qizil daraja — yoriq, qatlam ajralishi, moylanish, keskin notekis yeyilish, g‘ildirakning ortiqcha qizishi yoki tormoz kuchining sezilarli tafovuti; avtomobilni odatiy ekspluatatsiya qilish to‘xtatilib, nosozlik bartaraf etilishi kerak. Aniq sonli chegaralar avtomobil ishlab chiqaruvchisi va amaldagi texnik reglamentga muvofiq belgilanadi.

Kolodkani faqat bir tomonda yoki bir dona almashtirish bir o‘qdagi ishqalanish xossalarini tengsiz qiladi. Shu sabab bir o‘qdagi kolodkalar komplekt bilan almashtirilishi, disklarning qalinligi va sirt holati tekshirilishi, support mexanizmi tozalanib-sozlanishi zarur. Yangi kolodka o‘rnatilgandan keyin uning diskka moslashish davri mavjud: dastlabki tormozlanishlarda haqiqiy kontakt maydoni to‘liq shakllanmagan bo‘ladi. Ishlab chiqaruvchi tavsiya qilgan bedding-in rejimiga rioya qilish triboqatlamni bir tekis hosil qiladi va mahalliy qizishni kamaytiradi.

TORMOZ KOLODKALARINI NAZORAT QILISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH

Birinchi taklif — davriy ko‘rikni real ekspluatatsiya xavfi bilan bog‘lash. Shahar taksisi, tog‘li hudud, tirkama tortish, tez-tez og‘ir yuk tashish va agressiv haydashda kolodka standart davriylikdan oldin tekshirilishi kerak. Elektr va gibrid avtomobillarda regenerativ tormoz kolodka yeyilishini kamaytirishi mumkin, ammo kam ishlash namlik, korroziya va sirtning notekis tozalanishiga olib keladi. Demak, yurilgan masofa yagona xizmat mezoni bo‘la olmaydi.

Ikkinchi taklif — harorat va yeyilish ma’lumotlarini raqamlashtirish. Oddiy avtomobilda ko‘rik natijalari qalinlik, disk holati va aniqlangan nuqsonlar bilan elektron servis kartasiga kiritiladi. Ilg‘or tizimlarda kolodka yeyilish datchigi, g‘ildirak tezligi, tormoz bosimi va harorat modeli asosida qolgan resurs baholanadi. Bunday prognoz faqat kalibrlangan model va real ko‘rik bilan tasdiqlanganda ishonchli bo‘ladi. Datchik signali “almashtirish” qarorini avtomatik chiqarishdan ko‘ra, chuqur diagnostikaga chaqiruvchi indikator sifatida qo‘llanishi maqsadga muvofiq.

Uchinchi taklif — texnik xizmatdan keyingi validatsiya. Kolodka almashtirilgach, pedal yurishi va qattiqligi, suyuqlik sizishi, g‘ildiraklarning erkin aylanishi, tormoz stendidagi chap-o‘ng kuchlar, ABS ogohlantirishlari va nazorat yo‘l tormozlanishi tekshiriladi. Faqat detalni o‘rnatish ishni yakunlamaydi; tormoz tizimi natijaviy ko‘rsatkichi bilan qabul qilinishi lozim. UN R13-H dagi dinamometrik taqqoslash tamoyili servis darajasida to‘liq takrorlanmasa ham, “o‘rnatishdan oldingi va keyingi natijani solishtirish” sifatida qo‘llanishi mumkin [7].

To‘rtinchi taklif — haydovchi uchun tushunarli ogohlantirish mezonlari. Tormozlanishda avtomobilning tortishi, pedal pulsatsiyasi, metall ishqalanish ovozi, g‘ildirakdan kuygan hid kelishi, bir g‘ildirakning boshqasidan sezilarli issiq bo‘lishi va ogohlantirish chirog‘i xavfsizlik signali sifatida qabul qilinishi kerak. Bunday alomatlarda foydalanishni davom ettirish kolodka bilan chegaralangan kichik nosozlikni disk, support, podshipnik yoki tormoz suyuqligiga zarar yetkazuvchi murakkab nosozlikka aylantiradi.

Beshinchi taklif — ehtiyot qism sifatini boshqarish. Almashtiriladigan kolodka avtomobil turiga, disk materialiga, yuk va tezlik sharoitiga mos bo‘lishi, tasdiqlangan ishlab chiqaruvchidan olinishi va markirovkasi kuzatilishi kerak. Juda arzon, kelib chiqishi noma’lum kolodka sovuq holatda qoniqarli tuyulsa-da, qizishda fade, qatlam ajralishi yoki tez yeyilish xavfini oshirishi mumkin. Qadoq, sertifikat va partiya raqami bilan birga o‘rnatilgan sana va odometr ko‘rsatkichi servis tarixiga kiritilishi maqsadga muvofiq.

HARAKAT XAVFSIZLIGIDA EKSPLUATATSIYA VA INSON OMILI

Kolodkaning texnik holati haydovchining tormozdan foydalanish usuli bilan uzviy bog‘liq. Oldindagi vaziyatni kech baholash va qisqa masofada keskin tormozlash kolodka–disk juftligida yuqori quvvatli issiqlik oqimini hosil qiladi. Tormozlanishlar orasidagi sovish vaqti yetarli bo‘lmasa, keyingi tormozlash yuqori boshlang‘ich haroratda boshlanadi va fade ehtimoli ortadi. Ravon tezlik tanlash, xavfsiz oraliqni saqlash va oldindan sekinlashish esa nafaqat to‘qnashuvning oldini oladi, balki kolodkaning termik yuklanishi va yeyilishini kamaytiradi. Shu sabab haydovchini iqtisodiy va xavfsiz boshqarish usullariga o‘rgatish tormoz tizimining texnik resursini boshqarish chorasi ham hisoblanadi.

Tog‘li yo‘lda uzluksiz pedal bosib tushish eng xavfli ekspluatatsiya holatlaridan biridir. Bunday rejimda kolodka doimiy ishqalanib, disk sovishga ulgurmaydi; harorat oshishi bilan material xossalari o‘zgaradi va haydovchi bir xil sekinlanishni saqlash uchun pedal kuchini ko‘paytiradi. Bu esa qo‘shimcha issiqlik ajralishiga olib keladi. Past uzatma va dvigatel bilan tormozlashdan foydalanish, tezlikni pasayish boshlanishidan oldin tanlash hamda zaruratda xavfsiz joyda sovitish tormoz juftligini ortiqcha yuklanishdan saqlaydi. Suv sepib tez sovitish diskning termik deformatsiyasi va yoriqlanishiga sabab bo‘lishi mumkinligi uchun tavsiya etilmaydi.

Avtomobilning ortiqcha yuklanishi kolodkaga tushadigan energiya va kontakt bosimini oshiradi. Bir xil boshlang‘ich tezlikda massa qancha katta bo‘lsa, to‘xtatishda issiqlikka aylantirilishi lozim bo‘lgan kinetik energiya shuncha ko‘p

bo‘ladi. Shina bosimining noto‘g‘ri bo‘lishi, osma va g‘ildirak geometriyasidagi nosozliklar ham tormozlanish barqarorligini yomonlashtirib, kolodkadagi muammoning oqibatini kuchaytiradi. Shu bois harakat xavfsizligini baholashda kolodkani alohida detal sifatida emas, shina, disk, support, gidravlik yuritma, ABS va osma bilan o‘zaro ishlaydigan tizim elementi sifatida ko‘rish zarur.

Servis xodimining malakasi ham xavfsizlik zanjirining muhim qismidir. Kolodkani noto‘g‘ri yo‘nalishda o‘rnatish, ishqalanish sirtiga moy tegizish, yo‘naltirgichga mos bo‘lmagan surkov materiali qo‘llash, mahkamlash momentiga rioya qilmaslik yoki tormoz suyuqligi tizimini noto‘g‘ri havosizlantirish yangi detalning afzalligini yo‘qqa chiqaradi. Bajarilgan ish uchun nazorat varaqasi, ikkilamchi tekshiruv va tormoz stendidagi qabul sinovi inson xatosini kamaytiradi. Haydovchiga esa yangi kolodkaning moslashish davri, kuzatilishi mumkin bo‘lgan alomatlar va qayta murojaat qilish shartlari tushuntirilishi kerak.

XULOSA

Tormoz kolodkasi avtomobil tormoz tizimida yuritma kuchini diskdagi ishqalanish kuchiga aylantiruvchi, tormoz momenti va sekinlanishni bevosita shakllantiruvchi asosiy elementdir. Uning ishqalanish koeffitsiyenti, termik barqarorligi, qoldiq qalinligi, yeyilish bir xilligi, sirt holati va tayanch plastinaga birikishi tormoz yo‘li, fade’ga qarshilik, yo‘nalish barqarorligi hamda favqulodda tormozlanish ishonchliligini belgilaydi. Shu sabab kolodkani oddiy sarflanuvchi detal emas, faol xavfsizlikning kritik komponenti sifatida baholash zarur.

Tahlil kolodka holatini faqat minimal qalinlik bo‘yicha baholash yetarli emasligini ko‘rsatdi. Kompleks diagnostika haydovchi alomatlari, tormoz kuchlari stendi, ichki va tashqi kolodkalarning qalinligi, yeyilish simmetriyasi, sirt nuqsonlari, disk holati, support harakatchanligi va haroratni birlashtirishi kerak. Kolodkalar bir o‘q bo‘yicha komplekt almashtirilishi, ildiz nosozlik bartaraf etilishi va ta’mirdan keyin natijaviy tormoz samaradorligi tekshirilishi lozim.

Xavfga yo‘naltirilgan yashil–sariq–qizil tasnif, elektron servis kartasi va ekspluatatsiya sharoitiga mos ko‘rik davriyligi tormoz nosozligini erta aniqlash imkonini beradi. Kelgusi tadqiqotlarda turli kolodka materiallarining harorat–ishqalanish–yeyilish bog‘lanishini real disk–kolodka stendida tekshirish, chap-o‘ng moment tafovutining avtomobil yo‘nalish barqarorligiga ta’sirini tajribada baholash va qoldiq resursni avtomatlashtirilgan prognozlash modeli bilan birlashtirish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fayzullayev E.Z. va boshqalar. Transport vositalarining tuzilishi va nazariyasi. Darslik. Toshkent: Yangi asr avlodi, 2006.

2. Akilov A.A., Qahhorov S.Q., Sayidov M.H. Avtomobilning umumiy tuzilishi. Toshkent, 2012.

3. Mannonov J. Texnik xizmat ko‘rsatish texnologiyasi fanidan o‘quv-uslubiy majmua. Namangan: Namangan muhandislik-qurilish instituti, 2024. 239 b.

4. Azimov S.Zh., Valieva D.Sh., Qo‘chqorov L.A. Investigation of heat load parameters of friction pairs of vehicle braking systems. 2022. DOI: 10.17605/OSF.IO/B285R.

5. Inagamov S., Djabbarov Sh., Abdullaev B., Ruzmetov Y., Inoyatov K., Hurmatov Y. Study of the friction of the brake shoe of a freight car. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 401. 05036. DOI: 10.1051/e3sconf/202340105036.

6. Motor Vehicle Brake Pad Wear—A Review. Vehicles. 2025. Vol. 7. No. 2. 52. DOI: 10.3390/vehicles7020052.

7. United Nations. UN Regulation No. 13-H. Uniform provisions concerning the approval of passenger cars with regard to braking. 02 series of amendments. 2026.

8. National Highway Traffic Safety Administration. Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 135: Light Vehicle Brake Systems. 49 CFR 571.135.

9. Elzayady N., Elsoeudy R. Microstructure and wear mechanisms investigation on the brake pad. Journal of Materials Research and Technology. 2021. Vol. 11. P. 2314–2335. DOI: 10.1016/j.jmrt.2021.02.045.