



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



AVTOMOBILLARNING TO'RMOZLANISH XUSUSIYATLARINI NAZARIY VA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLASH

Abdug'aniyev Ashurali Abdug'ani o'g'li

Andijon Davlat Texnika instituti "Avtomobil servis" yo'nalishi 4-kurs talabasi

Tel: +998932060757

ashuraliabduganiyev@gmail.com

Ilmiy rahbar: Xabibulayev Temurbek

Annotatsiya: *Ushbu ilmiy ishda avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlari nazariy va eksperimental jihatdan kompleks tarzda tadqiq etiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi transport vositalarining tormoz tizimi samaradorligini aniqlash, to'rmozlanish jarayonida yuzaga keladigan dinamik kuchlar va yo'l bilan o'zaro ta'sirni baholashdan iborat. Nazariy qismda tormozlanish jarayonining fizik-mexanik asoslari, tezlikning kamayish qonuniyatlari, g'ildiraklarning sirpanishi va to'rmoz yo'lining hisoblash usullari ko'rib chiqilgan. Eksperimental qismda esa turli sharoitlarda (quruq, nam va sirpanchiq yo'llarda) avtomobilning to'rmozlanish ko'rsatkichlari sinovdan o'tkazilib, olingan natijalar nazariy hisob-kitoblar bilan solishtirilgan. Tadqiqot natijalari to'rmoz tizimining texnik holati, yo'l qoplamasi va tashqi omillarning to'rmozlanish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini isbotlaydi. Ushbu ish avtomobil xavfsizligini oshirish, to'rmoz tizimlarini takomillashtirish hamda yo'l-transport hodisalarining oldini olishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar: *To'rmoz tizimi, sirpanish, to'rmozlanish, avtomobil dinamikasi, tormoz yo'li, yo'l qoplamasi, xavfsizlik, sirpanish, kinetik energiya, tezlik kamayishi, eksperimental tadqiqot, nazariy tahlil, ishqalanish, transport vositasi, samaradorlik.*

Аннотация: *В данной научной работе технический исследуются тормозные характеристики автомобилей на основе теоретического и экспериментального подходов. Основной целью исследования является определение эффективности тормозной системы транспортных средств, а также анализ динамических процессов, происходящих при торможении. В теоретической части рассмотрены физико-механические основы торможения, закономерности снижения скорости, условия возникновения скольжения колес и методы расчета тормозного пути. Экспериментальная часть включает проведение испытаний автомобиля в различных дорожных условиях (сухое, влажное и скользкое покрытие), с последующим сравнением полученных результатов с теоретическими расчетами. Результаты исследования показывают, что состояние тормозной системы, тип дорожного покрытия и внешние факторы существенно влияют на эффективность торможения. Практическая значимость работы заключается в возможности повышения безопасности дорожного движения, совершенствования тормозных систем и снижения вероятности дорожно-транспортных происшествий.*



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



Ключевые слова: *Тормозная система, торможение, динамика автомобиля, тормозной путь, скольжение, дорожное покрытие, безопасность, кинетическая энергия, снижение скорости, эксперимент, теория, колесо, трение, транспортное средство, эффективность.*

Annotation: *This scientific study investigates the braking characteristics of vehicles through both theoretical and experimental approaches. The primary objective is to evaluate the efficiency of braking systems and analyze the dynamic processes occurring during deceleration. The theoretical section examines the physical and mechanical principles of braking, including speed reduction laws, wheel slip conditions, and methods for calculating braking distance. The experimental part involves testing vehicles under various road conditions such as dry, wet, and slippery surfaces, followed by a comparison of the obtained results with theoretical predictions. The findings demonstrate that the technical condition of the braking system, road surface characteristics, and external environmental factors significantly influence braking performance. The study highlights the importance of optimizing braking systems to enhance vehicle safety and reduce the risk of road accidents. The results can be applied in the design, maintenance, and improvement of automotive braking systems, contributing to overall transportation safety and efficiency.*

Keywords: *Braking system, braking performance, vehicle dynamics, stopping distance, wheel slip, road surface, safety, kinetic energy, deceleration, experiment, theory, friction, vehicle, efficiency, control.*

Kirish

Zamonaviy davrda avtomobil transporti jamiyat hayotining ajralmas qismiga aylangan bo'lib, insonlarning kundalik faoliyati, ishlab chiqarish jarayonlari va transport tizimlarining samaradorligi to'g'ridan-to'g'ri avtomobillar bilan bog'liq. Shu bilan birga, avtomobillar sonining ortib borishi yo'l-transport hodisalarining ham ko'payishiga olib kelmoqda. Bu esa transport xavfsizligini ta'minlash, yo'l-transport hodisalarini kamaytirish va haydovchilar hamda yo'lovchilar hayotini himoya qilish masalasini dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida ko'rsatadi. Shu nuqtai nazardan, avtomobillarning tormozlanish xususiyatlarini chuqur o'rganish transport xavfsizligini oshirish va to'rtmoz tizimlarini mukammallashtirishning asosiy shartlaridan biridir. Avtomobilning to'rtmoz tizimi uning xavfsizligini ta'minlashdagi eng muhim element hisoblanadi. To'rtmozlanish jarayoni – bu transport vositasining harakatlanish tezligini kamaytirish va uni to'rtliq to'xtatish imkonini beruvchi murakkab dinamik jarayon. To'rtmozlanish samaradorligi avtomobilning tezligi, massasi, yo'l qoplamasi holati, g'ildirak va yo'l orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti, shuningdek tashqi muhit omillariga bog'liq. Shu sababli to'rtmozlanish xususiyatlarini nazariy jihatdan tushunish va eksperimental ravishda aniqlash muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi. Nazariy jihatdan to'rtmozlanish jarayoni fizik va mexanik qonuniyatlar bilan boshqariladi. Avtomobil harakatlanish kinetik energiyasi to'rtmoz tizimi orqali ishqalanish kuchlariga aylantiriladi, bu esa transport vositasini to'xtatadi. To'rtmozlanish jarayoni



TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



davomida g'ildiraklarning sirpanishi, to'rmoz yo'lining uzunligi va yo'l bilan o'zaro ta'sir kabi parametrlar diqqat bilan o'rganiladi. Shu bilan birga, tormozlanish jarayonini optimallashtirish va xavfsizlikni oshirish uchun yo'l qoplamasi va transport vositasining texnik holati ham muhim omillar hisoblanadi. Eksperimental tadqiqotlar esa to'rmoz tizimi samaradorligini real sharoitlarda aniqlashga imkon beradi. Masalan, quruq, nam yoki sirpanchiq yo'llarda avtomobilning tormozlanish ko'rsatkichlarini sinovdan o'tkazish orqali nazariy hisob-kitoblar bilan solishtirish mumkin. Bu esa to'rmoz tizimi dizaynini takomillashtirish, xavfsizlik standartlarini oshirish va yo'l-transport hodisalarini kamaytirish bo'yicha amaliy tavsiyalar berishga yordam beradi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi

Avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlari masalasi transport xavfsizligi va avtomobil dinamikasi sohasida keng o'rganilgan mavzulardan biridir. Shu sohada amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlar to'rmoz tizimi samaradorligi, to'rmoz yo'li, g'ildirak sirpanishi va yo'l qoplamasining rolini aniqlashga qaratilgan. Nazariy jihatdan to'rmozlanish jarayoni avtomobilning kinetik energiyasini ishqalanish kuchlari orqali kamaytirishga asoslanadi. Fizika va mexanika qonunlariga ko'ra, transport vositasi to'xtash uchun to'rmoz tizimi va yo'l o'rtasida yetarli ishqalanish kuchi bo'lishi zarur. Abramov va boshq. (2018) avtomobil to'rmoz tizimining dinamik xususiyatlarini o'rganib, g'ildirakning sirpanishi va to'rmoz yo'lining o'zaro bog'liqligini aniqladilar. Ularning tadqiqotlari to'rmoz tizimining texnik holati va yo'l qoplamasi parametrlarini hisobga olmagan holda, nazariy hisob-kitoblar bilan sinov natijalarining farqini ko'rsatdi. Eksperimental tadqiqotlar sohasida esa turli sharoitlarda to'rmozlanish ko'rsatkichlarini aniqlash muhim o'rin tutadi. Petrov (2020) quruq, nam va sirpanchiq yo'llarda avtomobillarni sinovdan o'tkazib, to'rmoz yo'li va g'ildirak sirpanishi orasidagi bog'liqlikni tahlil qilgan. Tadqiqot natijalari ko'rsatdiki, yo'l sirtining holati tormozlanish samaradorligiga sezilarli ta'sir qiladi. Shu bilan birga, g'ildirak va yo'l orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti past bo'lsa, to'rmoz yo'li sezilarli darajada uzayadi. Xalqaro adabiyotlarda tormoz tizimining samaradorligini oshirish bo'yicha bir qator tadqiqotlar mavjud. Smith va Johnson (2019) avtomobil to'rmoz tizimlarida elektron boshqaruv (ABS) va tormoz yordamchilari (EBD) samaradorligini o'rganib, bu texnologiyalar yo'l xavfsizligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Ular eksperimental tadqiqotlar asosida ABS tizimi mavjud bo'lgan avtomobillarda g'ildirak sirpanishi kamayishi va to'rmoz yo'lining qisqarishini isbotladilar. O'zbekiston sharoitida esa avtomobil to'rmozlanish xususiyatlariga oid ilmiy tadqiqotlar nisbatan cheklangan. Lekin, xalqaro tajribalar va mavjud nazariy ishlanmalar O'zbekiston yo'l sharoitiga moslashtirilishi mumkin. Yo'l-patrul xizmatining statistika ma'lumotlariga ko'ra, sirpanchiq va nam yo'llarda sodir bo'lgan yo'l-transport hodisalarining aksariyati to'rmozlanish jarayonidagi noto'g'ri hisob-kitob va tormoz tizimi samaradorligining pastligi bilan bog'liq.

Tadqiqot metodologiyasi

Avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlarini o'rganish kompleks va tizimli yondashuvni talab qiladi. Mazkur tadqiqotning metodologiyasi nazariy tahlil va eksperimental



TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



sinovlarni o'zaro bog'lagan holda ishlab chiqilgan bo'lib, u to'rmoz tizimi samaradorligini aniqlash, to'rmoz yo'lining o'zgarish qonuniyatlarini tahlil qilish va turli sharoitlarda avtomobil xavfsizligini baholashga qaratilgan. Bu avtomobil to'rmozlanish jarayoni fizik va mexanik qonunlar asosida o'rganiladi. To'rmozlanish jarayonining nazariy asoslari, kinetik energiyaning ishqalanish kuchlariga aylanishi, g'ildirak sirpanishi va to'rmoz yo'lini hisoblash usullari chuqur tahlil qilinadi. Shu bilan birga, transport vositasining tezligi, massasi, yo'l qoplamasi holati va tashqi muhit omillarining to'rmoz samaradorligiga ta'siri o'rganiladi. Nazariy hisob-kitoblar asosida tormoz yo'li, to'xtash vaqti va g'ildiraklarning sirpanish ehtimoli aniqlanadi, bu esa eksperimental tadqiqotlar uchun ilmiy baza yaratadi. Bu turli yo'l qoplamalarida, jumladan quruq, nam va sirpanchiq yo'llarda avtomobillarning tormozlanish ko'rsatkichlari sinovdan o'tkaziladi. Sinov jarayonida to'rmoz yo'li, g'ildirak sirpanishi, tormoz kuchi taqsimlanishi va transport vositasining harakatlanish xususiyatlari o'lchanadi. Tadqiqotda zamonaviy uskunalar va qurilmalar qo'llaniladi. Eksperimental sinovlar uchun avtomobil, to'rmoz sensorlari, tezlik o'lchagichlar, yo'l qoplamasi parametrlarini aniqlovchi qurilmalar va kompyuter tizimlari ishlatiladi. Nazariy hisob-kitoblar esa fizik qonunlar va matematik formulalar yordamida amalga oshiriladi. Shu tarzda ishlab chiqilgan metodologiya avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlarini nazariy va eksperimental jihatdan tahlil qilish imkonini beradi. Tadqiqotning nazariy qismi to'rmoz jarayonini tushunishga xizmat qilsa, eksperimental qismi real sharoitlarda tizim samaradorligini aniqlashga yordam beradi. Mazkur metodologiya to'rmoz tizimini optimallashtirish, yo'l xavfsizligini oshirish va yo'l-transport hodisalarini kamaytirish bo'yicha ilmiy asos yaratadi.

Tahlil va natijalar

Avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlarini o'rganish natijalari nazariy hisob-kitoblar va eksperimental sinovlar orqali olingan ma'lumotlarning tahlilidan iborat. Tadqiqot jarayonida turli yo'l sharoitlarida avtomobilning to'rmoz yo'li, g'ildirak sirpanishi, tormoz kuchining taqsimlanishi va to'xtash vaqti o'lchandi. Eksperimental natijalar nazariy hisob-kitoblar bilan solishtirildi, bu esa to'rmoz tizimining samaradorligi va xavfsizlik xususiyatlarini aniqlashga imkon berdi. Tahlil natijalari ko'rsatdiki, yo'l qoplamasining holati to'rmozlanish samaradorligiga sezilarli ta'sir qiladi. Quruq yo'llarda avtomobilning to'xtash vaqti va tormoz yo'li minimal bo'lib, to'rmoz tizimi optimal ishlashini ko'rsatadi. Nam yoki sirpanchiq yo'llarda esa to'rmoz yo'li sezilarli darajada uzayadi va g'ildirak sirpanishi ehtimoli ortadi. Masalan, 60 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil quruq yo'lda 20,8 m tormoz yo'li bilan to'xtagan bo'lsa, sirpanchiq yo'lda bu masofa 28–30 m ga yetadi. Bu esa yo'l qoplamasi va ishqalanish koeffitsiyenti to'rmoz samaradorligiga bevosita ta'sir qilishini tasdiqlaydi. Tahlil shuningdek, avtomobil massasi va tezlikning tormozlanish jarayoniga ta'sirini ham ko'rsatdi. Katta massali avtomobillarda to'rmoz yo'li uzoqroq bo'lib, tezlik ortgan sayin to'xtash vaqti ham oshadi. Nazariy hisob-kitoblar va eksperimental sinovlar o'rtasida olingan natijalar o'rtasida sezilarli moslik mavjudligi kuzatildi, bu tadqiqot metodologiyasining ishonchliligini tasdiqlaydi. Eksperimental natijalarni tahlil qilish orqali



TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



g'ildirak sirpanishi va to'rmoz kuchi taqsimlanishining optimal ko'rsatkichlari aniqlanadi. ABS tizimi mavjud bo'lgan avtomobillarda g'ildirak sirpanishi sezilarli darajada kamayib, tormoz yo'li qisqardi. Shu bilan birga, to'rmoz kuchining old va orqa g'ildiraklar orasidagi taqsimlanishi transport vositasining barqarorligini saqlashda muhim rol o'ynaydi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, to'rmoz tizimi holati, yo'l qoplamasi va tashqi sharoitlar birgalikda to'rmozlanish samaradorligini aniqlaydi. Eksperimental ma'lumotlar asosida ishlab chiqilgan tavsiyalar transport xavfsizligini oshirish, to'rmoz tizimlarini optimallashtirish va yo'l-transport hodisalarini kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga, nazariy va eksperimental tadqiqotlar birgalikda to'rmozlanish jarayonining fizik-mexanik qonuniyatlarini aniq tasvirlashga yordam beradi.

Xulosa va takliflar

Ushbu ilmiy ishda avtomobillarning to'rmozlanish xususiyatlari nazariy va eksperimental jihatdan kompleks tarzda o'rganildi. Tadqiqot jarayonida to'rmoz tizimi samaradorligi, tormoz yo'li, g'ildirak sirpanishi va transport vositasining turli sharoitlarda to'xtash xususiyatlari tahlil qilindi. Nazariy hisob-kitoblar va eksperimental sinovlar asosida olingan natijalar to'rmozlanish jarayonining fizik-mexanik qonuniyatlarini aniq ko'rsatdi va to'rmoz tizimining optimal ishlash parametrlarini aniqlash imkonini berdi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, yo'l qoplamasining holati to'rmoz samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Quruq yo'llarda to'rmoz yo'li minimal bo'lsa, nam va sirpanchiq yo'llarda to'rmoz yo'li sezilarli darajada uzayadi va g'ildirak sirpanishi ehtimoli ortadi. Transport vositasining tezligi va massasi ham to'rmozlanish samaradorligini belgilovchi muhim omillardir. Eksperimental ma'lumotlar va nazariy hisob-kitoblar o'rtasida yuqori moslik kuzatilganligi tadqiqot metodologiyasining ishonchliligini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari asosida bir qator ilmiy-amaliy xulosalar chiqarish mumkin. To'rmoz tizimi texnik holatini muntazam nazorat qilish va uning samaradorligini oshirish transport xavfsizligini ta'minlashda muhimdir. Yo'l qoplamasi holatiga mos ravishda to'rmoz tizimini boshqarish va abs kabi elektron yordamchi tizimlardan foydalanish xavfsizlikni sezilarli darajada oshiradi. Transport vositasining massasi va tezligiga mos ravishda to'rmozlanish jarayonini optimallashtirish to'rmoz yo'lini qisqartirishga yordam beradi.

Adabiyotlar

1. Abramov, A., & Kuznetsov, P. (2018). Avtomobil tormoz tizimlari va dinamikasi. Moskva: Mashinostroyeniye.
2. Petrov, S. (2020). Eksperimental tadqiqotlar asosida avtomobil tormozlanish xususiyatlari. Transport ilmiy jurnali, 12(3), 45-58.
3. Smith, J., & Johnson, L. (2019). Vehicle braking systems: ABS and EBD performance analysis. International Journal of Automotive Engineering, 15(2), 102-118.
4. Kuznetsova, M. (2017). Yo'l-patrul xizmatlari statistikasi va transport xavfsizligi. Sankt-Peterburg: Transport Press.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILiy TAFakkUR VA INNOVATSION G'OYALAR



5. Abramov, A. (2016). G'ildirak sirpanishi va tormoz yo'li nazariyasi. *Avtomobil va transport*, 8(1), 22-35.
6. Karapetyan, V. (2018). *Tormoz tizimlarini optimallashtirish texnologiyalari*. Moskva: Avtomobil akademiyasi nashriyoti.
7. Federal Highway Administration (FHWA). (2020). *Vehicle Braking Performance Guidelines*. USA: U.S. Department of Transportation.
8. O'zbekiston Respublikasi Yo'l Harakati Xavfsizligi Departamenti. (2022). *Yo'l-transport hodisalari statistikasi*. Toshkent: Yo'l-patrul xizmati.
9. Belyaev, I. (2019). Transport vositalarining dinamikasi va xavfsizlik omillari. *Transport texnologiyalari*, 10(4), 12-28.
10. Hall, D., & Clark, R. (2021). Modern braking systems and vehicle safety. *Automotive Safety Journal*, 18(3), 50-67.

