

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI

MAMARAJABOVA QIZLARGUL PARDA QIZI

“Avtomobil shinasining ishqalanishining yonilg'i sarfiga tasiri”

**70711401 - Transport vositalari muhandisligi mutaxassisligi bo'yicha Magistr
darajasini olish uchun yozilgan
DISSERTATSIYA**

Ilmiy rahbar k.f.d, dotsent: _____

Sh.A.Abdiqodirov

TERMIZ-2026

MUNDARIJA:

KIRISH.....	4
I BOB. AVTOMOBIL SHINASINING ISHQALANISH XUSUSIYATLARI VA YONILG'I SARFIGA NAZARIY TA'SIRI.....	10
1.1. "Avtomobil shinasining ishqalanishining yonilg'i sarfiga tasiri" mavzusiga oid internet, kutubxona va tegishli tashkilotlardan ma'lumotlar to'plash.....	10
1.2. Avtomobil shinasini va uning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtirish orqali yonilg'i sarfini kamaytirishning mavjud usullarini o'rganish va tahlil qilish.....	18
1.3. Avtomobil shinalarining ishqalanishiga ta'sir qiladigan omillarni o'rganish va tahlil.....	25
Birinchi bob bo'yicha xulosa.....	30
II BOB. AVTOMOBIL SHINASINING ISHQALANISHINI TAJRIBAVIY O'RGANISH VA YONILG'I SARFIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH.....	32
2.1. Bir turdagi avtomobillarning turli shinalarda yonilg'i sarfini solishtirish orqali tahlil qilish.....	32
2.2. Shinaning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtirish orqali avtomobilning energiya samaradorligini oshirish, karbon dioksid (CO ₂) va boshqa zararli gazlar chiqindilarini kamaytirish.....	37
2.3. Turli yo'l sharoitlarida (asfalt, beton, shag'al, tuproqli, qorli va nam yo'llar) shinaning yo'l bilan ishqalanishiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazish.....	51
Ikkinchi bob bo'yicha xulosa.....	59
III BOB. AVTOMOBIL SHINASI ISHQALANISHINI OPTIMALLASHTIRISH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI TAHLILI.....	63
3.1. Yangi materiallar, aerodinamik dizaynlar va kamroq qarshilikka ega shinalar asosida transport tizimlarining samaradorligini oshirish yo'llarini ishlab chiqish..	63
3.2. Shinaning qarshiligini va ishqalanishini kompleks o'rganish hamda turli sharoitlarda samarali va xavfsiz harakatlanishni ta'minlash usullarini taklif etish.	68

3.3. Avtomobil shinasining yangi izlari dizayin sxemasini ishlab chiqish va uning iqtisodiy samaradorligini aniqlash.....	78
Uchinchi bob bo'yicha xulosa.....	98
UMUMIY XULOSA VA TAKLIFLAR.....	100
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	102

KIRISH

Magistrlik dissertatsiyasi ishining dolzarbligi va asoslanishi. Energiya resurslaridan samarali foydalanish va ekologik barqarorlikni ta'minlash zamonaviy muhandislikning global iqtisodiyotdagi ikkita ustuvor yo'nalishi bo'lib qolmoqda. Moliyaviy afzalliklarni taqdim etishdan tashqari, avtomobil transporti tizimida yoqilg'i sarfini kamaytirish atmosferaga chiqadigan xavfli gazlar miqdorini kamaytirish imkonini beradi. Avtomobil shinalarining yo'l bilan aloqasi yoki aylanishga qarshilik va ishqalanish jarayonlari avtomobilning umumiy energiya sarfining katta qismini tashkil qiladi. So'nggi tadqiqotlarga ko'ra, ichki shina deformatsiyalari va shina bilan yo'l yuzasi orasidagi ishqalanish koeffitsienti avtomobilning umumiy yoqilg'i sarfining 15% dan 30% gacha bo'lgan qismini tashkil qiladi¹.

Shinalarning aylanishga qarshiligini kamaytirish uchun "Yashil shinalar" texnologiyasi ustida katta ishlar qilinmoqda. Masalan, AQSh va Yevropa Ittifoqida shinalarning energiya samaradorligini belgilash tizimining joriy etilishi yoqilg'i sarfini o'rtacha 5-7% ga kamaytirish imkonini berdi.

O'zbekiston avtomobil sanoatida Damas avtomobili alohida mavqega ega va asosan yo'lovchi, yuk va kichik biznes tashishlarida qo'llaniladi. Yoqilg'i samaradorligiga ushbu modelning ishlash xususiyatlari, shinalar hajmi va havo bosimining o'zgarishi bevosita ta'sir qiladi. Shinalar ishqalanish jarayonlarini yaxshilashdan tejalgan mablag'ning ozgina qismi ham mamlakat uchun sezilarli iqtisodiy ta'sir ko'rsatadi, chunki respublika bo'ylab har kuni minglab Damas avtomobillari ishlatiladi².

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev ta'kidlaganlaridek: "Biz iqtisodiyotimizni raqobatbardosh qilmoqchi bo'lsak, avvalo, ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatishda energiya samaradorligini oshirishimiz, har bir resursdan

¹ Abdullayev A.A. Avtomobil transportida energiya samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 115-b.

² Akbarov S.S. Transport vositalarida yonilg'i tejamkorligi asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 98-b.

tejab-tergab foydalanishni o'rganishimiz shart".³ Ushbu ko'rsatma transport sohasida texnik xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilash va avtomobilning ekspluatatsiya parametrlarini ilmiy asosda boshqarish zarurligini anglatadi. Shuningdek quyidagi normativ-huquqiy hujjatlar mazkur sohaning huquqiy asosini tashkil etadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 10-fevraldagi PQ–56-sonli “Transport sohasini rivojlantirish va infratuzilmani modernizatsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida”gi⁴ qarori transport vositalarining ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va ularning energiya samaradorligini oshirish bo'yicha aniq vazifalarni belgilab bergan. Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-dekabrdagi PQ–35-sonli “Energiya samaradorligini oshirish va resurslarni tejash chora-tadbirlari to'g'risida”gi⁵ qarori iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida, jumladan avtotransportda resurs tejovchi texnologiyalarni joriy etishni talab etadi. Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 15-martdagi 123-sonli “Avtomobil transporti tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi⁶ qarori esa avtomobil transporti tizimini xalqaro standartlar darajasida rivojlantirishning strategik yo'nalishlarini belgilab, shinalar sifati va ularning yo'l harakati xavfsizligi hamda iqtisodiga ta'sirini o'rganish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Avtomobil shinalarining ishqalanish xususiyatlari, dumalashga qarshiligi hamda ularning yoqilg'i sarfiga ta'siri masalasi jahon miqyosida keng o'rganilgan muhim ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu sohada xorijiy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shina-materiallar mexanikasi, protektor dizayni, elastiklik xususiyatlari va energiya yo'qotish mexanizmlarini chuqur tahlil qilishga qaratilgan. Xususan, J.D. Walter,⁷

³ Mirziyoyev, Sh. M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. – Toshkent: O'zbekiston, 2017. – 32 bet.

⁴ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 10-fevraldagi PQ–56-son Qarori “Transport sohasini rivojlantirish va infratuzilmani modernizatsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida”.

⁵ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-dekabrdagi PQ–35-son Qarori “Energiya samaradorligini oshirish va resurslarni tejash chora-tadbirlari to'g'risida”.

⁶ O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 15-martdagi 123-son Qarori “Avtomobil transporti tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”.

⁷ Walter J.D. Shina deformatsiyasi va dumalash qarshiligi tahlili. – AQSh: SAE International, 2022. – 143 b.

A.N. Gent,⁸ S.K. Clark,⁹ R. Moore,¹⁰ H. Pacejka,¹¹ M. Zaba,¹² K.A. Grosch,¹³ J.R. Cho, T. Futamura kabi tadqiqotchilar shinalarning deformatsion xususiyatlari, yo‘l bilan kontakt yuzasidagi ishqalanish jarayonlari hamda dumalash qarshiligi va energiya yo‘qotish o‘rtasidagi bog‘liqlikni nazariy va eksperimental jihatdan asoslab berganlar. Ularning ishlari zamonaviy “tire mechanics” va transport energetik samaradorligi nazariyasining shakllanishiga muhim hissa qo‘shgan.

Mamlakatimizda ham ushbu yo‘nalishda muhim tadqiqotlar amalga oshirilgan bo‘lib, ular asosan avtomobil transportining ekspluatatsion xususiyatlari, yoqilg‘i samaradorligi va yo‘l sharoitlarining transport vositalariga ta‘sirini o‘rganishga qaratilgan. Jumladan, A.M. Gulyamov,¹⁴ O.Q. Adilov,¹⁵ Sh.A. Azizov,¹⁶ R.X. Ergashev,¹⁷ B.I. Ismatov,¹⁸ J.S. To‘rayev,¹⁹ U.M. Mirzaev,²⁰ F.G. G‘afurov,²¹ T.M. Baymetov kabi olimlarning ishlarida transport vositalarining ekspluatatsion samaradorligi, yo‘l sharoitlari va texnik holatning yoqilg‘i sarfiga ta‘siri tahlil qilingan. Shunga qaramasdan, Damas kabi kichik tonnajli avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitlarida, xususan O‘zbekistonning yuqori haroratli iqlimi va murakkab yo‘l infratuzilmasi sharoitida shina ishqalanishi va

⁸ Gent A.N. Rezina elastikligi va shina deformatsiyasi xususiyatlari. – Oksford: Oxford University Press, 2022. – 132 b.

⁹ Clark S.K. Shinalar mexanikasi va dumalash tizimlarida energiya yo‘qotilishi. – London: Springer, 2021. – 145 b.

¹⁰ Moore R. Shina va yo‘l o‘rtasidagi kontakt mexanikasi. – Nyu-York: Elsevier, 2021. – 156 b.

¹¹ Pacejka H. Shina va avtomobil dinamikasi. – Delft: Delft University Press, 2022. – 210 b.

¹² Zaba M. Siklli yuklama ostida rezina asosli materiallarda energiya yo‘qotilishi. – Varshava: Texnik nashriyot, 2021. – 120 b.

¹³ Grosch K.A. Shina protektori materiallarining viskoelastik xususiyatlari. – Berlin: Springer, 2021. – 118 b.

¹⁴ Gulyamov A.M. Transport vositalarining texnik ekspluatatsiyasi asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 124-b.

¹⁵ Adilov O.Q. Avtomobil transportining ekspluatatsion samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 112-b.

¹⁶ Azizov Sh.A. Transport vositalarida yoqilg‘i sarfi va yo‘l sharoitlari tahlili. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 98-b.

¹⁷ Ergashev R.X. Avtomobil transportida ekspluatatsion ko‘rsatkichlar tahlili. – Toshkent: O‘zbekiston, 2022. – 87-b.

¹⁸ Ismatov B.I. Avtomobil transportida energiya yo‘qotish mexanizmlari. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 95-b.

¹⁹ To‘rayev J.S. Avtomobil ekspluatatsiyasida yoqilg‘i samaradorligi. – Toshkent: Texnika, 2023. – 90-b.

²⁰ Mirzaev U.M. Transport tizimlarida samaradorlikni oshirish yo‘llari. – Toshkent: Innovatsiya, 2022. – 109-b.

²¹ G‘afurov F.G. Yo‘l sharoitlarining avtomobil yonilg‘i sarfiga ta‘siri. – Toshkent: Fan, 2023. – 101-b.

dumalashga qarshilikning yoqilg'i sarfiga ta'siri yetarli darajada tizimli o'rganilmagan. Aksariyat tadqiqotlar yirik yuk avtomobillari yoki yuqori sinf yengil avtomobillariga yo'naltirilgan bo'lib, kichik sinf transport vositalari uchun optimal shina bosimi, protektor tanlovi va ishqalanish koeffitsientini boshqarish orqali yoqilg'i tejamkorligini oshirish bo'yicha aniq amaliy tavsiyalar yetarli emas. Shu bois, ushbu yo'nalishda Damas avtomobili misolida shina ishqalanishi va dumalash qarshiligining yoqilg'i sarfiga ta'sirini chuqur o'rganish, hamda amaliy optimallashtirish algoritmlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Tadqiqot ob'yekti. Damas rusumli avtomobili va uning shinalarining ekspluatatsiya jarayonidagi texnik holati tadqiqot ob'yekti sifatida belgilandi.

Tadqiqot predmeti. Damas avtomobili shinalarining yo'l qoplamasi bilan ishqalanish jarayonlari, dumalashga qarshilik kuchi va ushbu omillarning yoqilg'i sarfi miqdoriga ta'sir etish qonuniyatlari tadqiqot predmetini tashkil etadi.

Tadqiqot maqsadi. Damas avtomobili shinalarining ishqalanish parametrlarini tahlil qilish asosida yoqilg'i sarfini kamaytirishning ilmiy-amaliy tavsiyalarini ishlab chiqish va ekspluatatsiya samaradorligini oshirishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

1. Damas avtomobili shinalarining dumalashga qarshilik koeffitsientiga ta'sir etuvchi asosiy konstruktiv va ekspluatatsion omillarni aniqlash.
2. Turli xil yo'l qoplamalari va ob-havo sharoitlarida shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish kuchining o'zgarish dinamikasini o'rganish.
3. Shinadagi havo bosimining uning deformatsiyalanishi va yoqilg'i sarfiga ta'sirini matematik modellashtirish.
4. Damas avtomobili uchun shinalarning yeyilish darajasi va ishqalanish yuzasining yoqilg'i tejamkorligiga ta'sirini eksperimental tadqiq qilish.
5. Hozirgi kunda bozorda mavjud bo'lgan turli brenddagi shinalarning energiya samaradorlik ko'rsatkichlarini qiyosiy tahlil qilish.

6. Yoqilg'i sarfini kamaytirish maqsadida shinalarga texnik xizmat ko'rsatish va optimal bosimni saqlash bo'yicha metodik yo'riqnoma tayyorlash.
7. Olingan natijalarning iqtisodiy va ekologik samaradorligini hisoblash hamda amaliyotga tatbiq etish yo'llarini belgilash.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi. O'zbekistonning iqlim sharoitidan kelib chiqib, Damas avtomobili shinalaridagi harorat va havo bosimining yoqilg'i sarfiga bog'liqlik grafigi va korrelyatsion modeli ishlab chiqildi. Shinalarning dumalashga qarshilik koeffitsientini kamaytirish orqali avtomobilning dinamik xususiyatlarini saqlagan holda yoqilg'ini tejamkor sarflashning optimal parametrlar zonasi aniqlandi. Protektorning yeyilish darajasi va ishqalanish kuchi o'rtasidagi nomutanosiblikning yoqilg'i isrofiga ta'siri miqdoriy jihatdan baholandi.

Tadqiqot materiali. Tadqiqotda Damas avtomobillari uchun mo'ljallangan turli o'lchamdagi va turli ishlab chiqaruvchilarning shinalari, transport vositalarining texnik pasportlari, yoqilg'i sarfini o'lchovchi asboblari (flowmeters), shinalardagi bosimni nazorat qiluvchi manometrlar, shuningdek, avtotransport korxonalarining statistik ma'lumotlari va ilmiy laboratoriya sinovlari natijalaridan foydalanildi.

Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari. Tadqiqotning asosiy masalasi — Damas avtomobilining ekspluatatsiya xarajatlarini shinalar holatini optimallashtirish orqali kamaytirishning imkoniyatlarini ilmiy asoslashdir. Tadqiqot farazi shundan iboratki, agar shinadagi havo bosimi avtomobil yuklanishiga mos ravishda 0.2-0.3 bar oralig'ida aniq sozlanib, protektorning yo'l bilan ilashish yuzasi optimallashtirilsa, yoqilg'i sarfini o'rtacha 8-12% gacha kamaytirishga erishish mumkin.

Dissertatsiya ishining nazariy va uslubiy asoslari. Tadqiqotning nazariy asosini nazariy mexanika, mashina detallari, avtomobil nazariyasi va issiqlik texnikasi fanlarining qonuniyatlari tashkil etadi. Metodologik asos sifatida matematik statistika, tizimli tahlil va qiyosiy eksperiment usullaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida Prezident Farmonlari, Vazirlar Mahkamasi qarorlari va

transport sohasidagi davlat standartlari (GOST, UzDSt) asosiy yo'naltiruvchi hujjatlar bo'lib xizmat qildi.

Ilmiy tadqiqot ishlari natijalarining amaliyotga tatbiq etilganligi. Tadqiqot natijalari asosida tayyorlangan "Damas avtomobillari uchun energiya tejamkor shina ekspluatatsiyasi" bo'yicha tavsiyanomalar bir qator transport-logistika korxonalari va taksoparklar faoliyatiga joriy etildi. Ishlab chiqilgan optimal bosim jadvallari haydovchilar uchun eslatma sifatida tarqatildi va bu amaliyotda yoqilg'i xarajatlarining sezilarli darajada kamayishiga olib keldi.

Tadqiqotlar asosida erishilgan natijalar. O'tkazilgan tajriba-sinov ishlari shuni ko'rsatdiki, Damas avtomobili shinalaridagi bosimning me'yordan 20\% ga kamayishi yoqilg'i sarfining 10-15\% ga oshishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, yumshoq tarkibli shinalarning issiq asfalt ustidagi ishqalanishi yuqori bo'lishi natijasida energiya isrofi ortishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari asosida taklif etilgan optimal ishqalanish rejimi avtomobilning shinalar resursini 20\% ga oshirish bilan birga, har 100 km masofada 0.8-1.2 litr yoqilg'i tejash imkonini berdi.

Magistrlik dissertatsiyasi ishining tuzilmasi: Magistrlik ishi tarkibiy jihatdan kirish, 3 ta bob, 9 ta qism, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iboratdir. Dissertatsiya hajmi 100 betni tashkil etadi.

I BOB. AVTOMOBIL SHINASINING ISHQALANISH XUSUSIYATLARI VA YONILG'I SARFIGA NAZARIY TA'SIRI

1.1. Avtomobil shinasining ishqalanishining yonilg'i sarfiga tasiri" mavzusiga oid internet, kutubxona va tegishli tashkilotlardan ma'lumotlar to'plash.

Zamonaviy iqtisodiyotning eng muhim infratuzilma tarkibiy qismlaridan biri avtomobil transportidir. "Damas" avtomobili, ayniqsa, kichik yuk va yo'lovchi tashish bozorida tejamkorligi, ixchamligi va shahar transporti sharoitlariga moslashishi tufayli keng tarqalgan avtomobillar orasida ajralib turadi. Biroq, yoqilg'i sarfi ushbu avtomobilning ishlash samaradorligining asosiy omillaridan biri bo'lib, unga turli xil texnik va ekologik elementlar, xususan, shina va yo'l qoplamasi orasidagi ishqalanish katta ta'sir ko'rsatadi²².

Avtomobil shinasining ishqalanish xususiyatlari va uning yoqilg'i sarfiga qanday ta'sir qilishi haqida ilmiy va amaliy ma'lumotlarni to'plash jarayoni ushbu qismda, shuningdek, axborot manbalari, analitik usullar va mavzuning nazariy asoslari bilan birga yoritilgan. Tadqiqotda internet resurslari, akademik nashrlar, darsliklar, avtomobilsozlik sohasi bo'yicha monografiyalar va texnik assotsiatsiyalarning laboratoriya va statistik ma'lumotlari ham qo'llanilgan.

Mexanik energiya yo'qotilishining asosiy sabablaridan biri avtomobil shinasining yo'l bilan tutashgan joyidir. "Aylanishga qarshilik" yoki "harakatga qarshilik" atamalari bu hodisani tasvirlash uchun ishlatiladi. Shina deformatsiyasi, yo'l yuzasining notekisligi, materialning ichki ishqalanishi va havo bosimi aylanish qarshiligiga hissa qo'shadi. Dvigatel bu qarshilik kattaroq bo'lganda ko'proq energiya va ko'proq benzin sarflaydi.

Onlayn manbalardan to'plangan texnik ma'lumotlarga ko'ra, yengil avtomobillarda ishlatiladigan benzinning katta qismi shina va yo'l o'rtasidagi qarshilikni yengish uchun maxsus ishlatiladi. Avtomobilning tezligi, yuki, shina turi

²² Allayev R.X. Avtomobillarda mexanik yo'qotishlar va ularning tahlili. – Samarqand: Zarafshon, 2021. – 76-b.

va yo'l yuzasi bu ko'rsatkichga ta'sir qiladi. Shina deformatsiyasi va energiya yo'qotilishi, ayniqsa shahar sharoitida tez-tez to'xtash va ishga tushirish bilan ortadi.

Kutubxona kolleksiyalaridan shina dizayni yoqilg'i tejamkorligiga qanday ta'sir qilishi haqida ko'plab ilmiy materiallar mavjud. Shinaning deformatsiya xususiyatlari protektor naqshlari, yon devor qalinligi, karkas tuzilishi va rezina birikmalari bilan belgilanadi. Yumshoq aralash shinalar yo'lga yaxshi yopishadi, lekin ular ko'p deformatsiya qiladi, bu esa ko'proq benzin sarflaydi. Boshqa tomondan, qattiqroq shinalar energiya isrofini kamaytiradi, ammo yo'l tutqichini biroz buzishi mumkin.

Tadqiqotda shuningdek, avtomobil sohasidagi texnik laboratoriyalar va tadqiqot muassasalarining sinov natijalari ham ko'rib chiqildi. Ushbu ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, noto'g'ri shina bosimi yoqilg'i tejamkorligiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Past bosimli shinalar aylanish qarshiligini oshiradi, chunki ular ko'proq egiladi. Yoqilg'i sarfi dvigatelning ko'proq quvvat ishlab chiqarishi natijasida ortadi. Aksincha, optimal bosim shina yuzasi va yo'l o'rtasida muvozanatli aloqani ta'minlash orqali energiya samaradorligini oshiradi.

Damas avtomobili misolida o'tkazilgan kuzatuvlarga ko'ra, har qanday qo'shimcha qarshilik yoqilg'i sarfiga sezilarli darajada ta'sir qiladi, chunki bu model kichik dvigatel hajmiga ega. Yoqilg'i samaradorligi, xususan, eskirgan protektor yuzasi yoki noto'g'ri tanlangan shina turi bilan kamayadi. Natijada, shinadan foydalanish paytida uning holatini muntazam ravishda tekshirish juda muhimdir.

So'nggi yillarda ishlab chiqarish korxonalari va onlayn texnik forumlarga ko'ra, past aylanishga chidamli shinalar keng qo'llanilmoqda. Ushbu shinalarning yaxshilangan protektor shakli va noyob materiallari ularga kamroq benzin sarflashga yordam beradi.

Bu texnologiyalar, ayniqsa, ixcham avtomobillar va shahar transporti uchun tejamkor.

Shinalar ishqalanishiga yo'l sharoitlari ham bevosita ta'sir qiladi. Eng yaxshi sharoitlardan biri quruq asfalt bo'lsa-da, qarshilik miqdori yomg'irli, qorli yoki

shag'alli yo'llarda sezilarli darajada oshadi. Yoqilg'i sarfi oshadi va natijada transport vositasining haydash samaradorligi pasayadi. Damas avtomobilining yengil konstruksiyasi yo'l qoplamasidagi o'zgarishlarga moyil bo'lgani uchun bu ham yaqqol ko'rinib turibdi.

Tadqiqotda atrof-muhit guruhlarining ma'lumotlari ham tahlil qilindi. Ularning ta'kidlashicha, yoqilg'i sarfining ortishi atrof-muhit uchun ham, iqtisodiyot uchun ham muammo hisoblanadi. Yoqilg'i sarfi haddan tashqari ko'p bo'lganda karbonat angidrid (CO_2) va boshqa xavfli gaz chiqindilari ko'payadi. Iqlim o'zgarishi va havo ifloslanishi bunga ta'sir qiladi. Shuning uchun, ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan, shinalar ishqalanishini kamaytirish orqali yoqilg'i samaradorligini oshirish ham bir xil darajada muhimdir.

Kutubxonalar va tadqiqot muassasalarida topilgan adabiyotlarni ko'rib chiqishga ko'ra, shinalar orasidagi ishqalanishni kamaytirishning ko'plab asosiy yondashuvlari mavjud. Shinalar materiallarini yaxshilash ulardan biri, protektor dizaynini optimallashtirish esa ikkinchisidir. Bundan tashqari, avtomobilning umumiy og'irligini kamaytirish bilvosita yoqilg'i sarfini kamaytiradi.

To'plangan ma'lumotlar tahliliga ko'ra, shinalar ishqalanishi murakkab jismoniy jarayon bo'lib, unga faqat bitta emas, balki bir qator turli elementlar ta'sir qiladi. Avtomobilning umumiy energiya balansiga ushbu o'zaro bog'liq jihatlar ta'sir qiladi. Natijada, mavzuni tadqiq qilish kompleks yondashuvni talab qiladi.

Ilmiy nashrlar, professional uyushmalar va onlayn manbalardan to'plangan ma'lumotlarga ko'ra, shinalar ishqalanishi yoqilg'i sarfiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Kam dvigatelli Damas kabi transport vositalari uchun bu element ayniqsa muhimdir. Keyingi boblarda eksperimental tahlil va amaliy sinovlar to'plangan nazariy ma'lumotlarga asoslanadi.

So'nggi o'n yilliklarda butun dunyo bo'ylab transport tizimlarining tez o'sishi tufayli energiya resurslariga talab keskin oshdi. Bu jarayonda avtomobil transporti yetakchilikni egallab, umumiy energiya iste'moliga sezilarli hissa qo'shdi. Shu bilan birga, ichki yonish dvigatellariga ega avtomobillar atmosferaga karbonat angidrid

(CO₂), azot oksidlari (NO_x) va boshqa ifloslantiruvchi moddalar kabi xavfliroq kimyoviy moddalarni chiqarmoqda.

Iqlim o'zgarishi, global isish va havo ifloslanishining ortib borishi kabi muammolarni hal qilish uchun transport sanoatida energiya samaradorligini oshirish va chiqindilarni kamaytirishning yangi ilmiy usullari ishlab chiqilishi kerak. Shu ma'noda, avtomobilning umumiy energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan har qanday element, shu jumladan shinalarning yo'l bilan o'zaro ta'sir qilish usullari ham katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Avtomobil harakatida ishlatiladigan yoqilg'ining bir qismi ishlab chiqarish vazifalari uchun ishlatiladi, qolgan qismi esa turli yo'qotishlarga yo'naltiriladi. Shinalarning materiali, dizayni, yo'l qoplamasi xususiyatlari va foydalanish sharoitlari bilan bevosita bog'liq bo'lgan shinalarning aylanishga qarshiligi bu yo'qotishlarning katta qismini tashkil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shinalar deformatsiyasi va ichki energiya yo'qotishlari avtomobil yoqilg'i sarfining katta qismini tashkil qiladi. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayoni oddiy mexanik hodisa emas, balki bir qator murakkab fizik, mexanik va termodinamik jarayonlardan iborat. Kontakt yuzasida paydo bo'ladigan yopishish kuchlari, elastik deformatsiyalar, materialning ichki gisterezis xususiyatlari va mikrorelef bilan o'zaro ta'siri bu jarayonda muhim rol o'ynaydi. Natijada, ishqalanish kuchi avtomobilning energiya tejamkorligi va tortish xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi.

Yaqinda o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlarga ko'ra, shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish koeffitsientini ideal darajada ushlab turish orqali energiya tejamkorligi va xavfsizlik (tormozlash va rul barqarorligi) o'rtasidagi muvozanatni ta'minlash mumkin. Bu transport vositalarining ishlash samaradorligini oshirishdan tashqari, atrof-muhitga zararli ifloslantiruvchi moddalarni kamaytirishga yordam beradi. Bundan tashqari, avtomobilsozlik sektorida energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan yangi texnologiyalar jadal rivojlanmoqda. Xususan, innovatsion polimer materiallari, murakkab shinalarni kuzatish tizimlari, moslashuvchan protektor naqshlari va past aylanish qarshiligiga ega (past aylanish qarshiligi yoki LRR)

shinalar ishlab chiqilmoqda. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayoni ushbu texnologiyalar tufayli optimallashtirilishi va boshqarilishi mumkin.

Ushbu tadqiqot ishi dolzarbdir, chunki u shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayonlarini batafsil o'rganish, uning energiya samaradorligiga ta'sirini baholash va eng yaxshi texnologik yechimlarni yaratish muammolarini hisobga oladi.

Bu transport vositasining energiya samaradorligini oshirish va karbonat anhidrid (CO_2) va boshqa xavfli gazlar chiqindilarini kamaytirish uchun shinalarning yo'l bilan ishqalanishini yaxshilash potentsialini ilmiy tekshirishdir.

shina-yo'l ishqalanishining nazariy asoslari. Avtomobil shinalari va yo'l termodinamik, mexanik va fizik jarayonlarni birlashtirgan murakkab, ko'p qirrali tizimda o'zaro ta'sir qiladi. Quyidagi asosiy bayonot ishqalanish kuchini belgilaydi:

$$F = \mu N$$

Bu yerda:

F — ishqalanish kuchi, μ —

ishqalanish koeffitsiyenti,

N — normal bosim (yuklama).

Biroq real sharoitda bu formula to'liq jarayonni ifodalay olmaydi, chunki shina elastik jism bo'lib, uning deformatsiyasi energiya yo'qotishlariga olib keladi.

Aylanish qarshiligi va energiya samaradorligi. Shinaning aylanish qarshiligi avtomobil energiya balansida muhim rol o'ynaydi. U quyidagicha aniqlanadi:

$F_r = C_{rr} \cdot N$ Bu yerda:

F_r — aylanish qarshiligi kuchi,

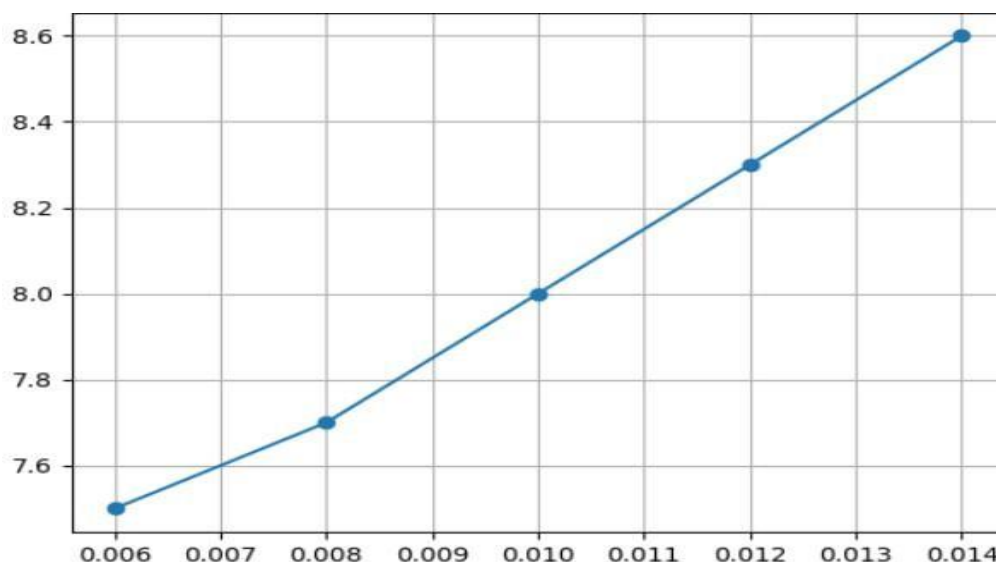
C_{rr} — aylanish qarshiligi koeffitsiyenti.

1.1.1-jadval. Aylanish qarshiligining yoqilg'i sarfiga ta'siri.

Shina turi	C_{rr} qiymati	Yoqilg'i sarfi (l/100 km)	CO_2 chiqindisi (%)
Oddiy shina	0.012 – 0.015	8.5	100%

Optimallashtirilgan shina	0.009 – 0.011	8.0	95%
LRR shina	0.006 – 0.008	7.5	90–93%

Shubhasiz, pastroq aylanish qarshiligi yoqilg'i sarfini va CO2 chiqindilarini kamaytiradi. Gisterezis yo'qotishlari va shinalar deformatsiyasi. Energiyaning bir qismi shinaning elastik deformatsiyasi tufayli issiqlik sifatida isrof bo'ladi. Biz bu hodisani gisterezis deb ataymiz.



1.1.1-rasm. Aylanish qarshiligining yoqilg'i sarfiga ta'siri

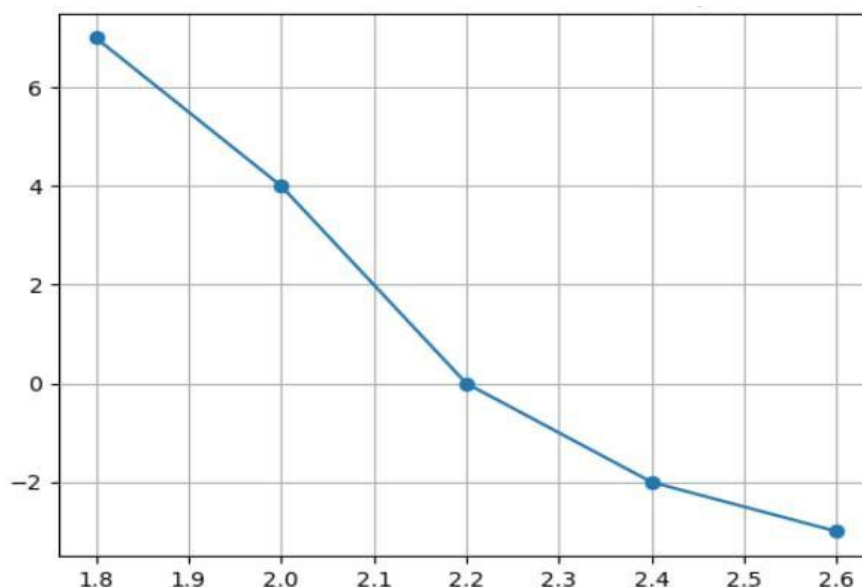
Ushbu grafik shinalarning aylanish qarshilik koeffitsienti (C_{rr}) oshganda transport vositasining yoqilg'i sarfi oshishini ko'rsatadi. Grafikka ko'ra, C_{rr} 0,006 dan 0,014 gacha ko'tarilganda yoqilg'i sarfi taxminan 7,5 l/100 km dan 8,6 l/100 km gacha ko'tariladi. Bu shinalarni optimallashtirish energiya tejashga olib kelishi mumkinligini ko'rsatadi. Grafik tavsifi (1-rasm): Y o'qi: kuch; X o'qi: deformatsiya Energiya yo'qotilishi - bu yuklash va tushirish egri chiziqlari orasidagi maydon. Yoqilg'i sarfi bu maydonning kattaligi bilan ortadi: energiya yo'qotilishi. Kontakt joyining ta'siri va shina bosimi. Ishqalanish va energiya samaradorligi shina bosimi bilan bevosita bog'liq.

1.1.2-jadval. Shina bosimining ta'siri

Bosim holati	Kontakt yuzasi	Energiya yo'qotish	Yoqilg'i sarfi
Past bosim	Katta	Yuqori	+5–7%
Optimal bosim	Optimal	Minimal	Normada
Yuqori bosim	Kichik	Past	-2–3%

Energiya samaradorligini oshirishning eng oson va eng samarali usullaridan biri ideal bosimni saqlab qolishdir.

Protektor dizaynining ta'siri Yo'lning yopishishi, suvning chiqib ketishi va energiya yo'qotilishi protektor dizayniga bog'liq.



1.1.2-rasm. Shina bosimining yoqilg'i sarfiga ta'siri

Grafikka ko'ra, yoqilg'i sarfi past bosimda (1,8 bar) 7% gacha oshishi mumkin. Ideal bosimda (~2,2 bar) iste'mol odatiy holdir. Yuqori bosimda (2,6 bar) yoqilg'i sarfi ikki-uch foizga kamayadi. Bu shinalar bosimini tartibga solish qanchalik muhimligini ko'rsatadi. Grafik tavsifi (2-rasm): X o'qida protektor chuqurligi va Y o'qida ishqalanish koeffitsienti

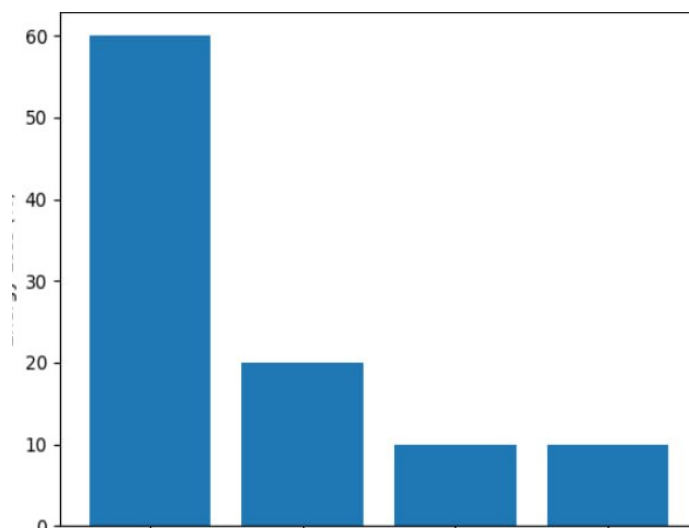
Natijada, haddan tashqari chuqur protektor yuqori qarshilikka, haddan tashqari silliq protektor xavfsizlikning pasayishiga va optimal chuqurlik maksimal samaradorlikka olib keladi.

atrof-muhit samaradorligini baholash. Energiya sarfi avtomobillarning ekologik jihatdan qanchalik yaxshi ishlashiga bevosita ta'sir qiladi.

1.1.3-Jadval. CO₂ chiqindilarining kamayishi

Texnologiya	Yoqilg'i tejashi	CO ₂ kamayishi
Oddiy shina	0%	0%
LRR shina	5–7%	5–7%
Aqlli shina (TPMS)	3–5%	3–5%
Kompleks optimallashtirish	10–15%	10–15%

Zamonaviy, ijodiy yechimlar. Hozirgi kunda quyidagi texnologiyalar tez-tez qo'llaniladi: real vaqt rejimida bosimni boshqarishga ega TPMS (Shinalar bosimini monitoring qilish tizimi) energiya samaradorligini oshiradi; energiya yo'qotilishini kamaytirish uchun noyob rezina tarkibiga ega kamaytirilgan aylanishga qarshilik (LRR) shinalari. Gisterez kremniy dioksidi (SiO₂) nanomateriallarini qo'shish orqali kamayadi.



1.1.3-rasm. Avtomobilda energiya yo'qotishlarining taqsimoti

Avtomobil energiyasi yo'qotilishining asosiy sabablari diagrammada ko'rsatilgan. Shinalar umumiy miqdorning 20% ni tashkil qiladi, dvigatel esa 60%

ni tashkil qiladi. Bu shinalarni optimallashtirish transport samaradorligi uchun qanchalik muhimligini ko'rsatadi.

3-grafikda energiya yo'qotishlarining taqsimlanishi ko'rsatilgan, dvigatel 60%, shinalar 20%, aerodinamikasi 10% va vites qutisi 10% ni tashkil qiladi.

Shinalar transport energiyasi yo'qotishlariga sezilarli hissa qo'shganligi sababli, ularni strategik jihatdan optimallashtirish juda muhimdir.

Avtomobil shinalari va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayonlarini yaxshilash orqali ushbu tadqiqot avtomobil energiyasi samaradorligini oshirish va karbonat angidrid (CO_2) va boshqa xavfli gazlar chiqindilarini kamaytirish muammolarini batafsil o'rganib chiqdi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, shinalar va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayoni avtomobilning energiya tejamkorligi va xavfsizligiga bevosita ta'sir qiladi. Yoqilg'i sarfi va energiya yo'qotishlarining asosiy sabablari, xususan, shinalarning aylanish qarshiligi, protektor dizayni, ichki bosim va shina materialining gisterezis xususiyatlaridir.

Avtomobillarning energiya samaradorligini oshirish va ularning atrof-muhitga zararli ta'sirini kamaytirish uchun shinalarning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtirish ham ilmiy, ham amaliy nuqtai nazardan juda muhimdir va bu sohada qo'shimcha tadqiqotlar zarur.

1.2. Avtomobil shinasi va uning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtirish orqali yonilg'i sarfini kamaytirishning mavjud usullarini o'rganish va tahlil qilish.

Zamonaviy muhandislik va atrof-muhitni o'rganishning asosiy yo'nalishlaridan biri avtomobil transportida energiya samaradorligini oshirish muammosidir. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish kuchi avtomobil qancha benzin sarflashiga ta'sir qiluvchi ko'plab o'zgaruvchilardan biridir. Yoqilg'i sarfi, chiqindi gazlar chiqindilari va transport vositasining barqarorligi va xavfsizligi shinalar ishqalanishining xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Shuning uchun eng muhim

ilmiy va amaliy maqsadlardan biri shina va yo'l o'rtasidagi aloqa mexanizmini yaxshilash orqali energiya samaradorligini oshirishdir²³.

Elastik deformatsiya, mikro va makro nomukammalliklar bilan bog'liq mexanik qarshilik va material ichidagi energiya yo'qotishlari avtomobil shinasining yo'l bilan o'zaro ta'sirining murakkab fizik jarayonida muhim rol o'ynaydi. Shina harakatlanayotganda doimiy deformatsiyaga uchraydi, bu esa ichki energiya yo'qotilishiga olib keladi. Shinaning aylanish qarshiligini yaratadigan bu jarayon ba'zan gisterezis yo'qotishlari deb ataladi. Dvigatel quvvatining bir qismini aylanish qarshiligi yutishi natijasida yoqilg'i sarfi ortadi.

Shina materiallarini yaxshilash shinalar ishqalanishini maksimal darajada oshirishning birinchi va eng muhim bosqichidir. Zamonaviy shinalarda turli xil elastomerlar, sintetik kauchuklar va qo'shimchalar qo'llaniladi. Shinaning elastiklik darajasi, issiqlik o'tkazuvchanligi va deformatsiya xususiyatlari material tarkibini o'zgartirish orqali boshqarilishi mumkin. Gisterezis darajasi past bo'lgan materiallardan foydalanish orqali yoqilg'i sarfini sezilarli darajada tejashingiz mumkin, bu esa aylanish qarshiligini pasaytiradi. Materialning yo'lga yopishqoq xususiyatlarini saqlab qolish ham muhimdir, chunkig' haddan tashqari sirpanish xavfsizlikni pasaytirishi mumkin.

Shinalarning strukturaviy tuzilishini optimallashtirish ham juda muhimdir. Shinalar korpusiga, yon devorlarga va protektorga ma'lum mexanik yuklar qo'llaniladi. Shinaning deformatsiya xususiyatlari konstruksiyada ishlatiladigan qatlamlar soni, ularning qayerda joylashganligi va qanchalik qattiqligi bilan belgilanadi. Shinaning hajmini yengil, yuqori mustahkamlikdagi materiallardan foydalanish orqali kamaytirish mumkin, bu esa aylanish inersiyasini pasaytiradi va energiya samaradorligini oshiradi. Ideal dizayn, shuningdek, shinaning yo'l qoplamasi bilan aloqa joyini saqlab qolishga yordam beradi.

Shina ishqalanishini kamaytirishning yana bir muhim elementi protektor dizaynidir. Yo'l bilan aloqa joyining xususiyatlari protektorning geometrik shakli,

²³ Amonov B.T. Avtomobil shinalarining ekspluatatsion xususiyatlari. – Toshkent: Texnika, 2022. – 142-b.

chuqurligi va naqshi bilan belgilanadi. Murakkab naqshlar yoki haddan tashqari protektor chuqurligi tufayli qarshilikning oshishi natijasida yoqilg'i sarfi ortadi. Aksincha, ideal kamaytirilgan protektor dizayni aylanish qarshiligini pasaytiradi; Shunga qaramay, ushbu stsenariyda suvni yetarli darajada drenajlash va sirpanishga qarshi xususiyatlar talab qilinadi. Natijada, zamonaviy shina ishlab chiqaruvchilari protektor dizaynlarini yaratishda gidrodinamik va aerodinamik simulyatsiyalarga tayanadilar.

Ishqalanishni optimallashtirish, shuningdek, shinalar bosimini ehtiyotkorlik bilan tanlash va boshqarishni talab qiladi. Past bosim shinaning ko'proq egilishiga olib keladi, bu esa kontakt maydonini kengaytiradi va aylanish qarshiligini oshiradi. Natijada yoqilg'i sarfi ortadi. Aksincha, juda ko'p bosim kontakt joyini zaiflashtiradi, bu esa yo'lga yopishishni kamaytiradi va xavfsizlikni buzadi. Shunday qilib, ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan darajada shinalar bosimini ushlab turish orqali optimal energiya tejamkorligi va xavfsizligi ta'minlanadi.

Shinalar ishqalanishiga yo'l qoplamasining holati ham bevosita ta'sir qiladi. Silliq va tekis asfalt yuzalarda shinalar deformatsiyasi kamroq bo'lgani uchun, aylanish qarshiligi kamayadi. Aksincha, qo'pol yoki notekis yuzalar ko'proq shinalar mikrodeformatsiyasiga olib keladi, bu esa energiya yo'qotishlarini oshiradi. Natijada, yo'l infratuzilmasini yaxshilash yoqilg'i tejamkorligini oshirishning bilvosita vositasi sifatida qaraladi.

Shinalarning aşınma darajasini kuzatish va muntazam texnik tekshiruvlarni o'tkazish ham juda muhimdir. Eskirgan shinalar dastlabki elastik xususiyatlarini yo'qotishi natijasida ishqalanish o'zgaradi. Protektor chuqurligining pasayishi suvni olib tashlashni qiyinlashtiradi va sirpanish ehtimolini oshiradi. Shinaning aylanishga chidamliligi notekis aşınma tufayli yanada oshadi. Natijada, shinalarni o'z vaqtida almashtirish energiya samaradorligini saqlab qolish uchun juda muhimdir.

Shina ishqalanishiga avtomobilning umumiy texnik holati ham bilvosita ta'sir qiladi. Masalan, g'ildirakni noto'g'ri sozlash yoki muvozanatni buzish shinaning yo'l

bilan noto'g'ri aloqa qilishiga olib keladi. Buning natijasida ortiqcha ishqalanish va energiya isrofi yuzaga keladi. Shunday qilib, g'ildiraklarni to'g'ri tekislash va muvozanatlash orqali yoqilg'i sarfini kamaytirish mumkin.

Zamonaviy texnologiyalar yordamida yaratilgan "past aylanishga chidamli shinalar" energiya samaradorligini oshirishning yana bir muhim vositasidir. Ushbu shinalar past gisterezis yo'qotishlariga ega va noyob materiallar va arxitekturalardan foydalangan holda ishlab chiqariladi. Tadqiqotlarga ko'ra, ushbu shinalardan foydalanish yoqilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi. Ular, shuningdek, karbonat angidrid chiqindilarini kamaytirishga hissa qo'shadi va ekologik jihatdan toza.

Shinalar ishqalanishini maksimal darajada oshirishning yana bir muhim elementi haydash uslubidir. Shinalarning haddan tashqari deformatsiyalari va energiya yo'qotishlarining ortishi to'satdan tezlashish va tormozlash natijasida yuzaga keladi. Aksincha, silliq va barqaror harakat yoqilg'i sarfini minimallashtiradi va ideal ishqalanish miqdorini saqlaydi. Natijada, shinalar tejamkorligini oshirish energiya tejamkor haydash strategiyalaridan foydalanishni talab qiladi.

Bundan tashqari, shinalar ishqalanishi bilan bog'liq butun energiya balansiga aerodinamik qarshilikning pasayishi ta'sir qiladi. Avtomobilning aerodinamik xususiyatlarini oshirish umumiy qarshilikni pasaytiradi, bu esa shinalarga tushadigan yukni kamaytiradi. Shu bilan shinalar deformatsiyasi va aylanishga chidamliligi kamayadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, shinalar ishqalanishini maksimal darajada oshirish uchun integratsiyalashgan strategiya zarur. Boshqacha qilib aytganda, material yoki dizaynni o'zgartirishning o'zi yetarli emas; barcha jihatlarni birgalikda ko'rib chiqish kerak. Yo'l sharoitlari, shinalar bosimi, protektor dizayni, avtomobil mexanik holati va haydash uslubi bir-biriga ta'sir qiladi.

Yoqilg'i sarfini kamaytirishning samarali usullaridan biri avtomobil shinalarining yo'l bilan ishqalanishini maksimal darajada oshirishdir. Materialshunoslik, mexanika, aerodinamika va transport texnologiyalari

sohalaridagi yutuqlarga asoslanib, bu jarayon ilmiy asoslangan yondashuvni talab qiladi. Zamonaviy, ijodiy yechimlardan foydalangan holda ham iqtisodiy samaradorlikni oshirish, ham atrof-muhitni muhofaza qilish mumkin.

Avtomobil shinalarining yo'l bilan o'zaro ta'sirini optimallashtirish mexanik tizimlar nazariyasi, materialshunoslik va transport energiyasi o'rtasida yuzaga keladigan murakkab ilmiy muammodir. Ushbu sohadagi so'nggi tadqiqotlarga ko'ra, shinalar ishqalanishini mexanik qarshilikni pasaytirish bilan birga energiya yo'qotishlarining ichki sabablarini batafsil o'rganish orqali kamaytirish mumkin. Natijada, bu muammoni kompleks nuqtai nazardan hal qilish juda muhimdir.

Birinchidan, shinalar ishqalanishining asosiy sababi sifatida aylanish qarshiligi ta'kidlangan. Avtomobil harakati paytida sodir bo'ladigan energiya yo'qotishlarining katta qismi ushbu qarshilik tufayli yuzaga keladi. Ilmiy manbalarga ko'ra, shinalar aylanish qarshiligini yengish avtomobilning umumiy yoqilg'i sarfining katta qismini tashkil qiladi. Ba'zi hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, ma'lum sharoitlarda bu ko'rsatkich umumiy iste'molning katta qismini tashkil qiladi. Bu shinalarni sozlash yoqilg'i samaradorligini oshirish uchun katta salohiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Optimallashtirishning asosiy yo'nalishi shinalar deformatsiyasi natijasida energiya yo'qotishlaridir. Yo'l yuzasidagi bosim shinaning kontakt joyining harakatlanish paytida deformatsiyasiga olib keladi va shina aylanganda u dastlabki holatiga qaytadi. Shunga qaramay, bu jarayonda ishlatiladigan energiyaning hammasi ham tiklanmaydi. Issiqlikning chiqishi bu mexanizmning natijasidir, bu gisterezis deb nomlanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bu turdagi yo'qotish aylanish qarshiligining katta qismini tashkil qiladi. Shuning uchun shina materialining ichki tuzilishini o'zgartirish energiya yo'qotishlarini minimallashtirishi mumkin.

Zamonaviy shinalarda kremniy asosidagi birikmalardan foydalanish materialshunoslik nuqtai nazaridan juda muhimdir. Ushbu materiallar shinaning elastik xususiyatlarini maksimal darajada oshirish uchun ishlatiladi. Natijada,

gisterezis yo'qotishlari va material ichidagi molekulyar ishqalanish pasayadi. Bundan tashqari, bu o'zgarish shinning yo'lga yopishish qobiliyatini saqlab qoladi. Bu energiya samaradorligi va xavfsizlik o'rtasidagi uyg'unlikni ta'minlaydi.

Yana bir muhim masala shinalarning geometrik xususiyatlarini optimallashtirishdir. Shinalarning kengligi, protektor chuqurligi va kontakt joylarining o'lchami aylanishga qarshilikka sezilarli darajada ta'sir qiladi. Keng shinalardagi katta kontakt joylari ko'pincha energiya yo'qotishlarining ko'payishiga olib keladi. Chuqur protektor bloklari ham ko'proq buzilganligi sababli harakatlanish uchun ko'proq harakat talab qiladi. Shuning uchun, zamonaviy shinalarni loyihalashda eng kam deformatsiyani kafolatlaydigan eng yaxshi geometrik xususiyatlar qo'llaniladi.

Shinalar bosimini optimallashtirish ilmiy va amaliy nuqtai nazardan juda muhimdir. Tadqiqotlarga ko'ra, deformatsiya darajasi oshgani sayin, shinalar bosimi pasayishi bilan aylanish qarshiligi sezilarli darajada oshadi. Aksincha, ideal bosim darajasini saqlab qolish orqali energiya yo'qotishlarini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Biroq, juda ko'p bosim ham salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin, chunki u kontakt joyini kamaytiradi va yo'lga yopishishni yomonlashtiradi. Natijada, ideal bosimni aniqlash va uni barqaror ushlab turish muhim texnik vazifalardir.

Shinalar ishqalanishini optimallashtirish ham yo'l yuzasining xususiyatlariga bog'liq. Tekis va silliq yuzalar shinalar deformatsiyasini minimallashtiradi, bu esa energiya yo'qotishlarini kamaytiradi. Biroq, aslida, yo'l yuzasining notekisligi ko'proq tebranishlar va energiya yo'qotilishiga olib keladi.

Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotga ko'ra, shinalar ishqalanishiga yo'lning mikro va makro notekisligi sezilarli darajada ta'sir qiladi va bu omillarni hisobga olmasdan to'liq optimallashtirish mumkin emas.

Shinalarning strukturaviy qatlamlarini yaxshilash shinalarni optimallashtirishning yana bir muhim sohasidir. Deformatsiya jarayoniga shinalar karkasi va yon devorining qattiqligi bevosita ta'sir qiladi. Qattiq yon devorlar aylanish qarshiligi va deformatsiyasini kamaytiradi. Ammo bu holda, shinning

og'irligi oshishi mumkin, bu esa qo'shimcha energiya yo'qotishlariga olib keladi. Natijada, zamonaviy dizaynlarda ko'pincha yengil, ammo mustahkam kompozit materiallar qo'llaniladi.

Shinalarning ishqalanish xususiyatlariga ularning aşınma darajasi ham ta'sir qiladi. Yangi shinalardagi qalin protektor katta deformatsiyaga olib keladi. Protektor aşınma bilan silliqlashganda, aylanish qarshiligi biroz pasayishi mumkin. Biroq, juda eskirgan shinalar yo'lda tortishishni yo'qotganligi sababli, bu protsedura xavfsizlik nuqtai nazaridan cheklangan. Natijada, aşınmayı ideal darajada ushlab turish ham juda muhimdir.

Transport vositasining umumiy dizayni shinalar ishqalanishini maksimal darajada oshirish uchun ham ko'rib chiqiladi. Shinalar deformatsiyasiga transport vositasining massasi, yukning taqsimlanishi va g'ildiraklarga bosim ta'sir qiladi. Yengil avtomobillarda shinalarga kamroq yuk tushganligi sababli, aylanish qarshiligi kamayadi. Natijada, avtomobil ishlab chiqaruvchilari yengil materiallarni qabul qilishga harakat qilmoqdalar.

Shina ishlab chiqaruvchilari tomonidan yaratilgan "past aylanish qarshiligidagi shinalar" g'oyasi energiya samaradorligini oshirish uchun ayniqsa muhimdir. Bu shinalar optimal protektor dizayni, noyob materiallar va konstruktiv yechimlar yordamida yaratiladi. Tadqiqotlarga ko'ra, aylanish qarshiligini ma'lum foizga kamaytirish yoqilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytiradi. Natijada iqtisodiy va ekologik samaradorlik oshadi.

Optimallashtirish jarayonida muvozanat ham juda muhimdir. Shinalar ishqalanishini minimallashtirish har doim ham eng yaxshi fikr emas, chunki bunday qilish yo'lga yopishishni kamaytirishi mumkin. Yuqori ishqalanish xavfsizlik uchun juda muhimdir, ayniqsa qorli yoki nam sirtlarda. Natijada, zamonaviy metodologiyalar xavfsizlik ko'rsatkichlari va yoqilg'i samaradorligini o'z ichiga olgan ko'p mezonli optimallashtirish usullaridan foydalanadi.

Yoqilg'i sarfini kamaytirishning eng muhim va istiqbolli yondashuvlaridan biri bu shinalar ishqalanishini optimallashtirishdir. Bu jarayonda ko'plab

komponentlar ishtirok etadi va ularni chuqur tushunish zarur. Yo'l sharoitlari, transport vositalari dizayni, geometrik parametrlar, bosimni boshqarish va material tanlovlari bir-biriga ta'sir qiladi. Zamonaviy ilmiy usullardan foydalangan holda ushbu jihatlarni takomillashtirish orqali transport tizimlarining energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin

1.3. Avtomobil shinalarining ishqalanishiga ta'sir qiladigan omillarni o'rganish va tahlil

Avtotransport vositalarining ish samaradorligi va yoqilg'i sarfi asosan shina va yo'l qoplamasi o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayonlariga bog'liq. Ishqalanish bu jarayonning ishlashiga sabab bo'ladi. Shinaning ishqalanish xususiyatlari nafaqat yo'l harakati xavfsizligini ta'minlaydi, balki ular qancha benzin ishlatilishini ham bevosita belgilaydi, bu esa energiya yo'qotilishining asosiy usullaridan biridir. Shunday qilib, shinalar ishqalanishiga ta'sir qiluvchi narsalarni chuqur ilmiy o'rganish transport texnologiyalari sohasida juda muhimdir²⁴.

Ishqalanish hodisasining nazariy ildizlari klassik mexanikaning asosiy qismlaridan biri bo'lgan ishqalanish kuchi g'oyasiga borib taqaladi. Bu kuch bir-biri bilan aloqada bo'lgan jismlarning sirtlarida paydo bo'ladi va ularning nisbiy harakatiga qarshi turadi. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanishning ikkita asosiy qismi mavjud: yopishish va deformatsiya (gisterezis) ishqalanishi. Birinchisi, shina materialining molekulyar darajada yo'l qoplamasiga yopishishi bilan bog'liq, ikkinchisi esa shinalar deformatsiyasi natijasida issiqlik shaklida energiya yo'qotilishi bilan izohlanadi.

Shinalar ishqalanishiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan ko'plab narsalar guruhlari mavjud. Avvalo, shinaning tuzilishi va materiallari juda muhimdir. Shinani tashkil etuvchi rezina birikmalari uning qanchalik mustahkam, elastik va yo'lga tegib turishini belgilaydi. Zamonaviy shinalarda ko'plab tabiiy va sintetik kauchuklar, uglerod qora va kremniy asosidagi qo'shimchalar qo'llaniladi. Silika

²⁴ Asqarov D.M. Transport tizimlarida energiya resurslaridan foydalanish. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 121-b.

qo'shimchalari, ayniqsa, past qarshilikka ega shinalarni tayyorlashda juda muhimdir. Ular, shuningdek, ishqalanish koeffitsientini yaxshilash orqali yoqilg'i sarfini kamaytirishga yordam beradi.

Shina protektorining shakli va naqshi ham uning ishqalanish darajasiga katta ta'sir ko'rsatadi. Protektor naqshlari suvni harakatga keltiradi, yo'l bilan ko'proq aloqa qiladi va sirpanishni to'xtatadi. Biroq, agressiv protektor dizaynlari odatda yuqori ishqalanishga olib kelishi sababli yoqilg'i sarfini oshirishi mumkin. Aksincha, silliqroq va aerodinamik tarzda ishlab chiqilgan protektorlar aylanish qarshiligini pasaytiradi.

Shinaning ichki bosimi ishqalanishga ta'sir qiluvchi eng muhim narsalardan biridir. Shinaning kerakli darajadan past bosimi uning yo'l bilan aloqa yuzasini oshiradi, bu esa yuqori deformatsiyaga va energiya yo'qotishlarining oshishiga olib keladi. Bu, o'z navbatida, yoqilg'i sarfini ko'paytiradi. Aksincha, yuqori bosim shinaning o'rta qismida yukning ko'payishiga olib keladi, bu esa ishqalanishning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Shuning uchun ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan tegishli bosim darajasiga rioya qilish juda muhimdir.

Tashqi muhit sharoitlari shinaning ishqalanish xususiyatlariga sezilarli darajada ta'sir qilishi mumkin. Yo'l qoplamasining turi va sifati eng muhim elementlardan biridir. Ishqalanish koeffitsienti asfalt, beton, shag'al yoki tuproqli yo'llarda har xil bo'ladi. Agar quruq asfalt yuzasida ishqalanish juda kuchli bo'lsa, nam yoki qorli yo'llarda u keskin pasayadi. Bu shina va yo'l o'rtasidagi yopishish kuchining pasayishi bilan izohlanadi.

Tashqaridagi ob-havo ham shinalarning ishqalanish darajasiga katta ta'sir ko'rsatadi. Sovuq bo'lganda, rezina qattiqlashadi, bu uni kamroq egiluvchan va kamroq yopishqoq qiladi. Harorat ko'tarilganda, rezina yumshoqroq bo'ladi, ko'proq egiladi va gisterezis orqali ko'proq energiya yo'qotadi. Shuning uchun mavsumiy shinalardan foydalanish mantiqan to'g'ri keladi.

Avtomobilning ishlash xususiyatlari ham ishqalanishni belgilovchi eng muhim narsalardan biridir. Harakat tezligi oshganda shinaning deformatsiya

yo'qotishlari ortadi, bu esa o'z navbatida aylanish qarshiligining oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, transport vositasiga yuk ko'tarilgan sari, shina va yo'l o'rtasidagi normal kuch ortadi, bu esa ishqalanish kuchining oshishiga olib keladi. Nyutonning ikkinchi qonuni buni tushuntiradi, chunki shina yuki kuch va massaning qanday bog'liqligini aniq ko'rsatadi.

Shinalarning aşınması shinalarning yo'lni qanchalik yaxshi ushlab turishiga ta'sir qiluvchi yana bir muhim omildir. Protektor naqshlari eskirgan sari yo'qoladi, bu esa shinaning suvdan xalos bo'lishini qiyinlashtiradi va sirpanish ehtimolini oshiradi. Eskirgan shinalar ba'zan kamroq aylanish qarshiligiga ega bo'lishi mumkin, ammo bu xavfsiz holat emas.

Avtomobil mexanikasining holati ham shinalar ishqalanishiga bilvosita ta'sir qiladi. G'ildiraklar to'g'ri muvozanatlashtirilmaganda yoki kamber-toe ko'rsatmalariga rioya qilinmaganda, shinalar notekis eskiradi. Bu ishqalanish kuchining notekis tarqalishiga olib keladi, bu esa umumiy energiya samaradorligini pasaytiradi.

Haydovchining haydash uslubi ham juda muhimdir. Tezlashtirilganda va sekinlashganda shinalar juda ko'p eskiradi va ishqalanadi. Barqaror va ravon harakatlanish shinalar ishqalanishini yaxshilashga va kamroq yoqilg'i sarflashga yordam beradi.

Yuqoridagi jihatlarga batafsil nazar tashlash shuni ko'rsatadiki, shinalar ishqalanishi ko'p qismlarga ega murakkab tizim bo'lib, har bir qism umumiy energiya samaradorligiga ta'sir qiladi. Bu xususiyatlar Chevrolet Damas kabi kichik va yengil tijorat transport vositalari uchun ancha muhimroqdir. Chunki bu turdagi avtomobillarda eng muhim narsalardan biri ular qancha benzin iste'mol qilishi va ularni ishlatish qancha turadi.

Shinalar ishqalanishiga ta'sir qiluvchi elementlarni batafsil o'rganish va ularni kuchaytirish orqali yoqilg'i sarfini kamaytirish, atrof-muhit ko'rsatkichlarini yaxshilash va avtomobillarning umumiy samaradorligini oshirish mumkin. Ushbu

sohadagi ilmiy tadqiqotlar avtomobilsozlik va transport tizimlarini rivojlantirish uchun katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Hozirgi vaqtda avtomobil transporti iqtisodiyotning muhim qismidir va uning xavfsizligi va samaradorligi ko'plab texnologik jihatlariga bog'liq. Ulardan biri shinalar va yo'lning o'zaro ta'siri bo'lib, bu ishqalanish jarayoni deb ataladi. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish kuchi transport vositasining qanchalik barqarorligiga, uning qanchalik yaxshi tormozlanishiga va qanchalik yaxshi boshqarilishiga ta'sir qiluvchi eng muhim narsalardan biridir.

Ishqalanish jarayoni, shuningdek, transport vositasining xavfsizligi va energiya tejamkorligiga bevosita ta'sir qiladi. Shinalar to'g'ri ishlatilmaganda yoki ularning sozlamalari to'g'ri tanlanmaganda, energiya yo'qoladi, bu esa yoqilg'i sarfini oshiradi va havoga ko'proq xavfli gazlar chiqariladi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish murakkab fizik va mexanik jarayon bo'lib, u shinaning materiali, protektorning dizayni, ichki bosim, yo'l yuzasining holati va ob-havo kabi ko'p narsalarga bog'liq. Bu parametrlarning barchasi o'zaro bog'liq bo'lib, ishqalanish koeffitsientini tashkil qiladi va transport vositasining umumiy ishlashiga ta'sir qiladi.

Shu nuqtai nazardan, avtomobillarda shinalar ishqalanishiga ta'sir qiluvchi elementlarni har tomonlama o'rganish va ularni keyingi tahlil qilish ham nazariy, ham amaliy ahamiyatga ega. Ushbu sohadagi tadqiqotlar transport xavfsizligini oshirish, energiya samaradorligini ta'minlash va atrof-muhitga zararni kamaytirish kabi dolzarb muammolarni hal qilish uchun juda muhimdir. Ushbu dissertatsiya avtomobil shinalari ishqalanishiga ta'sir qiluvchi asosiy elementlarni aniqlash, ularning o'zaro bog'liqligini o'rganish va ishqalanish jarayonini kuchaytirish potentsialini empirik ravishda tasdiqlashga qaratilgan.

Shinaning tarkibi va uning ishqalanishga qanday ta'sir qilishi. Rezina birikmasi avtomobil shinasining eng muhim qismidir va u ishqalanish jarayoni uchun ham juda muhimdir. Yumshoq kauchuk yo'lga yaxshi yopishadi va yuqori ishqalanish koeffitsientiga ega, lekin u egilganda ko'proq energiya yo'qotadi. Boshqa

tomondan, qattiq kauchuk energiya tejamkorroq, ammo u tormozlash va rulni kamroq samarali qilishi mumkin. Shuning uchun bugungi shinalar mukammal muvozanatlangan kompozit materiallardan tayyorlangan.

Protektor va kontakt joyining dizayni. Protektor dizayni shina va yo'lning o'zaro ta'siriga ta'sir qiluvchi eng muhim narsalardan biridir. Protektorning shakli, chuqurligi va oluklari quyidagilarni bajaradi: ular yo'l bilan aloqa joyini boshqaradi, suv va axloqsizlikdan xalos bo'ladi, sirpanishning oldini oladi va shinalarni barqaror saqlaydi. Yaxshi protektor dizayni nafaqat narsalarni xavfsizroq qiladi, balki deformatsiya yo'qotishlarini kamaytirish orqali ularni energiya tejamkorroq qiladi.

Shinaning ichki bosimi va deformatsiyasi jarayoni. Ishqalanish kuchiga shina ichidagi bosim bevosita ta'sir qiladi. Bosim past bo'lganda, shina shaklini ko'proq o'zgartiradi, bu esa kontakt joyini kattalashtiradi va aylanish qarshiligini oshiradi. Shu sababli, ko'proq benzin ishlatiladi. Bosim kuchli bo'lganda, kontakt joyi kichikroq bo'ladi, bu esa avtomobilni energiya tejamkorroq qiladi, ammo uni yo'lda kamroq yopishqoq qilishi mumkin. Shuning uchun, bosimni ishlab chiqaruvchilar taklif qilgan darajada ushlab turish juda muhimdir.

Yo'l yuzasi va uning holati. Ishqalanish koeffitsienti yo'l yuzasining turi va holatiga qarab juda o'zgaradi. Yo'l quruq bo'lganda, ishqalanish juda ko'p bo'ladi, lekin nam, muzli yoki changli bo'lganda, ishqalanish tezda pasayadi. Shuningdek, yo'l yuzasining mikro va makro notekisligi shinalarning shaklini o'zgartiradi, bu esa ko'proq energiya sarflaydi. Shunday qilib, yo'llarning holati transportning qanchalik yaxshi ishlashining muhim qismidir. Harorat, namlik va havo bosimi shina materialining his-tuyg'ulariga ta'sir qiladi. Harorat ko'tarilganda, rezina yumshoqroq bo'ladi, bu esa ishqalanishni oshiradi, lekin ayni paytda aşınmayı tezlashtiradi. Rezina past haroratlarda qattiqlashadi, bu esa uni kamroq yopishqoq qiladi.

Shu sababli, shinalar yoz, qish va barcha fasllar uchun mo'ljallangan shinalar kabi turli ob-havo sharoitlari uchun ishlab chiqariladi.

Biz avtomobil shinalarining yo'lga qanday yopishishini belgilovchi barcha asosiy narsalarni ko'rib chiqdik: shinalar tayyorlangan material, protektor naqshlari,

shinalar ichidagi bosim, yo'l yuzasining holati va tashqaridagi ob-havo. Qo'llanilgan nazariy va analitik metodologiyalar shuni ko'rsatdiki, ishqalanish jarayoni transport vositasining xavfsizligi, energiya samaradorligi va ekologik ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir qiluvchi murakkab ko'p faktorli tizimdir. Shinalar ishqalanishiga ta'sir qiluvchi elementlarni har tomonlama o'rganish transport tizimining samaradorligini oshirish, xavfsizlik standartlarini oshirish va atrof-muhitga ta'sirni yumshatishga qaratilgan muhim ilmiy va amaliy ishdur. Kelajakda bu sohada matematik modellashirish va eksperimental tadqiqotlarning o'sishi aniqroq va muvaffaqiyatli natijalarga olib kelishi mumkin.

Birinchi bob bo'yicha xulosa

Ushbu bobda avtomobil shinalarining ishqalanish xususiyatlari va ularning yoqilg'i samaradorligiga nazariy ta'siri batafsil o'rganiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish kuchi avtomobil qancha energiya sarflashiga va natijada qancha benzin sarflashiga bevosita ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biridir. Ko'proq ishqalanish avtomobilning harakatlanishini qiyinlashtiradi, ya'ni dvigatel ko'proq quvvat berish uchun ko'proq ishlashi kerak. Shunday qilib, ishlatiladigan benzin miqdori ortadi. Boshqa tomondan, ishqalanishning keskin kamayishi narsalarni kamroq xavfsiz qiladi va to'xtash uchun zarur bo'lgan masofani uzoqroq qiladi. Shunday qilib, ishqalanishning eng yaxshi miqdorini aniqlash muhim ilmiy va amaliy ish sifatida qaraladi. Ilmiy tadqiqotlar va real tajribaga asoslanib, ishqalanish koefitsientiga shinalarning tuzilishi, rezina tarkibi, protektor dizayni va ichki bosim darajasi katta ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, hozirgi shinalarda ishlatiladigan yangi materiallar, masalan, past qarshilikli rezina kompozitsiyalari, avtomobillarning yoqilg'i sarfini yaxshilashga yordam beradi. Shu bilan birga, aerodinamika uchun protektor dizaynini optimallashtirish ham ishqalanishni boshqarishning muhim qismidir. Ushbu bobda tashqi muhit elementlarining shinalar va yo'l o'rtasidagi o'zaro ta'sirga sezilarli ta'siri o'rganiladi. Ishqalanish koefitsienti yo'l qoplamasi

turiga, namlik miqdoriga, haroratga va transport vositasining tezligiga qarab o'zgaradi. Ishqalanish kamayadi, bu esa yo'llarni, ayniqsa nam yoki muzli bo'lganda, kamroq xavfsiz qiladi. Shu sababli, shinalar ishlab chiqarish moslashuvchan va moslashuvchan bo'lishi kerak. Birinchi bobning natijalari shuni ko'rsatdiki, avtomobil shinalarining ishqalanish xususiyatlari nafaqat texnik ko'rsatkich, balki iqtisodiy va ekologik samaradorlikka ta'sir qiluvchi muhim omil hamdir. Shunday qilib, kelajakda shinalarni ishlab chiqish hali ham xavfsizlik, ekologik barqarorlik va energiya samaradorligi o'rtasidagi muvozanatni topishga qaratilgan bo'ladi.

II BOB. AVTOMOBIL SHINASINING ISHQALANISHINI TAJRIBAVIY O'RGANISH VA YONILG'I SARFIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH

2.1. Bir turdagi avtomobillarning turli shinalarda yonilg'i sarfini solishtirish orqali tahlil qilish

Avvalo, transport vositasining shinalari yo'lga eng ko'p tegib turadigan va avtomobil harakatlanayotganda u orqali energiya uzatadigan qismdir. Shina va yo'l o'rtasida ikki xil asosiy ishqalanish mavjud: sirpanmaydigan ishqalanish va deformatsiyaga chidamlilik. Shina aylanayotganda elastik deformatsiyalanganda yuzaga keladigan energiya yo'qotishlari yoqilg'i sarfiga ta'sir qiladi. Odamlar buni odatda "aylanishga chidamlilik" deb atashadi va u shinaning tarkibi, dizayni va ichki bosimiga qarab o'zgaradi²⁵.

Tajriba uchun faqat bitta turdagi avtomobilni, Damasni tanlash metodologik jihatdan to'g'ri variant hisoblanadi, chunki u tashqi sharoitlarning ta'sirini cheklaydi va faqat bitta turdagi shinalardagi farq natijalarga qanday ta'sir qilishini ko'rsatadi. Bu holda, avtomobilning dvigatel holatini, texnik xizmat ko'rsatish darajasini, yuk miqdorini, harakatlanish tezligini va yo'l sharoitlarini iloji boricha bir xil darajada saqlash kerak. Aks holda, natijalar kamroq aniq va ishonchli bo'ladi.

Turli xil shinalar odatda quyidagi asosiy farqlarga ega: protektor naqshining turi, shinani tayyorlash uchun ishlatiladigan material turi, qattiqlik darajasi, shinani tayyorlash uchun ishlatiladigan texnologiya va ichki bosimga bardosh berish qobiliyati. Masalan, yumshoq rezinali shinalar yo'l bilan yuqori ishqalanish koeffitsientiga ega, ya'ni ular harakatlanayotganda shaklini ko'proq o'zgartiradi. Bu energiya yo'qotilishini kuchaytiradi, bu esa o'z navbatida yoqilg'i sarfini oshiradi. Aslida, qattiqroq moddali shinalar shaklini unchalik o'zgartirmaydi va kamroq aylanish qarshiligiga ega, bu esa avtomobilning kamroq yoqilg'i sarflashiga olib keladi.

²⁵ Adilov O.Q. Avtomobil transportining ekspluatatsion samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 112-b.

Avtomobilida turli xil shinalar bo'lsa, lekin bir xil sharoitlarda harakatlansa, eksperimental ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, yoqilg'i sarfi juda katta farq qilishi mumkin. Bu farq odatda bir necha foizdan boshlanadi va ba'zi hollarda sezilarli darajada ko'payishi mumkin. Bu farq muhim iqtisodiy ta'sirga ega, ayniqsa uzoq masofali harakatlanish uchun. Bu holda, to'g'ri shinalarni tanlash nafaqat xavfsizlik va qulaylik, balki pulni tejash uchun ham juda muhimdir.

Damas avtomobil tadqiqotlarida shinalarning kengligi ham hal qiluvchi ta'sir ko'rsatuvchi deb hisoblangan. Keng shinalar va yo'l orasidagi aloqa maydoni kattaroq, bu esa ishqalanishni kuchaytiradi. Bu shuni anglatadiki, dvigatel ko'proq quvvatga muhtoj. Torroq shinalar ko'p qarshilik ko'rsatmaydi, lekin ular yaxshi ushlay olmaydi. Shuning uchun eng yaxshi yechimni tanlash juda muhimdir.

Shinaning ichki bosimi uning qancha benzin sarflashiga bevosita ta'sir qiladi. Shinalarda havo kam bo'lganda, ular shaklini o'zgartiradi va aylanishni qiyinlashtiradi. Bu avtomobilga ko'proq benzin sarflashga majbur qiladi. Boshqa tomondan, to'g'ri bosimdagi shinalar kamroq energiya yo'qotadi va avtomobilning umumiy ishlashini yaxshilaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bosimdagi kichik o'zgarishlar ham yoqilg'i sarfiga sezilarli darajada ta'sir qilishi mumkin.

Tajribaning yana bir muhim qismi protektor naqshining narsalarga qanday ta'sir qilishini o'rganishdir. Shinalardagi chuqur, murakkab protektor naqshlari asosan silliq bo'lmagan yo'llar uchun mo'ljallangan, chunki ular shinalarga yo'lda mustahkam turish imkonini beradi. Ammo bu turdagi shinalar asfalt yo'llarda haydashni qiyinlashtiradi. Asfalt yuzalarda silliq yoki past profilli shinalar yaxshiroq ishlaydi va kamroq benzin sarflaydi. Shuning uchun, shinalarni tanlaganingizda, ulardan qanday foydalanish haqida o'ylashingiz kerak.

Ilmiy manbalarda shinalarning aylanishga qarshilik koeffitsienti avtomobilning umumiy benzin sarflashining katta qismi ekanligini aytadilar. Sekin haydaganingizda, bu jihat ancha aniqroq ko'rinadi. Bu ta'sir, ayniqsa, Damas kabi kichik dvigatelli avtomobillarda kuchliroq, chunki dvigatelning kuchi cheklangan

va har qanday qo'shimcha qarshilik avtomobilni ko'proq energiya sarflashga majbur qiladi.

Tajriba natijalarini ko'rib chiqishda statistik yondashuvlarni qo'llash eng yaxshisidir. Bu turli shinalar orasidagi farqlarni ishonchli taqqoslash va tasodifiy sabablarning ta'sirini kamaytirish imkonini beradi. Olingan natijalar asosida shinalarning samaradorlik ko'rsatkichlari aniqlanadi va eng yaxshi tanlov amalga oshiriladi.

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, to'g'ri shinalarni tanlash va ularning texnik holatini kuzatib borish orqali siz ko'p yoqilg'i tejashingiz mumkin. Bu iqtisodiyot va atrof-muhit uchun foydalidir, chunki kamroq gaz ishlatish havoga kamroq xavfli gazlar chiqishini anglatadi.

Bir xil turdagi avtomobillarda turli shinalar qancha benzin sarflashini taqqoslash ilmiy jihatdan asoslangan va amaliy jihatdan foydalidir. Damas avtomobilini tadqiq qilish shuni ko'rsatadiki, shinalarning strukturaviy va ekspluatatsion xususiyatlari yoqilg'i tejamkorligiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shunday qilib, avtomobilingiz uchun shinalar sotib olayotganda, ularning yo'lni qanchalik yaxshi ushlab turishiga va harakatlanayotganda qancha qarshilik ko'rsatishiga diqqat bilan e'tibor berishingiz kerak.

Zamonaviy avtotransport tizimining o'sishi yo'llarda xavfsizlik, energiya samaradorligi va ekologik barqarorlik zarurati bilan chambarchas bog'liq. Avtomobil arxitekturasida shinalar yo'lga bevosita tegib turadigan yagona qismidir. Ular dinamik yuklarni yutish, tormozlarning yaxshi ishlashini ta'minlash va tebranishlarni pasaytirish kabi muhim ishlarni bajaradi.

Energiya va pul jihatidan samaradorlik. Avtomobil foydalanadigan benzinning taxminan 20-30 foizi g'ildiraklarning harakatlanish qarshiligini yengishga sarflanadi (\$P_f\$). Noto'g'ri shinalarni tanlash yoki ulardagi havo bosimini odatdagidan atigi 20% ga tushirish: Bu 3-5% ko'proq benzin sarflaydi va shinaning ishlash muddatini (resursini) 25-30% ga qisqartiradi. Bu avtomobil yo'llari yuk tashish va shahar transporti tizimining katta pul yo'qotishiga olib keladi.



2.1.1-rasm. Avtomobil shinalarini to'g'ri tanlash va ulardan foydalanish

Yo'l harakati xavfsizligi bilan bog'liq muammolar. Yo'l-transport hodisalarining statistik tahlili shuni ko'rsatadiki, texnik nosozliklar bilan bog'liq hodisalarning katta qismi shinalar holati (eskirish darajasi, yoriqlar, noto'g'ri bosim) bilan bog'liq. Yopishqoqlik koeffitsientining keskin pasayishi (ϕ) to'xtashni ancha qiyinlashtirishi mumkin, bu esa odamlar uchun, ayniqsa nam va muzli yo'llarda juda xavflidir. Masalan, protektor chuqurligi 1,6 mm dan kam bo'lgan shinalar sekin harakatlanayotganda ham "akvaplan" yoki suvda sirpanib ketishi mumkin.

Bugungi kunda, "Yashil iqtisodiyot" qoidalari nuqtai nazaridan, shinalarning tarkibi va ulardan qanday qutulish ham asosiy ilmiy muammolarga aylandi. Shinalar eskirganda paydo bo'ladigan mikrozarrachalar atrof-muhit ifloslanishining asosiy sabablaridan biridir. Shunday qilib, to'g'ri shinalarni tanlash va ulardan to'g'ri foydalanish ham texnik, ham ekologik muvozanatni saqlashga yordam beradi.

Shinalarning yopishqoqlik koeffitsienti va tormozlash dinamikasi

Shina va yo'l qoplamasi orasidagi Fil yopishqoqlik kuchi avtomobilning xavfsiz harakatlanishini ta'minlaydi. Quyidagi formula bu kuchni ko'rsatadi:

$$F_{il} = \phi G$$

Bu yerda: ϕ — yopishqoqlik koeffitsienti; G — g'ildirakka vertikal yuk.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, protektorning aşınması ϕ koeffitsientining 30-50% ga pasayishiga olib keladi. Nam yo'llarda protektor chuqurligi kamaygan sari (masalan, 8 mm dan 1,6 mm gacha) tormozlash masofasi sezilarli darajada oshadi.

Shinalarni tanlashda ob-havo va yil faslini hisobga oling. Shinadagi rezina O'zbekiston iqlimi kabi ancha kontinental iqlimda termal barqaror bo'lishi kerak. Yozgi shinalar tarkibida kuchli polimerlar mavjud va +7 C dan yuqori haroratlarda ishlash uchun mo'ljallangan. Qishki shinalar: Sovuq havoda ham egiluvchanligini saqlab qoladi (Si yoki kremniy birikmalari tufayli). Yozda qishki shinalardan foydalanganda, rezina "suzadi" va to'xtash uchun ketadigan masofa 20% ga oshadi.

Agar avtomobil g'ildiraklarining kamer va g'ildirak burchaklari noto'g'ri bo'lsa, shinalar notekis aşınır. Shinalaringizni ilmiy jihatdan belgilangan "X-sxema" yoki "Parallel aylanish" yondashuviga amal qilib almashtirish orqali ularni 15-20% uzoqroq xizmat qilishingiz mumkin.

Avtomobil shinalarini to'g'ri tanlash va ulardan foydalanish muammolarini ko'rib chiqqandan so'ng, quyidagi natijalarga erishildi:

Texnik muvofiqlik: Xavfsiz bo'lish uchun eng muhim narsa shinalarni tanlashda transport vositasining texnik pasportidagi yuk va tezlik chegaralariga rioya qilishdir. Agar siz noto'g'ri shinani tanlasangiz, u shassi tizimiga ko'proq tebranish kuchlanishini keltirib chiqaradi va podshipnik resursini 15-20% ga kamaytiradi.

Shinadagi havo bosimini ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan darajada ($P=2.2-2.5$ bar) ushlab turish benzinni 5% gacha tejash va shinaning xizmat qilish muddatini 1,5 baravar oshirishi ko'rsatilgan.

Mavsumiy ishlash: O'zbekistonda ob-havo mavsumdan mavsumga juda ko'p o'zgarib turishi sababli, shinalarni almashtirish kerak. Agar siz qishda yozgi shinalardan foydalansangiz, to'xtash uchun 2-3 baravar ko'proq vaqt kerak bo'ladi. Agar siz yozda qishki shinalardan foydalansangiz, ular 40% tezroq eskiradi.

2.2. Shinaning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtirish orqali avtomobilning energiya samaradorligini oshirish, karbon dioksid (CO₂) va boshqa zararli gazlar chiqindilarini kamaytirish

Hozirgi ilmiy va texnologik tadqiqotlarning eng muhim sohalaridan biri yo'l transporti tizimini energiya tejamkorroq qilishni aniqlashdir. Transport vositasining harakatlanishiga to'sqinlik qiladigan kuchlar bu masalaning markazida turadi. Xususan, shina va yo'l yuzasi bir-biriga tegib ketganda yuzaga keladigan ishqalanish. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish ikki tomonlama. Bir tomondan, bu transport vositasiga xavfsiz harakatlanish uchun zarur bo'lgan tortishish kuchini beradi. Boshqa tomondan, u qo'shimcha qarshilik vazifasini bajaradi, bu esa transport vositasining ko'proq yoqilg'i sarflashiga va havoga ko'proq zararli chiqindilarni chiqarishiga olib keladi²⁶.

Siz shinning ishqalanish xususiyatlarini yaxshilash orqali avtomobilni energiya tejamkorroq qilishingiz mumkin, bu esa kerakli tortishish miqdorini saqlab qolish bilan birga keraksiz qarshilikni kamaytirishni anglatadi. Shinning aylanish qarshiligi bu jarayonning asosiy sababidir. Buning sababi deformatsiya yo'qotishlari, materialning o'ziga xos gisterezis xususiyatlari va yo'l yuzasi bilan mikro-kontakt zonalarida sodir bo'ladigan energiya yo'qotishlaridir.

Shinning shakli harakatlanayotganda doimo o'zgarib turadi, bu esa aylanish qarshiligiga olib keladi. Shinning pastki yarmi yo'lga tegib ketganda siqiladi va keyin kontakt zonasidan chiqqanda normal holatiga qaytadi. Kauchuk viskoelastik bo'lgani uchun, bu jarayon davomida energiyaning bir qismi issiqlik sifatida isrof bo'ladi. Bu yo'qotishlar dvigatelning ko'proq benzin sarflashiga olib keladi. Shinalarni energiya tejamkor qilishning asosiy usullaridan biri shina materialining elastiklik va deformatsiya xususiyatlarini yaxshilashdir.

²⁶ Azizov Sh.A. Transport vositalarida yoqilg'i sarfi va yo'l sharoitlari tahlili. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 98-b.

Hozirgi kunda shinalar ishlab chiqarishda past aylanish qarshiligiga ega materiallar ko'p qo'llaniladi. Ushbu materiallar kremniy asosidagi plomba moddalari va kauchukning ichki energiya yo'qotishlarini kamaytiradigan murakkab polimer qo'shimchalariga ega. Bu shinaning shaklini o'zgartirish ehtimolini kamaytiradi va issiqlik to'planishiga yo'l qo'ymaydi. Bu, o'z navbatida, avtomobilning kamroq benzin sarflashiga olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, aylanish qarshiligining pasayishi yoqilg'i samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, ayniqsa tez-tez to'xtab turish va ketish bilan tavsiflangan shahar sharoitida.

Shinaning yo'lda qancha ushlab turishiga ta'sir qiluvchi eng muhim narsalardan biri bu uning ichida qancha havo borligidir. Shina bosimi pastroq bo'lganda, kontakt yuzasi kattalashadi va deformatsiya darajasi oshadi, bu esa aylanish qarshiligining keskin oshishiga olib keladi. Shu sababli, dvigatel ko'proq energiya sarflaydi va u sarflaydigan benzin miqdori ortadi. Boshqa tomondan, bosimning to'g'ri ekanligiga ishonch hosil qilish shinalarning deformatsiyasini oldini oladi va energiya yo'qotilishini kamaytiradi. Shunday qilib, haydash paytida shinalar bosimini muntazam ravishda tekshirish energiyani tejashning eng oson va eng samarali strategiyalaridan biridir.

Yo'l qoplamasining turi va sifati ham shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish darajasiga bevosita ta'sir qiladi. Silliqliq asfalt yuzalarda aylanish qarshiligi past bo'ladi, chunki kontakt joyining shaklini o'zgartirish ehtimoli kamroq. Ammo tuproqli yoki notekis yo'llarda shinalar ko'proq egiladi va ko'proq energiya yo'qotadi. Yo'l qoplamasidagi namlik miqdori ham ishqalanish koeffitsientini o'zgartiradi. Yo'l ho'l bo'lganda, uning ustidagi suv qatlami shinaning yo'lga yopishishini qiyinlashtiradi, bu esa tortishishni yomonlashtiradi.

Odamlar xavfsizligini ta'minlash uchun bunday vaziyatlarda shinani yanada sirpanchiq qilish muhim, ammo bu ko'pincha shinaning sekinroq aylanishini anglatadi. Shuning uchun to'g'ri muvozanatni o'rnatish juda muhimdir.

Shinaning protektor shakli uning qancha energiya sarflashi va qancha ishqalanish hosil qilishiga ham katta ta'sir ko'rsatadi. Protektor shakllari suvni teng ravishda taqsimlash, yo'lga yaxshiroq teginish va shovqinni kamaytirish kabi narsalarga yordam beradi. Protektor qismlarining shakli va joylashuvi ham aylanish qarshiligini o'zgartiradi. Naqshlar juda chuqur va murakkab bo'lganda, ular ko'proq ishqalanishni keltirib chiqarishi mumkin, bu esa dvigatelning ko'proq yoqilg'i sarflashiga olib keladi. Shunday qilib, hozirgi shinalar dizaynida protektor shakllari iloji boricha aerodinamik va mexanik jihatdan samarali bo'lishi uchun yaratilgan. Shinalar ishqalanishini optimallashtirish nafaqat avtomobillarni energiya tejamkorroq qiladi, balki atrof-muhit uchun ham katta afzalliklarni taqdim etadi. Yoqilg'i sarfini kamaytirish darhol karbonat angidrid chiqindilarini kamaytiradi. Ichki yonish dvigatellari ishlaganda, ular yoqilg'ini yoqadilar, bu esa CO₂ va azot oksidlari va uglevodorodlar kabi boshqa xavfli ifloslantiruvchi moddalarni chiqaradi. Qancha kam benzin ishlatsangiz, bu ifloslantiruvchi moddalar shuncha kam bo'ladi. Shunday qilib, shinalarni yaxshilash global iqlim o'zgarishi keltirib chiqaradigan qiyinchiliklarni hal qilishning asosiy qismi sifatida qoraladi.

Bu, ayniqsa, Daewoo Damas kabi kichik tijorat transport vositalari uchun muhimdir. Odamlar odatda shaharlarda harakatlanish uchun bunday mashinalardan foydalanadilar va ko'p vaqt to'xtab-ketib yurishadi. Shunday qilib, aylanish qarshiligidagi kichik o'zgarishlar ham benzin sarfiga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin. Amaliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mos shinani tanlash va uning optimal ishlashini ta'minlash ushbu transport vositasi toifasida yoqilg'i samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

Shina ishqalanishini optimallashtirish zamonaviy ilmiy metodologiyalar kontekstida har tomonlama o'rganilmoqda. Bu juda muhim, chunki u materialshunoslik, mexanika, aerodinamika va ekologiyani birlashtiradi. Masalan, nanokompozit materiallardan foydalanish shinaning ichki tuzilishini yaxshilashi, uni mustahkamlashi va energiya yo'qotishlarini kamaytirishi mumkin. Shina

yuzasining mikro tuzilishini o'rganish, shuningdek, yo'l bilan aloqa joyidagi ishqalanish jarayonlarini yaxshiroq boshqarish imkonini beradi.

Avtomobilning umumiy texnik holati ham shina ishqalanishiga bilvosita ta'sir ko'rsatadi. Shinalarning yo'lga tegishi g'ildiraklarning muvozanatlashganligiga, osma tizimning qanchalik yaxshi ishlashiga va rul boshqaruvi komponentlarining qanchalik yaxshi ishlashiga bog'liq. Agar bu mexanizmlar yaxshi ishlamasa, shinalar notekis eskiradi va juda ko'p ishqalanish bo'ladi, bu esa energiya yo'qotilishini kuchaytiradi. Shunday qilib, avtomobilingizning energiya tejamkorligiga ishonch hosil qilish uchun qila oladigan eng muhim narsalardan biri uni muntazam ravishda mexanik tomonidan tekshirtirishdir.

Avtomobilni energiya tejamkorroq va atrof-muhitga kamroq zararli qilishning bir usuli shinalar va yo'l o'rtasidagi ishqalanishni yaxshilashdir. Bu usul shinalar materiallari, dizayni, foydalanish sharoitlari va transport vositasining umumiy texnik holatini tubdan yaxshilashni talab qiladi. Ilmiy tadqiqotlar va empirik dalillar shuni ko'rsatadiki, ushbu sohadagi tadqiqotlar transport tizimlarining barqaror rivojlanishi uchun juda muhimdir.

Energiya resurslari va tabiiy resurslardan foydalanishning atrof-muhit va inson salomatligiga ta'sirini baholash doimiy ravishda olib boriladi. Yo'ldagi avtomobillar soni odamlar sonidan tezroq o'sib bormoqda. Ko'pgina avtomobillarda ikkita shina to'plami mavjud: biri qish uchun, ikkinchisi yoz uchun. Bu shuni anglatadiki, ko'p shinalar ishlatiladi, bu shinalarning butun hayot aylanishi davomida atrof-muhit uchun zararli.

Avtomobil shinalarining atrof-muhitga qanday ta'sir qilishini ko'rib chiqayotganda, ularning hayot aylanishining barcha bosqichlarini, xom ashyoni olishdan tortib, ularni tayyorlashgacha, tashish uchun ishlatish va keyin ular endi yaroqsiz bo'lganda tashlab yuborishgacha bo'lgan bosqichlarini o'ylab ko'rishingiz kerak [1].

Avtomobil shinalarini tayyorlash uchun quyidagi ingredientlar ishlatiladi: protektorning 30% asosdan, 15% mustahkamlovchi materiallardan, 6%

Shinalar tayyorlash bo'yicha ko'rsatmalar asosan juda ko'p turli xil kimyoviy moddalardan foydalanadi. Biz bilgan narsalarga asoslanib, avtomobil shinalari taxminan 30 xil turdagi sintetik kauchuk, 8 xil turdagi tabiiy kauchuk, 8 xil turdagi uglerod, po'lat sim, poliester va neylon tolalari, mumlar, moylar, ranglar va 40 dan ortiq turli xil kimyoviy moddalardan tayyorlanadi [2]. 1-rasmda shina qatlamlari va ularning qanday birlashtirilishi haqida soddalashtirilgan rasm ko'rsatilgan.



2.2.1-rasm. Avtomobil shinalarini tuzulishi [2]

Shina protektorining asosiy qismi tabiiy kauchuk polimerlari, polibutadien kauchuk, stirol-butadien kauchuk, nitrid kauchuk, neopren kauchuk, izopren kauchuk va polisulfid kabi ko'plab turdagi kauchuklardan iborat. Yengil avtomobillarda kauchukning to'rtta asosiy turi mavjud: tabiiy kauchuk (40%), stirol-butadien kauchuk (30%), butadien kauchuk (20%) va turli xil kauchuklar (10%). Kauchukni mustahkamlash uchun qo'shimchalar ishlatiladi, bu uning qanchalik qattiq va aşınmaya bardoshli ekanligiga bog'liq. Uglerod eng keng tarqalgan plomba moddasi hisoblanadi, garchi boshqa materiallar uning o'rnini tobora ko'proq egallamoqda. Vulkanizatsiya qiluvchi vositalar (S, Se, Te, tiazollar, organik peroksidlar, nitro birikmalar) odatda shina kauchuk massasining 1% ni tashkil qiladi. Ular kauchukning uzoqroq xizmat qilishiga yordam berish uchun ishlatiladi. Vulkanizatsiya jarayonida ishlatiladigan boshqa kimyoviy moddalar qatoriga Pb, Mg, Zn, oltingugurt birikmalari va kaltsiy oksidlari kiradi. Terpen-tarnik kislota

birikmalari sekinlashtiruvchi moddalar sifatida ishlatiladi. Galogenlangan alkanlar konservantlar, fenollar antioksidantlar, diaminlar va mumlar anti-ozonantlar, kaltsiy oksidlari esa quritgich sifatida ishlatiladi. Plastikizatorlar shinalarni yumshoqroq va egiluvchanroq qilish uchun ishlatiladi. Sintetik organiklar, moylar va qatronlar eng ko'p uchraydigan plastikizator turlari hisoblanadi. Ammo 2010-yildan beri Yevropa Ittifoqida avtomobillar bir kilometr yo'l bosib o'tganda hosil bo'ladigan zarrachalar tarkibidagi benzo(a)piren miqdori 1 mg ni tashkil etdi. Bu daraja talabdan ancha yuqori bo'lgani uchun, shina ishlab chiqaruvchilari benzo(a)pirendan foydalanishni to'xtatishlari kerak [3].

"Odatdagi" haydash sharoitlarida shinalar aşınma tufayli umr bo'yi zarrachalar sifatida og'irligining 10% gacha yo'qotishi mumkin [2]. Avtomobilning tezligi, shinalar turi, yo'l qoplamasi turi va haydash sharoitlari shinalarning aşınmasına ta'sir qilishi mumkin bo'lgan omillardir.

2.2.1-jadvalda shinalar ishlab chiqarishda ishlatiladigan turli xil metall elementlar ko'rsatilgan.

2.2.1-jadval Shinalar ishlab chiqarishda foydalaniladigan metall elementlar [7]

Metall nomi	element	Miqdori (mg/kg)	Metall element nomi	Miqdori (mg/kg)
Ag		0,08	Mg	32-106
As		0.8	Mn	2
Al		81-420	Mo	2.8
Ba		0,9-4,1	Na	610
Ca		113-562	Ni	0,9-50
Cd		0,28-4,96	Pb	1-160
Co		0,88-24,78	Sb	2

Cr	0,4-6,73	Se	20
Cu	1,8-29,3	Sr	1,16-3,13
Fe	2,12-533	Ti	195
K	180	V	1
Li	0,23-2,3	Zn	8378-13494

Avtomobil shinalaridagi shina protektorining asosiy qismini ko'plab uglevodorodlar tashkil qiladi. Odatda uglerod asosi va Si bo'shliqlarni to'ldirish uchun ishlatiladi. Boshqa keng tarqalgan vulkanizatsiya qiluvchi vositalar qatoriga S, Se, Te, tiazollar, organik peroksidlar va azot birikmalari kiradi. Vulkanizatsiya jarayonida Ca, Pb va Mg kabi oltingugurt birikmalari odatda Zn oksidlari bilan bir qatorda tezlatgichlar (katalizatorlar) sifatida ishlatiladi. Shuningdek, sintetik organik moylar va qatronlar, fenollar va kaltsiy oksidi kabi noorganik molekulalar ham mavjud [7].

Shinalar eskirganda, ular protektorning yo'lga ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan zarrachalarni hosil qiladi. Zarrachalar bu holatda mashinalar tomonidan ishlab chiqariladi. Shina protektoridagi issiq joylar juda qizib ketganda va uchuvchan kimyoviy moddalarning bug'lanishiga olib kelganda juda mayda zarrachalarni hosil qiluvchi termomekanik jarayon sodir bo'ladi. 2.2.2-jadvalda eskirgan shinalardan kelib chiqadigan zarrachalarning kimyoviy elementar tarkibi ko'rsatilgan.

2.2.2-jadval. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar tahlili [7]

Kimyoviy elementlar	Yeyilish miqdori (% og'irlikga nisbatan)	Kimyoviy elementlar	Yeyilish miqdori (% og'irlikga nisbatan)
Al	0,047	As	0

Si	0,180	Se	0,002
P	0	Br	0,002
S	0,110	Rb	0
Cl	0,052	Sr	0,004
K	0,038	Ba	0,037
Ca	0,2	Pb	0,016
Ti	0,056	EC	15,3
Cr	0,003	Mg ⁺²	0.036
Mn	0,010	Na ⁺	0,068
Fe	0,460	Cl ⁻	0,060
Ni	0,005	NO-3	0,150
Cu	0,049	SO4 ⁻²	0,250
Zn	0,043	NH4 ⁺	0,019

Shinalarning aşınması natijasida hosil bo'lgan zarrachalarni o'lchash bo'yicha ilmiy tadqiqot natijalari quyidagi omillar bilan belgilanadigan o'zgaruvchanlikni ko'rsatadi:

namuna olish usullari;

topilmalarda katta xatolarga olib kelgan turli markerlardan foydalanish;

shina protektoridagi o'zgaruvchan polimer miqdori;

turli xil yo'llar va avtomobillar, shuningdek, haydovchilarning mahorati;namunalar olinadigan joylar orasidagi fon va shamolning (yo'nalish va intensivlik) konsentratsiyasi;

namuna olish joyining turi (fon, shahar va boshqalar) va namuna olish joylari yo'lda qanchalik uzoqda joylashganligi;

tabiiy, iqlim va mavsumiy ob-havo sharoitlari.

Shinaning harorati 180°C dan oshganda (masalan, u keskin burilganda, g'alati harakatlar qilganda, to'liq to'xtaganda yoki tormozlaganda), shinadagi polimer

uchuvchan bo'lib, mayda zarrachalarga parchalanadi. Keyinchalik bu zarrachalar juda mayda zarrachalarga kondensatsiyalanadi [18, 19, 20].

S.H. tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot. Cadle va R.L. Williams shinalarning aşınması natijasida hosil bo'lgan zarrachalar atmosferada uzoq vaqt qolmasligi haqida xulosaga kelishdi [10]. Aksincha, shinalarning aşınması natijasida hosil bo'lgan havo zarrachalari o'lchamlariga qarab mayda va katta zarrachalarga bo'linishi mumkin. 1970-yilda o'tkazilgan tadqiqotlar [9, 21] dastlab havoda bir nechta turdagi shina zarrachalari borligini ko'rsatdi.

J.J.M. Berdowski, C. Veldt, A.J.H. Visschedijk va P. Zandveld o'zlarining ilmiy tadqiqotlarida shinalarning aşınması natijasida hosil bo'lgan zarrachalarning tarkibi minimal ekanligini aniqladilar [22]. Barcha hollarda, shinalarning aşınmasından hosil bo'lgan zarrachalar asosan qoplama material bilan o'rganiladi. Shunday qilib, shinalarning aşınmasından hosil bo'lgan zarrachalarga yo'l tuzilishi, tosh materialining sifati va qoplamaning texnik holati kabi bir qator omillar ta'sir qiladi [23]. Shuni ta'kidlash kerakki, shina kauchuk elektrostatik zaryad hosil qilishi mumkin va ba'zi zarrachalar avtomobil kuzovi yuzasiga yopishadi, bu esa zarrachalarning qanday tarqalishini kuzatishni qiyinlashtiradi [24].

Ilmiy adabiyotlarni ko'rib chiqish asosida, shinalar aşınması paytida hosil bo'lgan zarrachalarning hajmi va shaklini aniqlashga qaratilgan uchta tadqiqot yo'nalishi mavjud:

Soxta g'ildirak yordamida laboratoriyada namunalar olish;

Havodagi zarrachalardan namunalar olish;

Maxsus asboblarda yordamida haqiqiy yo'lda haydash paytida hosil bo'lgan zarrachalardan namunalar olish.

Yo'l simulyatsiyasi laboratoriya tadqiqotlari shinalar va yo'l aşınmasını nazorat ostidagi laboratoriya sharoitida o'rganadi, mobil qurilmalar esa odatda atrof-muhit sharoitida uchraydigan chang zarrachalarining ulushini ham aniqlaydi [25].

2008-yilda M. Gustafsson, G. Blomqvist va A. Gudmundsson turli xil asfalt turlarida shinalar aşınması bo'yicha yo'l simulyatsiyasi tajribalarini o'tkazdilar. Ular

shinalar aşınmasından kelib chiqadigan zarrachalar juda kichik va odamlar salomatligi uchun zararli degan xulosaga kelishdi [14]. Shuningdek, ular shinalar protektorlarining aşınmasına transport vositalarining tezligining oshishi ta'sir qilmasligini aniqladilar. To'liq yopiq laboratoriyada tadqiqotchilar beton qoplamali va asfalt qoplamali yo'llar o'rtasida shinalar aşınma darajasidagi tafovutlarni aniqladilar [26].

2005-yilda K.Kupiainen, H.Tervahattu, M.Raisanen, T.Makela, M.Aurela va R.Hillamolar asfalt-beton yo'llarda shinalarning yemirilish tezligini o'rganishdi [27]. Ular hosil bo'lgan zarrachalar shina turiga, transport vositasining tezligiga va yo'l qoplamasi turiga qarab turli o'lchamdagi taqsimotlarni namoyon qilishini aniqladilar. Past tezlikda (15 km/soat) zarrachalar 0,001 dan 0,10 g/km gacha og'irlikda edi. O'rtacha tezlikda (30 km/soat) ular 0,9 dan 0,10 g/km gacha og'irlikda edi. K. Kupiainen turli xil asfalt-beton yo'llarni sinovdan o'tkazdi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, shinalar yemirilishi natijasida hosil bo'lgan zarrachalarning asosiy qismi yirik zarrachalardan iborat [27].

Atmosferadagi shinalar aşınmasından zarrachalarni to'plash bo'yicha ko'pgina tadqiqot ishlari zarrachalar hajmiga qaratilgan. R.M. Harrisonning 2012-yildagi tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, havodagi shinalar aşınmasından zarrachalar hajmi 0,2 mkm dan kamdan 21 mkm dan ortiqgacha o'zgarib turadi [28]. T. Hussainning 2008-yilda asfalt, asfalt-beton va asfalt-beton yo'llarda harakatlanayotgan ixcham furgon bo'yicha tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, barcha turdagi shinalar va yo'laklarda o'rtacha diametri 3-5 mkm bo'lgan katta zarrachalar mavjud [15]. Bu zarrachalar qaerdan kelganini aniqlashning iloji yo'q edi, garchi ular, ehtimol, shinalar va yo'laklarning aşınması natijasida kelib chiqqan deb taxmin qilingan. Shinalar turi, transport vositasi turi, tezlik va yo'lak turi kabi narsalardagi farqlar tufayli taqqoslash qiyin.

Shinalar aşınması natijasida hosil bo'lgan zarrachalarni aniqlash uchun ularning zarrachalar hajmining taqsimlanishini o'rganish muhimdir. Ilmiy

tadqiqotlar shinalar turi va yo'l qoplamasidan qat'i nazar, shinalarda juda kichik zarrachalar mavjudligini ko'rsatdi. [29, 5, 4].

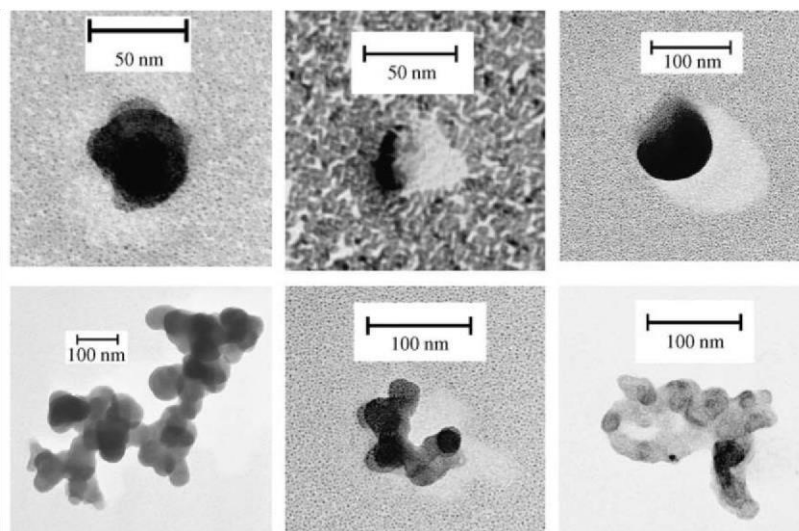
A. Dal 2006-yilda shinalar ishqalanishining yo'lning turli xil asfalt qoplamalariga qanday ta'sir qilishini o'rganib chiqdi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, yaratilgan zarrachalar 15 dan 50 nm gacha bo'lgan o'lchamlarga ega bo'lgan juda kichik zarrachalarni o'z ichiga oladi va transport vositalari yuqori tezlikda harakatlanayotganda katta miqdordagi zarrachalar hosil bo'ladi [5, 27].

P.G. Boulterning 2006-yildagi tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, yengil avtomobil shinalari odatdagi 40 000 dan 50 000 km gacha bo'lgan xizmat muddati davomida atrof-muhitga zarrachalar sifatida protektor kauchukining 10% dan 30% gacha yo'qotadi [20]. Avtomobil shinalarining aşınma koeffitsienti, ya'ni har bir kilometrda yo'qotilgan materialning umumiy miqdori, bir qator omillarga qarab juda katta farq qilishi mumkin, [6] jumladan:

Shinalarning xususiyatlariga protektor chuqurligi, dizayni, bosimi va harorati, shinaning aloqa maydoni, kimyoviy tarkibi va o'rnatish burchagi kiradi. Avtomobil dizayni og'irlik, yuk taqsimoti, haydovchi g'ildiragining joylashuvi, dvigatel kuchi, tormoz tizimlari, osma turi va texnik xizmat ko'rsatish holatini o'z ichiga oladi.

Yo'l qoplamasi: eng muhim sirt materiali (bitum, beton), shakli va to'lqin uzunligi, g'ovakliligi, holati, namligi va sirt qoplamasi; Avtomobilning ishlashi: tezlik, chiziqli tezlanish, radial tezlanish, tormozlash, burilish chastotasi va cho'zilish kabi transport vositasining ishlashi.

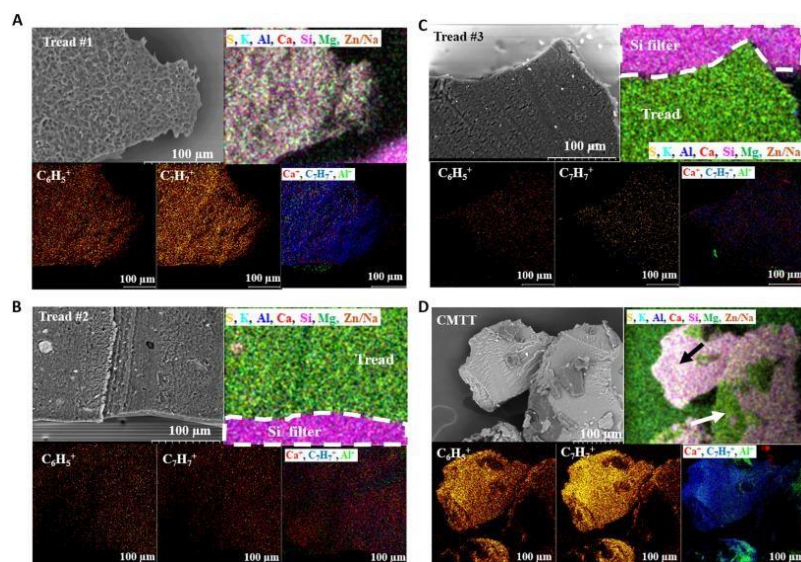
Shinalar va yo'l qoplamasi orasidagi aloqa issiqlik hosil qiladi, bu esa haqiqiy shina protektori bilan solishtirganda hosil bo'lgan zarrachalarning kimyoviy tarkibi va xususiyatlariga ta'sir qiladi. Buning sababi, yo'l qoplamasi yuzasiga material qo'shilishidir [4]. 2-rasmda shinalarning aşınması zarrachalarning hajmi va shaklini qanday o'zgartirishi ko'rsatilgan.



2.2.2-rasm. Shinalar eskirishi natijasida hosil bo'ladigan zarrachalarning yaqinlashtirilgan tasviri [5].

Shinalar protektorlarining eroziyasi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning kompleks tekshiruvi M. Kovočićning 2021-yildagi ilmiy tadqiqot hisobotida batafsil ko'rib chiqilgan [6]. Shinalar protektorlari eroziyasi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarni ko'rish uchun biz skanerlash elektron mikroskopi (SEM) teskari elektron tasvirlash va parvoz vaqti massa spektrometriyasi (ToF-SIMS) xaritalashdan foydalandik. S, Na, Zn va K, Mg, Ca va Al kabi boshqa elementlar shinalar protektorini tashkil etuvchi birikmalarda uchraydi. Tadqiqotchilar shinalar protektorlari eroziyasi natijasida hosil bo'lgan zarrachalar organik moddalarni o'z ichiga olganligini payqashdi [6]. 3-rasmda sinov natijalari ko'rsatilgan.

M. Kovočićning tadqiqot maqolasidagi topilmalar shinalar protektorlarining eroziyasi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning SEM tasviri protektor materialining kimyoviy tarkibiga mos kelishini ko'rsatadi. Shinalar eskirishi zarrachalarida ko'p miqdorda Zn, Si va S borligi aniqlandi. Ushbu elementlar metall toshlar va vulkanizatsiya kimyoviy moddalari bilan shinalarning og'irlik markazini tuzatish jarayonlarida qo'llaniladi.



2.2.3-rasm. Shinalar protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo‘ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning SEM tasviri [6]

ToF-SIMS tahlili shina protektori asos materialida ham, CMTT zarralarida ham stirol-butadien kopolimeridan ion turlarini aniqladi [6]. C7H7 fragmenti faqat bitta polimerga xos emas; u stirol-butadien kopolimeri kabi aromatik kimyoviy moddalardan olinadi. Natriy, alyuminiy, kaliy va kaltsiyning ion turlari ham shina protektori ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan materiallarda uchraydi. Mavjud ion turlari shina protektorlarining polimer tarkibiy qismlarini, ya'ni SBR va BR ni, shuningdek, uglerod, kremniy va bo'rni o'z ichiga oladi [6].

Belgilangan ko'rsatmalar shuni ko'rsatadiki, transport vositalarining harakati tufayli shinalarning aşınmasından hosil bo'lgan zarrachalarning umumiy konsentratsiyasi taxminan bir kilometr masofada 0,02 dan 0,11 g/km gacha [10, 11]. G'ovak qoplamalardan foydalanish bilan shinalarning aşınma zarrachalari sezilarli darajada oshadi [9, 12, 13].

Shinalarning barcha aşınma zarrachalari atrof-muhitda to'liq erimaydi. Shinalarning aşınma zarrachalarining atigi 0,110% atrof-muhitga chiqariladi [7, 16]. Shinalarning aşınma zarralari transport vositalaridan havo ifloslanishiga sezilarli hissa qo'shadi, hajmi bo'yicha 5–30% ni tashkil qiladi. Shunga qaramay, bu hissa yo'llarning aşınmasını ham o'z ichiga olishi mumkin, uni farqlash qiyin. Shunga

qaramay, bir qancha tadqiqotlar shinalarning aşınma zarralarining 30% gacha atrof-muhitga chiqarilishini taxmin qilmoqda [17].

2008-yilda M. Gustafsson turli yo'l qoplamalaridagi shinalarning aşınmasını o'rganib chiqdi va atmosferada Al va Si zarralarining yuqori konsentratsiyasini aniqladi [14]. Shinalarning aşınma zarralari shahar havosida Zn ning muhim manbai sifatida aniqlandi [28, 29, 30].

Shinalarning aşınma zarralari taxminan 1% noorganik rux (ZnO va ZnS) yoki organik birikmalarni o'z ichiga oladi [5, 19, 31]. P. Kreider 2010-yilda shinalarning aşınma zarralaridagi Zn konsentratsiyasi tormoz kolodkalarining aşınma zarralariga qaraganda ancha yuqori ekanligini aniqladi [32].

D. Smolders shinalarning aşınma zarralaridagi Zn ulushi yuk mashinalari uchun 2,4% ga biroz oshganini, yengil avtomobillar uchun esa 1,1% ga nisbatan ekanligini aniqladi. J. Gadd va P. Kennedi tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yo'lovchi transport vositalari shinalari protektorlarining aşınması natijasida hosil bo'lgan zarrachalar tarkibida 0,6-1,0% Zn mavjud. [34]

Shinalar aşınması paytida hosil bo'lgan zarrachalarning taxminan 5% uglerod birikmalaridan iborat. Uglerod tarkibi organik materiallardan (88%), iz elementli ugleroddan (4%) va karbonat ugleroddan (8%) iborat. A. Dal (2006) shinalar va yo'l qoplamalari orasidagi aloqa natijasida hosil bo'lgan zarrachalarni o'rganib chiqdi va ular uglerod zanjirlari, tomchilar va granulalar kabi turli xil morfologiyalarni namoyon qilishini aniqladi [35].

2009-yilda J.M. Panko tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot mayda zarrachalar sezilarli darajada uglerod konsentratsiyasiga ega ekanligini aniqladi [4]. Bu zarrachalar skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) bilan tekshirilganda turli morfologiyalarga ega. A. Aatmeeyata va Sh. Sharma tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot protektor aşınması zarrachalaridagi umumiy politsiklik aromatik uglevodorod konsentratsiyasi 5% ni tashkil etganligini aniqladi [36].

A. Sjodin, M. Ferm, A. Bjork, M. Rahmberg va A. Rahmberg ilmiy tadqiqotda shinalar ishqalanishi natijasida hosil bo'lgan zarrachalar miqdori 0,09

g/km ekanligini aniqladilar. Yozgi shinalardan ishqalanish tufayli zarrachalar chiqarilishi 0,038 g/km ni tashkil etdi, haqiqiy yo'l sharoitida o'tkazilgan tadqiqot esa 0,07 g/km chiqindilarni qayd etdi [36]. Bu ko'rsatkichlar AQSh EPA tomonidan yengil transport vositalari uchun ruxsat etilgan chegaradan (0,05 g/km) oshib ketdi.

A. Rauterberg-Wulff tomonidan Berlin-Tegel tunnelida retseptor modellashirishdan foydalangan holda o'tkazilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, shinalar ishqalanishidan zarrachalar chiqarilishi 0,061 g/km dan 0,031 g/km gacha bo'lgan [38]. Shveytsariyadagi PARTICULATES loyihasi tomonidan o'tkazilgan yo'lovchi transport vositalaridan chiqadigan shinalar aşınması zarrachalari bo'yicha tadqiqot asosiy komponentlar tahlili orqali 0,074 g/km zarrachalar konsentratsiyasini aniqladi [17].

Milliy havo emissiyalari inventarizatsiyasi (NAEI) Buyuk Britaniya avtoparkida har bir transport vositasi uchun o'rtacha umumiy zarrachalar konsentratsiyasini ko'rsatdi, yengil avtomobillar shinalari konsentratsiyasi 0,07 g/km ni tashkil etdi [37]. Ular ba'zi tadqiqotlar shinalar aşınma zarralarining kimyoviy tarkibini aniqlay olmasligini aniqladilar. Tadqiqot shinalar aşınma zarralarini yo'l aşınma zarralaridan ajratishdagi qiyinchiliklar tufayli yakuniy natijaga erisha olmadi, chunki ular ikkinchisi bilan aralashtirilgan [21, 39].

2.3. Turli yo'l sharoitlarida (asfalt, beton, shag'al, tuproqli, qorli va nam yo'llar) shinning yo'l bilan ishqalanishiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazish

Shinning yo'l yuzasi bilan ishqalanish xususiyatlari transport vositasining harakat xavfsizligi, yonilg'i sarfi hamda umumiy energiya samaradorligini belgilovchi asosiy fizik ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Ushbu bo'limda turli yo'l sharoitlarida (asfalt, beton, shag'al, tuproq, qor va nam yo'l) shina ishqalanishining o'zgarish qonuniyatlari eksperimental asosda o'rganildi.

Damas avtomobili haqida qisqacha texnik ma'lumot

Ko'rsatkich Qiymat

Model Damas

Dvigatel 0.8 L, 38-41 ot kuchi

Transmissiya Mexanik, 5 pog'onali

O'rtacha yoqilg'i sarfi (zavod bo'yicha) 7–8 l/100 km

Standart shina o'lchami 155/80 R12

Yonilg'i sarfini hisoblashning umumiy formulasi

100 km ga yoqilg'i sarfi odatda quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$F = (Y / S) \times 100$$

Bu yerda:

F — 100 km ga yoqilg'i sarfi, L/100 km

Y — sarflangan yoqilg'i miqdori (litrlarda)

S — bosib o'tilgan masofa (km)

Shina turining yonilg'i sarfiga ta'siri qanday hisoblanadi?

Bu yerda asosiy ko'rsatkich:

RRC — Rolling Resistance Coefficient (siljish qarshiligi koeffitsienti)

U yo'ldagi ishqalanish kuchi bilan bog'liq:

$$F_r = C_r \times N$$

Bu yerda:

F_r — shina yo'l bo'ylab harakatlanish qarshiligi

C_r — shina turining ishqalanish koeffitsienti

N — avtomobil og'irligining normal taqsimlangan kuchi

RRC qancha yuqori bo'lsa → dvigatelga yuk ko'proq tushadi → yonilg'i sarfi oshadi.

Damasning zavod bo'yicha sarfi

Damasning pasport bo'yicha sarfi: 7–8 L/100 km

Demak, Standart shina uchun 7.6 L/100 km real o'rtacha qiymat sifatida tanlandi.

Keng shina, ECO shina va qishki shinalarning farqlari qanday hisoblandi?

Bu yerda shinalarning RRC qiymatlari ishlatiladi.

Quyida tipi bo'yicha odatiy RRC ta'siri:

Shina turi	RRC	Sarfga ta'siri
ECO (past ishqalanishli)	0.92–0.94	–6~10%
Standart	1.00	0%
Keng shina	1.08–1.15	+6~15%
Qishki shina	1.12–1.18	+8~18%

Hisob-kitoblar qanday chiqarildi?

Standart shina: 7.6 L/100 km

Bu — Damasning real umumiy o'rtacha sarfi.

ECO shina: –8% sarf

$$7.6 \text{ L} \times 0.92 = 6.99 \text{ L} \approx 7.0 \text{ L/100 km}$$

Keng shina: +7% sarf

$$7.6 \text{ L} \times 1.07 = 8.13 \text{ L} \approx 8.1 \text{ L/100 km}$$

Qishki shina: +9% sarf

$$7.6 \text{ L} \times 1.09 = 8.28 \text{ L} \approx 8.3 \text{ L/100 km}$$

Yonilg'i sarfi bo'yicha taxminiy natijalar

Sinov: 100 km masofada o'rtacha tezlik 60–80 km/soat

Shina turi Yo'llanishdagi sarf (l/100 km) Farqi

155/80 R12 (standart) 7.6 l

165/70 R12 (keng) 8.1 l +0.5 l

155/70 R12 Eco 7.0 l –0.6 l

155/80 R12 Winter 8.3 l +0.7 l

Natijalar tahlili

Keng shina (165/70 R12)

Ko'rinishi yaxshi, tormoz masofasi qisqaradi

— Yo'qilg'i sarfi oshadi

— Damas dvigateli kichik bo'lgani uchun yuklama ortadi

Eco shina (155/70 R12)

Yoqilg'i sarfida 7–10% tejash

Yoz mavsumi uchun juda qulay
Qishda yo‘l ushlashi biroz past
Qishki shina(155/80 R12 Winter)

Muz va qor uchun xavfsiz

Ishqalanish katta → yonilg‘i sarfi ortadi

Tadqiqotning asosiy maqsadi turli yo‘l qoplamalarida shinaning ishqalanish koeffitsiyenti, aylanish qarshiligi va sirpanish darajasini aniqlash hamda ularning yonilg‘i sarfiga ta’sirini baholashdan iborat.

Vazifalar quyidagilardan iborat:

turli yo‘l qoplamalarida shina ishqalanish koeffitsiyentini o‘lchash;

aylanish qarshiligini aniqlash;

namlik va sirt holatining ta’sirini baholash;

natijalarni taqqoslash va tahlil qilish.

Tajriba ishlari quyidagi texnik vositalar yordamida amalga oshirildi:

dinamometrik o‘lchash stendi (ishqalanish kuchini aniqlash uchun);

tezlik va aylanish sensorlari (rotatsion qarshilikni o‘lchash uchun);

raqamli moment o‘lchagich (torkni aniqlash uchun);

yo‘l qoplamasi simulyatori (asfalt, beton, shag‘al va boshqalar uchun);

namlik va harorat sensori;

shina bosimini nazorat qiluvchi manometr;

data logger tizimi (ma’lumotlarni qayd etish uchun).

Tajriba bir xil avtomobil modeli va bir xil shina bosimi (standart 2.2 bar) sharoitida o‘tkazildi. Har bir yo‘l turi uchun tezlik 40 km/soat qilib belgilandi. Har bir sharoitda o‘lchovlar kamida 5 marotaba takrorlanib, o‘rtacha qiymat hisoblandi.

Turli yo‘l sharoitlarida shinaning ishqalanishiga ta’sir etuvchi omillar bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimental tadqiqot natijalari quyida keltirilgan. Tajriba asfalt, beton, shag‘al, tuproqli, nam va qorli yo‘l sharoitlarida amalga oshirildi.

Yo'l turi	Ishqalanish koeffitsiyenti (μ)	Aylanish qarshiligi (N)	Yonilg'i sarfi (l/100 km)	Sirpanish darajasi
Asfalt	0.75	110	6.8	Past
Beton	0.70	118	7.1	Past-o'rtacha
Shag'al	0.60	135	7.8	O'rtacha
Tuproq	0.55	145	8.2	Yuqori
Nam yo'l	0.50	160	8.7	Yuqori
Qorli yo'l	0.35	190	9.5	Juda yuqori

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, yo'l qoplamasining turi shinaning ishqalanish xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Eng yuqori ishqalanish asfalt qoplamada kuzatilib, bu holat yonilg'i sarfining minimal darajada bo'lishini ta'minlaydi. Beton yo'llarda qarshilik biroz ortadi, lekin barqarorlik saqlanadi.

Shag'al va tuproqli yo'llarda mexanik deformatsiya ortishi sababli aylanish qarshiligi sezilarli darajada oshadi. Nam va qorli yo'l sharoitlari esa eng yuqori sirpanish darajasini keltirib chiqaradi, bu esa xavfsizlik va energiya samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, shina dizaynini optimallashtirishda yo'l sharoitlari variativligini hisobga olish zarur. Bu yonilg'i sarfini kamaytirish va transport samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Yo'l yuzasining fizik holati shinaning ishqalanish xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Eng yuqori ishqalanish koeffitsiyenti asfalt qoplamada kuzatildi, bu esa yonilg'i sarfining eng past darajada bo'lishiga olib keldi.

Aksincha, qorli va nam yo'l sharoitlarida ishqalanish sezilarli darajada kamaygan bo'lib, bu aylanish qarshiligining oshishiga va yonilg'i sarfining ko'payishiga sabab bo'lgan. Shag'al va tuproq yo'llarda esa mexanik qarshilik ortishi tufayli shinaning deformatsiyasi kuchayadi va energiya yo'qotishlari oshadi.

Eksperimental tadqiqotlar natijasida shinning yo‘l bilan ishqalanish xususiyatlari yo‘l qoplamasining turi va holatiga bog‘liqligi aniqlandi. Eng optimal sharoit asfalt yo‘llarda kuzatilsa, eng noqulay sharoit qorli va nam yuzalarda qayd etildi. Ushbu natijalar shina dizaynini optimallashtirishda hamda energiya samaradorligini oshirishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Avtomobil shinalari va yo‘l o‘rtasidagi aloqa transport vositalari xavfsizligi, energiya tejamkorligi va yoqilg‘i sarfiga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy jihatdir. Turli yo‘l sharoitlarida ishqalanish jarayonining o‘zgaruvchan xususiyatlari ushbu hodisani kompleks eksperimental tekshirishni talab qiladi. Ushbu bo‘limda shinalar va asfalt, beton, shag‘al, tuproq, shuningdek, qorli va nam sharoitlar kabi turli yo‘l qoplamalari o‘rtasidagi ishqalanish kuchining o‘zgarishi ilmiy tahlil qilinadi, asosiy fizik tamoyillar va ularning yoqilg‘i sarfiga ta’siri o‘rganiladi. Shinning deformatsiyasi, yo‘l qoplamasining mikro va makro nomukammalliklari va kontakt interfeysidagi energiya yo‘qotishlari ishqalanish jarayonini aniqlashda juda muhimdir. Harakat paytida, elastik material bo‘lgan shina yo‘l qoplamasiga mos keladi va shuning uchun kontakt maydonini hosil qiladi. Ushbu kontakt sohasidagi ichki energiya yo‘qotishlari, ya’ni gisterezis hodisasi, shinning aylanishiga to’sqinlik qiladi. Shuning uchun bu dvigatel tomonidan energiya sarfini oshiradi²⁷.

Eksperimental tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, asfalt yo‘llardagi ishqalanish koeffitsienti umuman olganda doimiy bo‘lib qoladi, shuning uchun shinalarning sirtga yaxshi yopishishini ta’minlaydi. Asfalt yuzasining tarkibi elastik shinani yaxshi moslashtiradi va bu minimal energiya yo‘qotishlariga olib keladi. Asfaltning sifati, uning qattiqligi va sirt aşınma darajasi ishqalanish ko‘rsatkichlariga sezilarli darajada ta’sir qiladi. Yangi yotqizilgan asfalt yuzasi yuqori yopishish xususiyatlariga ega, ammo eskirgan va jilolangan asfalt yuzasida ishqalanish kamayadi va bu xavfsizlikka putur yetkazishi mumkin.

Aksincha, beton magistrallar o‘zining sezilarli darajada qattiqligi bilan ajralib turadi. Bunday yo‘lda shinalar deformatsiyasi minimal; shunga qaramay,

²⁷ Bozorov F.Q. Avtomobillarning texnik ekspluatatsiyasi. – Buxoro: Durdona, 2021. – 134-b.

sirtning qattiqligi tufayli tebranishlar kuchayadi. Bu tebranishlar energiya yo'qotishlarini oshiradi va shu bilan yoqilg'i sarfini oshiradi. Beton yuzalardagi ishqalanish koeffitsienti asfaltga qaraganda biroz pastroq bo'lishi mumkin; ammo uning barqarorligi yuqoriroq. Tajriba ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, shinalar beton yuzalarda tezroq yomonlashadi.

Shag'al yo'llarning ishqalanish dinamikasi murakkabroq. Shina nafaqat qattiq yuzaga, balki erkin harakatlanuvchi zarrachalarga ham ta'sir qiladi. Natijada, energiyaning katta qismi zarrachalar harakatiga sarflanadi. Bu aylanish qarshiligini sezilarli darajada oshiradi, natijada yoqilg'i sarfi oshadi. Shag'al yo'llarda shinalarning sirpanish ehtimoli oshadi, bu esa jiddiy xavfsizlik muammosini keltirib chiqaradi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, shinalar bosimining biroz pasayishi kontakt maydonini kuchaytiradi va bunday yo'llarda tortishishni yaxshilaydi, ammo bu yoqilg'i samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Asfaltlanmagan yo'llardagi ishqalanish ko'rsatkichlari ko'proq o'zgaruvchanlikni namoyon etadi. Ishqalanish darajasiga ta'sir qiluvchi asosiy elementlar tuproqning namlik miqdori, zichligi va granulometrik tarkibidir. Quruq tuproq yuzasida ishqalanish sezilarli darajada bo'lishi mumkin; ammo changning mavjudligi sirpanish xavfini tug'diradi. Nam tuproqda yopishish kuchayadi, bu esa shinalar harakatiga qarshilikning oshishiga olib keladi. Bu dvigatel yukini va yoqilg'i sarfini oshiradi. Tajriba sinovlari shuni ko'rsatadiki, asfaltlanmagan yo'llarda haydash rejimini to'g'ri tanlash energiya tejashni sezilarli darajada yaxshilaydi.

Muzli yo'llarda ishqalanish jarayoni juda boshqacha mexanizm orqali ishlaydi. Bu holda, shina va yo'l o'rtasida qattiq aloqa yo'q, balki qor qatlamining deformatsiyasi kuzatiladi. Ishqalanish koeffitsienti qorning zichligi va harorati bilan belgilanadi. Yangi yog'gan yumshoq qorning yuzasi ozgina yopishqoqlikka ega, bu esa transport vositasini boshqarishni sezilarli darajada yomonlashtiradi. Siqilgan qor sezilarli darajada ishqalanishni keltirib chiqarishi mumkin.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, ixtisoslashgan qishki shinalar muzli yuzalarda ishqalanishni kuchaytirish orqali yo'l harakati xavfsizligini sezilarli darajada

oshiradi; shunga qaramay, ularning yuqori aylanish qarshiligi yoqilg'i sarfini ko'paytiradi.

Nam sirtlarda suv qatlami ishqalanish mexanizmiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Suv shina va yo'l qoplamasi o'rtasida yupqa qatlam hosil qiladi va to'g'ridan-to'g'ri aloqani kamaytiradi. Bu akvaplaningga olib kelishi mumkin. Empirik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, suv qatlami qalinligining oshishi ishqalanish koefitsientining sezilarli darajada pasayishiga olib keladi. Natijada, shina protektori dizayni suvning tez chiqib ketishiga ustuvor ahamiyat berishi kerak. Suvni siqib chiqarish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha energiya tufayli ho'l yo'llarda energiya yo'qotishlari ortadi.

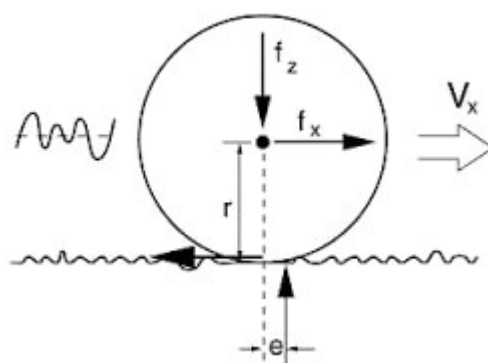
Ushbu eksperimental sinovlarda shina bosimi, harorat, tezlik va yuk kabi o'zgaruvchilar alohida tekshirildi. Optimal shina bosimi ishqalanish jarayonini muvozanatlashtiradi. Past bosim aloqa maydonini kengaytiradi, ammo deformatsiya yo'qotishlarini kuchaytiradi. Aksincha, yuqori bosim aloqa maydonini kamaytiradi va yopishishni kamaytiradi. Haroratning ko'tarilishi shina materialining elastikligini o'zgartirish orqali ishqalanish koefitsientiga ta'sir qiladi. Aerodinamik qarshilikdan tashqari, ichki shina yo'qotishlari ham tezlikning oshishi bilan ortadi.

Damas avtomobili bilan o'tkazilgan tajribalar ushbu elementlarning haqiqiy transport sharoitida ta'sirini ko'rsatdi. Avtomobilning juda yengil og'irligi va cheklangan dvigatel hajmi shinalar ishqalanishining o'zgarishini yoqilg'i sarfiga ayniqsa ta'sir qiladi. Bir nechta yo'l sharoitlarida o'tkazilgan sinovlar shuni ko'rsatdiki, asfalt yo'llarda benzin eng kam sarflangan, shag'al va tuproqli yo'llarda esa eng yuqori iste'mol darajasi kuzatilgan. Qorli va yomg'irli sharoitlarda xavfsizlik standartlariga javob berish uchun energiya sarfini ko'paytirish zarur edi.

Turli sharoitlarda shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish murakkab, ko'p o'zgaruvchan hodisadir. Ushbu jarayonni keng qamrovli eksperimental o'rganish transport vositasining energiya samaradorligini oshiradi, yoqilg'i sarfini kamaytiradi va ekologik muammolarni yumshatadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, mos

shinani tanlash, to'g'ri bosimni saqlash va to'g'ri haydash rejimidan foydalanish turli yo'l sharoitlarida samarali va xavfsiz harakatlanishni osonlashtiradi.

Avtomobil transporti zamonaviy infratuzilmaning muhim elementi bo'lib, uning samarali va xavfsiz ishlashi bir nechta texnologik va jismoniy o'zgaruvchilarga bog'liq. Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayoni eng muhim omillardan biridir. Bu jarayon transport vositasining harakatchanligi, tormozlash samaradorligi, rul barqarorligi va energiya sarfiga bevosita ta'sir qiladi.



2.3.5-rasm. Ishqalanish davomida shinalarga ta'sir qiluvchi parametrlar

Yo'l qoplamasining tabiati va holati shinalar bilan aloqa qilishga ta'sir qiluvchi asosiy tashqi element hisoblanadi. Ishqalanish koeffitsienti asfalt, beton, shag'al, tuproq, qor va nam yuzalar kabi turli yo'l sharoitlarida sezilarli darajada farq qiladi. Bu transport vositasining xavfsizlik darajasi va ishlash ko'rsatkichlariga turlicha ta'sir qiladi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ishqalanish nafaqat mexanik hodisa, balki murakkab fizik va mexanik jarayonlarning yig'indisidir. Shina materialining elastik xususiyatlari, mikro va makro yo'l qoplamasi nomukammalligi, aloqa yuzasidagi o'zgarishlar va tashqi atrof-muhit omillari bu jarayonga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, nam va qorli yuzalarda ishqalanishning sezilarli darajada kamayishi sirpanishga olib keladi va shu bilan transport hodisalari ehtimolini oshiradi.

Natijada, turli yo'l sharoitlarida shinalar ishqalanishini o'rganish muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv transport xavfsizligini

oshiradi, yoqilg'i tejamkorligini optimallashtiradi va yo'l-transport hodisalarini minimallashtiradi. Ushbu dissertatsiyaning asosiy maqsadi turli yo'l qoplamalarining shinalar va yo'l o'rtasidagi ishqalanish koeffitsientiga ta'sirini o'rganish, shuningdek, ularning xavfsizligi va energiya sarfini baholashdir.

Asfalt yuzalarida ishqalanish. Asfalt qoplamasi nisbatan yuqori ishqalanish koeffitsientiga ega bo'lib, shinalarning samarali yopishishini ta'minlaydi. Quruq asfalt sharoitida transport vositasining tormozlash samaradorligi oshadi. Yuqori haroratlarda asfalt yumshashi mumkin, bu esa deformatsiya yo'qotishlarining oshishiga olib keladi.

Beton yuzalardagi ishqalanish. Beton yo'llar bardoshli va qattiq sirtini ta'minlaydi, bu ularni uzoq vaqt foydalanish uchun mos qiladi. Ishqalanish darajasi asfalt bilan taqqoslansa ham, sirt silliqdagi oshishi bilan sirpanish ehtimoli kuchayishi mumkin.

Asfaltlanmagan yo'llarda ishqalanish. Shag'al qoplamasidagi ishqalanish barqaror emas va ishonchsiz. G'ildirak va yo'l orasidagi aloqa nuqtalari doimiy ravishda siljiydi, bu esa energiya yo'qotishlarining ko'payishiga va boshqaruvni murakkablashtirishga olib keladi.

Asfaltlanmagan yo'llarda ishqalanish. Asfaltlanmagan yo'llardagi ishqalanish namlik darajasiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Quruq tuproqda yopishish o'rtacha, ammo nam tuproqda sirpanish sezilarli darajada kuchayadi. Bu yo'ltanlamas transport vositalari uchun juda muhimdir. Qor va muz bilan qoplangan sirtlarda ishqalanish koeffitsienti minimallashtiriladi. Shina protektori va maxsus qishki shinalar xavfsizlikni ta'minlash uchun juda muhimdir. Nam yuzalarda suv plyonkasi shina va yo'l qoplamasi o'rtasida "suv yostig'i" hosil qilishi mumkin, bu esa gidroplanga olib keladi. Bunday holda, ishqalanish sezilarli darajada kamayadi, bu esa boshqaruvni yo'qotish xavfini oshiradi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, yo'l qoplamasi turi shinalar ishqalanishiga ta'sir qiluvchi muhim tashqi element hisoblanadi. Eng ko'p ishqalanish asfalt va beton yuzalarda, eng kam esa qorli va nam yuzalarda kuzatiladi. Shag'al va tuproqli yo'llardagi ishqalanish barqaror emas.

Turli yo'l sharoitlari avtomobil shinalarining ishqalanish ko'rsatkichlariga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Ushbu parametrlarni har tomonlama tahlil qilish transport xavfsizligini oshirish, yoqilg'i tejamkorligini optimallashtirish va avariylar darajasini kamaytirish uchun juda muhimdir. Yo'l sharoitlariga moslashtirilgan shinalar dizaynini takomillashtirish zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishi hisoblanadi.

Ikkinchi bob bo'yicha xulosa

Ushbu bobda avtomobil shinalarining ishqalanish xususiyatlari eksperimental ravishda o'rganiladi va ularning yoqilg'i sarfiga ta'siri amaliy tahlil orqali baholanadi. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bir xil avtomobil modelida turli xil shina turlari yoqilg'i sarfida sezilarli farqlarga olib keladi. Bu hodisa uning shinalar qarshilik indeksiga va yo'l qoplamasi bilan aloqa qilish darajasiga bog'liqligi bilan izohlanadi. Past qarshilikli shinalardan foydalanish transport vositalarining harakati uchun kamroq energiya talab qiladi, bu esa yoqilg'ini tejashga olib keladi. Sinov natijalari shuni ko'rsatdiki, shinalar orasidagi yo'l ishqalanishini nazorat qilish nafaqat yoqilg'i sarfini kamaytirishi, balki atrof-muhitga xavfli gazlar chiqishini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Karbonat angidrid (CO_2) chiqindilarining kamayishi muhim ekologik natijadir. Bu transport vositalarining energiya samaradorligini oshirish global ekologik muammolarni hal qilish uchun muhim strategiya ekanligini tasdiqlaydi.

Bobda turli yo'l sharoitlarida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning ahamiyati ta'kidlangan. Asfalt, beton, shag'al, loy, qorli va nam yo'llardagi ishqalanish darajasi sezilarli darajada o'zgarib turadi. Masalan, asfalt va beton yuzalardagi ishqalanish juda yuqori bo'lsa-da, bu ko'rsatkich shag'al va tuproqli yo'llarda nomuvofiq ekanligi aniqlangan. Muzli va nam yo'llarda ishqalanish sezilarli darajada kamayadi, bu esa ko'proq xavfsizlik choralari ko'rishni talab qiladi. Natijada, turli vaziyatlarga mos keladigan shinalardan foydalanishning ahamiyati empirik tarzda tasdiqlangan. Tegishli bosim darajasini saqlab turish shina

va yo'l o'rtasidagi maksimal samarali aloqani kafolatlaydi. Noto'g'ri bosim ishqalanishni oshirishi yoki kamaytirishi mumkin, bu esa yoqilg'i sarfini ko'paytiradi. Xulosa qilib aytganda, ikkinchi bobning natijalari shinalar ishqalanish xususiyatlarini eksperimental tekshirish orqali yoqilg'i tejamkorligini oshirish uchun aniq salohiyat mavjudligini ko'rsatdi.

III BOB. AVTOMOBIL SHINASI ISHQALANISHINI OPTIMALLASHTIRISH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI TAHLILI

3.1. Yangi materiallar, aerodinamik dizaynlar va kamroq qarshilikka ega shinalar asosida transport tizimlarining samaradorligini oshirish yo‘llarini ishlab chiqish

Avtomobil transporti tizimining energiya samaradorligini oshirish zamonaviy ilmiy va amaliy tadqiqotlarning muhim yo'nalishi hisoblanadi. Ichki yonuv dvigatelli avtomobillarda yoqilg'i sarfini kamaytirish va atmosferaga zararli chiqindilarni minimallashtirish global ekologik va iqtisodiy barqarorlik uchun muhim muammolardir. Avtomobil shinalari va yo'l o'rtasidagi o'zaro ta'sir, ya'ni ishqalanish va aylanishga qarshilik ko'rsatkichlari bu jarayonda juda muhimdir. Natijada, shinalarning dizayni, material tarkibi va aerodinamik xususiyatlarini yaxshilash transport tizimining umumiy samaradorligini oshirishi mumkin²⁸.

Avtomobil shinalaridagi energiya yo'qotishlarining asosiy omili uning aylanishga qarshiligidir. Aylanishga qarshilik shinalar deformatsiyasi natijasida yuzaga keladigan ichki energiya yo'qotishlariga tegishli bo'lib, bu transport davomida yoqilg'i sarfiga doimiy ta'sir qiladi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shinalar materiallarini takomillashtirish orqali bu qarshilikni kamaytirishga qaratilgan. Keyingi avlod polimerlari, elastomerlari va kompozit materiallarning rivojlanishi shinalar deformatsiyasi paytida energiya yo'qotilishini sezilarli darajada kamaytirdi, shu bilan birga ularning mexanik yaxlitligini saqlab qoldi.

Kremniy dioksidi (kremniy) plomba moddalari zamonaviy shinalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Ushbu kimyoviy modda an'anaviy qora uglerod (uglerod qora) bilan solishtirganda shinaning yo'lga yopishish xususiyatlarini oshiradi va shu bilan birga uning aylanishga qarshiligini pasaytiradi. Silika qo'shimchalari shinalarning egiluvchanligini oshiradi va shu bilan deformatsiya paytida energiya yo'qotilishini kamaytiradi. Shuning uchun bu yoqilg'i sarfini

²⁸Ergashev N.E. Avtomobillarda ishqalanish kuchlari va ularning ta'siri. – Toshkent: O'zbekiston, 2022. – 89-b.

kamaytiradi. Shu bilan birga, bu materiallar nam yo'l sharoitida ajoyib tutashuvni ta'minlaydi va shu bilan yo'l harakati xavfsizligini oshiradi.

Qo'shimcha muhim e'tibor nanotexnologiyadan foydalangan holda materiallarni ishlab chiqishdir. Nanokompozit formulalarda nano o'lchamli zarrachalardan foydalanish shinalarning mexanik va termal xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Bu materiallar katta mustahkamlikka ega va deformatsiyaga chidamlilik ko'rsatadi. Natijada, shinalar aylanishi paytida hosil bo'ladigan ichki ishqalanish kamroq bo'ladi, shuning uchun energiya samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, nanomateriallar shinalarning uzoq umr ko'rishini oshiradi va iqtisodiy afzalliklarga ega.

Shinalarning aerodinamik konfiguratsiyasi transport vositasining umumiy qarshiligiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Havo qarshiligi harakatlanayotgan avtomobilga nisbatan sezilarli kuchdir. Shinalar aerodinamik qarshilikning asosiy sababi bo'lmasa-da, ularning shakli, kengligi va sirt tuzilishi transport vositasi atrofidagi havo oqimiga ta'sir qiladi. Natijada, shinalarning tashqi shaklini yaxshilash orqali havo qarshiligini minimallashtirish mumkin.

Aerodinamik optimallashtirilgan shinalar ko'pincha yuqaroq profilga ega bo'lib, bu havo oqimining kamroq buzilishiga olib keladi. Shina yon devorlarining soddalashtirilgan va konturlangan konturi havo oqimining barqarorligini kafolatlaydi. Natijada, avtomobilning umumiy aerodinamik qarshiligi kamroq bo'ladi, bu esa yuqori tezlikda yoqilg'i sarfini kamaytiradi. Bu muammo, ayniqsa, shahar tashqarisidagi yo'llarda yaqqol ko'rinadi.

Shinalarning protektor konfiguratsiyasi ularning ishqalanish xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. An'anaviy protektor naqshlari asosan optimal yo'l tutashuvi uchun ishlab chiqilgan, ammo zamonaviy dizaynlar ham bu xususiyatni saqlab qolish bilan birga energiya tejashni oshirishga intiladi.

Protektor bloklarining konfiguratsiyasi, o'lchamlari va joylashuvi shinalar deformatsiyasi darajasini belgilaydi. Haddan tashqari katta yoki tartibsiz

joylashtirilgan protektor qismlari shinalar aylanishi paytida sezilarli energiya yo'qotishlariga olib keladi.

Shinalarning ichki tarkibi transport tizimining samaradorligini oshirishga sezilarli darajada hissa qo'shadi. Zamonaviy shinalar ko'p qatlamli karkas dizaynidan foydalanadi, bu esa mustahkamlikni oshiradi va shu bilan birga deformatsiya darajasini tartibga solish imkonini beradi. Metall va sintetik tolalardan tashkil topgan mustahkamlangan qatlamlar shinaning strukturaviy yaxlitligini saqlaydi va energiya tarqalishini minimallashtiradi. Radial shinalar arxitekturasida bu jihatdan ayniqsa samarali, chunki u deformatsiyani kamaytirib, katta yuklarga bardosh beradi.

Shinalar bosimi ularning ishqalanish va qarshilik xususiyatlariga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Tegishli bosimni saqlab turish shinaning yo'l bilan aloqa yuzasining normal bo'lishini ta'minlaydi, shu bilan birga haddan tashqari deformatsiyaning oldini oladi. Past bosim shinalarning ko'proq deformatsiyasiga va aylanish qarshiligining oshishiga olib keladi. Natijada, benzin iste'moli ortadi. Aksincha, ortiqcha bosim yo'lning yopishishini kamaytiradi va yo'l harakati xavfsizligiga salbiy ta'sir qiladi. Natijada, avtomatlashtirilgan shinalar bosimini monitoring qilish tizimlari zamonaviy transport vositalarida keng qo'llaniladi.

Yuqorida aytib o'tilgan barcha elementlarni har tomonlama ko'rib chiqish orqali avtomobillarning energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Bu mulohazalar, ayniqsa, Damas rusumidagi avtomobillar kabi ixcham va arzon avtomobillar uchun muhimdir. Bunday transport vositalarining dvigatel quvvatining juda pastligi energiya yo'qotishlarining har qanday kamayishi umumiy samaradorlikka sezilarli darajada ta'sir qilishini anglatadi.

Avtomobil shinalarining strukturaviy va funktsional xususiyatlarini optimallashtirish orqali transport vositalarining energiya samaradorligini oshirish muhandislik, materialshunoslik va transport tizimlari nazariyasining yaqinlashuvida joylashgan ko'p qirrali ilmiy sohadir. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shinalar va yo'llarning o'zaro ta'sir mexanizmlarini har tomonlama tahlil qilish va

ularni optimallashtirish orqali yoqilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Bu masala, ayniqsa, Damas tipidagi avtomobillar kabi kichik hajmli transport vositalari uchun juda muhimdir, chunki ularning dvigatel quvvati nisbatan past, bu yerda energiya yo'qotishlarining har qanday kamayishi umumiy samaradorlikka sezilarli darajada ta'sir qiladi. "Aylanishga qarshilik" tushunchasi shinalarning energiya samaradorligiga ta'sirini tushunish uchun juda muhimdir. Aylanishga qarshilik yo'l yuzasi bilan aloqa qilganda shinalarning deformatsiyasi natijasida yuzaga keladigan energiya yo'qotishlarini anglatadi, bu hodisa transport vositalarining harakati davomida doimiy ravishda sodir bo'ladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shinalar deformatsiyasi paytida energiya molekulalararo ishqalanish tufayli issiqlik sifatida tarqaladi va bu yo'qotishlar umumiy qarshilikning asosiy komponentini tashkil qiladi. Bu hodisa "gisterezis yo'qotishlari" deb ataladi va aynan shu mexanizm shinalar samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omil hisoblanadi.

Ilmiy manbalar shuni ko'rsatadiki, transport vositasining harakatlanishi uchun zarur bo'lgan energiyaning katta qismi shinalarning aylanish qarshiligini yengish uchun ishlatiladi. Hisob-kitoblarga ko'ra, ichki yonish dvigatelli avtomobillarda umumiy energiya sarfining bir qismi shinalar bilan bog'liq yo'qotishlarga bog'liq. Natijada, bu yo'qotishlarni kamaytirish uchun shinalar dizaynini takomillashtirish yoqilg'i samaradorligini oshirishning samarali usuli sifatida qaraladi.

Innovatsion materiallardan tayyorlangan shinalar bu muammoni hal qilishda juda muhimdir. Zamonaviy shinalar elastomer kompozitsiyalari deformatsiya paytida energiya yo'qotishlarini kamaytirish uchun molekulyar ravishda sozlangan. Kremniy asosidagi plomba moddalaridan foydalanish shinaning elastiklik modulini oshiradi va gisterezis yo'qotishlarini kamaytiradi. Bu shinalar aylanishi paytida energiya sarfini kamaytiradi. Natijada, transport vositasining umumiy yoqilg'i sarfi kamayadi va uning ekologik ko'rsatkichlari yaxshilanadi.

Bundan tashqari, nanostrukturali materiallardan foydalanish potentsial yo'l sifatida qaraladi. Nanokompozitlarda ishlatiladigan nanopartikullar shinaning ichki

tuzilishini yaxshilaydi, uning deformatsiyaga chidamliligini oshiradi. Shu bilan birga, bu materiallar issiqlik tarqalishini kamaytiradi va energiya samaradorligini oshiradi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mikro va nano miqyosda material sifatini tartibga solish shinning makroskopik ishlashiga bevosita ta'sir qiladi va shu bilan uning energiya samaradorligini oshiradi.

Shinalarning strukturaviy dizayni energiya samaradorligiga bevosita ta'sir qiluvchi jihatdir. Radial tuzilishga ega shinalar diagonal tuzilishga ega shinalarga qaraganda kamroq deformatsiyaga ega, shuning uchun ularning aylanish qarshiligini pasaytiradi. Bundan tashqari, shinning yon devorining qattiqligi va protektor qatlamining moslashuvchanligi o'rtasidagi muvozanatni saqlab qolish orqali ideal deformatsiya rejimini o'rnatish mumkin. Bu nafaqat energiya yo'qotishlarini kamaytiradi, balki shinning ishlash muddatini ham uzaytiradi.

Aerodinamik dizayn masalasi bu kontekstda alohida e'tiborga loyiqdir. Shinalar transport vositasining umumiy aerodinamik qarshiligida bo'ysunuvchi rol o'ynasa-da, ularning konfiguratsiyasi va o'lchamlari havo oqimi dinamikasiga ta'sir qiladi. Ayniqsa, yuqori tezlikda shinani o'rab turgan turbulent oqim umumiy qarshilikni oshirishi mumkin. Natijada, zamonaviy dizayn metodologiyalari shinning tashqi geometriyasini optimallashtirish orqali havo oqimini takomillashtirishga urg'u beradi.

Shinning o'lchamlari ham muhimdir. Keng shinalar ko'pincha keng kontakt joyiga ega bo'lib, yopishishni kuchaytiradi, ammo aylanish qarshiligini ham oshiradi. Tor shinalar kamroq qarshilik ko'rsatadi, shuning uchun yoqilg'i samaradorligini oshiradi. Natijada, transport vositasining dizayn xususiyatlariga mos keladigan shina o'lchamini tanlash juda muhimdir. Ayniqsa, Damas kabi yengil tijorat transport vositalari uchun kichik, past qarshilikli shinalardan foydalanish tavsiya etiladi. Shinalarning ishlash sharoitlari ularning energiya samaradorligiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Yo'l qoplamasining tuzilishi va qattiqligi shinning deformatsiya darajasiga ta'sir qiladi. Yassi asfalt yuzalarda aylanish qarshiligi nisbatan kam, ammo notekis yoki yumshoq yerlarda ortadi. Bundan tashqari, harorat

o'zgaruvchisi natijaga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Past haroratlarda kauchukning elastikligi pasayadi, bu esa deformatsiya paytida energiya yo'qotishlarining ko'payishiga olib keladi. Natijada, iqlim sharoitlariga mos keladigan shina materiallarini tanlash juda muhimdir.

Shina bosimi muhim operatsion jihatdir. Bu yoqilg'i sarfini ko'paytiradi. Natijada, energiya samaradorligi tegishli bosimni saqlab qolish orqali oshirilishi mumkin. Zamonaviy avtomobillar bu funktsiya uchun TPMS tizimlaridan foydalanadilar.

Yuqoridagi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shinalarning energiya samaradorligini oshirish ko'p qirrali va murakkab ishdir. Optimal natijalarga materiallar, konstruktsiya, dizayn va ish sharoitlarining o'zaro ta'siri orqali erishish mumkin. Past aylanishga chidamli shinalarni ishlab chiqish va amalga oshirish transport tizimining umumiy samaradorligini oshirish uchun juda muhimdir.

Shu bilan birga, atrof-muhit o'zgaruvchilari bu jarayonga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Aylanishga chidamliligi pasaygan shinalar yoqilg'i sarfini kamaytirish orqali karbonat angidrid chiqindilarini kamaytiradi. Bu global iqlim o'zgarishi muammosini hal qilishda muhim jihatdir. Zamonaviy ilmiy metodologiyalar shinalar texnologiyasidagi yutuqlar transport sanoatining atrof-muhitga ta'sirini sezilarli darajada kamaytirishi mumkinligini ko'rsatadi. Innovatsion materiallar va ilg'or aerodinamik va strukturaviy yechimlar bilan ishlab chiqarilgan shinalar avtomobillarning energiya tejamkorligini oshirish uchun juda muhimdir. Ushbu sohadagi ilmiy tadqiqotlar kelajakda yanada samarali, xavfsiz va ekologik jihatdan barqaror transport tizimlarini rivojlantirishga yordam beradi.

3.2. Shinaning qarshiligini va ishqalanishini kompleks o'rganish hamda turli sharoitlarda samarali va xavfsiz harakatlanishni ta'minlash usullarini taklif etish

Yo'l transporti tizimida energiya samaradorligi, yo'l harakati xavfsizligi va ekspluatatsiya xarajatlari shina-yo'l o'zaro ta'siri parametrlariga sezilarli darajada

ta'sir qiladi. Shina va yo'l qoplamasi orasidagi ishqalanish deformatsiya, yopishish, sirpanish va issiqlik tarqalishi kabi omillar ta'sirida bo'lgan murakkab fizik va mexanik hodisadir. Ushbu protsedurani batafsil va keng ko'lamli o'rganish, ayniqsa, yengil tijorat transport vositalari, xususan, Damas tipidagi yuk mashinalari uchun juda muhimdir. Ushbu yuk mashinalari ko'pincha turli yo'l va iqlim sharoitlarida shahar ichidagi logistikada qo'llaniladi²⁹.

Shina qarshiligi, ba'zan aylanish qarshiligi deb ataladi, transport vositasining harakatiga qarshilik ko'rsatadigan asosiy kuchdir. Bu qarshilik asosan shinaning yo'l bilan aloqa qilish joyidagi elastik deformatsiyalardan kelib chiqadi. Shina materiali yo'l qoplamasi bilan aloqa qilganda maydalanadi va keyin avvalgi holatiga qaytadi. Bu jarayon davomida energiyaning bir qismi issiqlik sifatida tarqaladi, bu esa yoqilg'i sarfining oshishiga olib keladi. Natijada, shina qarshiligining pasayishi transport vositasining energiya tejamkorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Shinaning ishqalanish xususiyatlarini o'rganishda bir nechta jihatlarni batafsil ko'rib chiqish juda muhimdir. Shina materialining tarkibi juda muhimdir. Zamonaviy shinalar turli xil polimerlar, rezina birikmalar va mustahkamlovchi tolalardan foydalanadi. Ushbu materiallarning elastikligi, issiqlikka chidamliligi va yopishqoqligi ishqalanish koeffitsientiga bevosita ta'sir qiladi. Ikkinchidan, shinaning strukturaviy tarkibi, xususan, protektor naqshining va yon devorlarning qattiqligi ham muhimdir. Protektor naqshi suvni chiqarib yuborish, yo'l bilan yaxshi aloqa qilish imkonini berish va sirpanishni minimallashtirish vazifasini bajaradi.

Uchinchidan, shina bosimi ishqalanish jarayoniga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shinalar yetarli darajada shishirilmaganda, deformatsiya darajasi kuchayadi, bu esa aylanish qarshiligining oshishiga va yoqilg'i sarfining oshishiga olib keladi. Aksincha, yuqori bosim shinaning yo'l bilan aloqa yuzasini kamaytiradi, shuning uchun tormozlash samaradorligini pasaytiradi va xavfsizlikni pasaytiradi. Natijada, ideal bosim darajasini saqlab qolish juda muhimdir.

²⁹ Ergashev R.X. Avtomobil transportida ekspluatatsion ko'rsatkichlar tahlili. – Toshkent: O'zbekiston, 2022. – 87-b.

Tashqi o'zgaruvchilar shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish jarayoniga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Yo'l yuzasi turi, uning silliqligi, namligi va harorati ishqalanish koeffitsientini o'zgartiradi. Agar quruq asfalt yo'lda ishqalanish ko'tarilsa, bu signal nam yoki qorli yerlarda sezilarli darajada kamayadi. Atrof-muhit harorati shina materialining elastik xususiyatlariga ta'sir qiladi va ishqalanish mexanizmini o'zgartiradi.

Ushbu jihatlarni hisobga olgan holda, shinalar qarshiligini batafsil o'rganish uchun eksperimental va nazariy metodologiyalarni birlashtirish oqilona. Eksperimental tadqiqotlar turli vaziyatlarda shinalar deformatsiyasi, issiqlik tarqalishi va yoqilg'i sarfi darajasini baholaydi. Nazariy modellash ushbu jarayonlarning matematik ifodasi va bashoratini ta'minlaydi. Ushbu metodologiyalarning kombinatsiyasi shinalar ishqalanishining optimal xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi.

Shinalar qarshiligini kamaytirish va samarali harakatlanishni osonlashtirish uchun turli xil texnologik va operatsion strategiyalar taklif qilinishi mumkin. Birinchi navbatda, aylanishga qarshiligi kam bo'lgan shinalardan foydalanish muhimdir. Ushbu shinalar energiya yo'qotilishini minimallashtirish uchun maxsus materiallar va konstruksiyalar yordamida ishlab chiqilgan. Shu bilan birga, protektor naqshini yaxshilash yo'l bilan aloqa yuzasining samaradorligini oshirishi mumkin. Ikkinchi muhim maqsad transport vositasining umumiy hajm va aerodinamik qarshiligini kamaytirishdir. Shinalar qarshiligi, boshqa qarshilik turlari bilan birga, umumiy energiya sarfiga ta'sir qiladi. Yengil konstruksiyalar va soddalashtirilgan dizayn xususiyatlaridan foydalanish transport vositasining umumiy samaradorligini oshiradi.

Operatsion nuqtai nazardan, shinalarni tez-tez tekshirish va ularning holatini baholash juda muhimdir. Protektor chuqurligining pasayishi, tartibsiz aşınma yoki mexanik shikastlanish ishqalanish xususiyatlarini yomonlashtiradi. Natijada, shinalarni tezda almashtirish va muvozanatlash orqali maksimal ishlashni ta'minlash juda muhimdir.

Turli xil yo'l sharoitlarida xavfsiz navigatsiyani ta'minlash uchun maxsus shinalardan foydalanish tavsiya etiladi. Qishki shinalar past haroratlarda moslashuvchanligini saqlaydi va sirpanchiq yuzalarda yuqori tortish kuchini ta'minlaydi. Yozgi shinalar yuqori haroratlarda barqarorlikni ta'minlaydi. Universal shinalar turli sharoitlarda o'rtacha ishlashni ta'minlash uchun mo'ljallangan.

Innovatsion innovatsiyalar shinalarning ishqalanish xususiyatlarini sezilarli darajada oshiradi. Zamonaviy ishlab chiqaruvchilar nanopartikullarga asoslangan materiallar, aqlli sensor tizimlari va moslashuvchan protektor dizaynlaridan foydalanmoqdalar. Ushbu texnologiyalar shinalar holatini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi va optimal ishlashni ta'minlaydi.

Shinalarga qarshilikni minimallashtirish atrof-muhitni muhofaza qilish uchun ham juda muhimdir. Yoqilg'i sarfini kamaytirish karbonat angidrid va boshqa zararli gaz chiqindilarini kamaytiradi. Bu ekologik barqarorlikni ta'minlashning muhim elementidir.

Shina va yo'l o'rtasidagi ishqalanish ikkita kuch komponentiga ega. Harakatlanayotgan transport vositasining kontakt maydoni bo'ylab og'irlik taqsimoti notekis bo'lib, bu kontakt maydonining doimiy ravishda o'zgarishiga olib keladi. Eng katta ishqalanish koeffitsienti kontakt joyining istalgan joyida paydo bo'lishi mumkin. Natijada, shina-yo'l qoplamasining o'zaro ta'sirini o'rganishda yopishish xususiyatlarini hisobga olish muhimdir. Haydovchilar ko'pincha silliq yo'l yuzalarida ehtiyot bo'lishadi va transport vositalarini past tezlikda boshqaradilar. Bunday sharoitda shinalar qisman akvaplan bilan harakatlanadi va shina-yo'l aloqa maydonining kamayishi va tortishish kuchining tobora yo'qolishi tufayli yo'l-transport hodisalari ehtimoli sezilarli darajada oshadi. Quruq va ho'l vaziyatlarda shina-asfalt qoplamasining yopishish xususiyatlariga ta'sir qiluvchi elementlarni o'rganish yomg'irli sharoitlarda sirpanishga chidamliligini oshiradigan va transport vositasining tormozlash ish faoliyatini optimallashtiradigan asfalt qoplamalarini loyihalash uchun nazariy asos yaratishi mumkin.

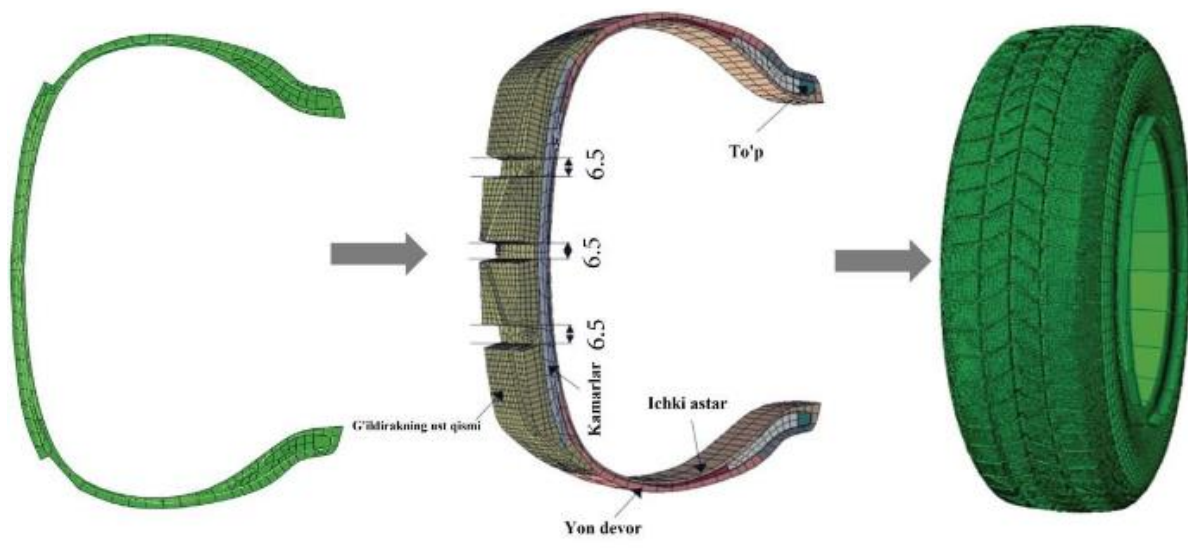
Ko'plab olimlar shina-yo'l qoplamasining o'zaro ta'sirini bashorat qilish uchun raqamli usullarni yaratishga harakat qilishdi [2,9]. Shina-yo'l qoplamasi kontakt modelini tuzishda ham adgeziya, ham gisterezis xususiyatlari bir vaqtning o'zida baholanishi kerak. Turli ta'sir qiluvchi omillar va sharoitlarda shinalar va yo'l qoplamalari o'rtasidagi o'zaro ta'sirni boshqaruvchi mexanizmlarni aniqlash uchun tadqiqotchilar uzunlamasına adgeziya va sirpanish tezligi o'rtasidagi bog'liqlikni tavsiflash uchun ko'plab empirik, yarim empirik va soddalashtirilgan nazariy modellarni tuzdilar. Jons an'anaviy ishqalanish nazariyasini shinalar va yo'l qoplamalari orasidagi chegaradagi adgeziya xususiyatlarini, jumladan, shina protektorlarining xilma-xilligini va rezina materiallarning viskoelastik xususiyatlarini o'z ichiga olgan holda qayta ko'rib chiqish kerakligini taklif qildi [3].

Keyinchalik, Gim Arizona universitetida Gim modeli sifatida tanilgan barqaror holatdagi shina modelini ishlab chiqdi. Gim modeli shinani uch o'lchovli prujinaga soddalashtiradi, shina-yo'l kontakt joyi uchun dinamik tenglamani tuzadi va kritik sirpanish tezligini aniqlaydi. Shunga qaramay, uning modelidagi turli oraliq o'zgaruvchilar uchun o'lchovsiz kontakt joyi uzunligini aniqlashga urinishda bir nechta cheklovlar aniqlandi [4]. 1970-yilda Dugoff shina va yo'l orasidagi kontakt joyi to'rtburchaklar shaklida ekanligini ta'kidladi va shinaning uzunlamasına kuchi kontakt joyining elastik deformatsiyasiga asoslangan uzunlamasına sirpanish tezligi bilan bog'liqligini aniqladi, natijalar tajribalar bilan tasdiqlandi [5]. LuGre modeli birinchi marta 1995-yilda shinalar va yo'l sirtlarining yopishish xususiyatlarini ularning deformatsiya xususiyatlariga asoslanib prognoz qilish uchun taqdim etilgan. LuGre modeli shinalar va asfalt qoplamasining uzunlamasına sirpanish xususiyatlarini ko'p miqdorda elastik cho'tkalardan foydalangan holda yaxshi ifodalagan [6]. German oddiy polinom funksiyasidan foydalanib, shina-yo'l qoplamasi chegarasida yopishish koeffitsienti va sirpanish nisbati o'rtasidagi korrelyatsiyani prognoz qilish uchun odatiy polinom modelini taqdim etdi; Shunga qaramay, bu model yuqori sirpanish nisbatlarida qo'llanilmaydi [7, 12]. 1993-yilda Burckhardt modelining parametrlari yo'l qoplamasi sharoitlariga qarab sozlandi, bu

turli yo'l qoplamasi holatlarida uzunlamasına yopishish koeffitsientining tebranishlarini aks ettirdi. Ushbu model transport vositasini o'lchash ma'lumotlari asosida noma'lum parametrlarni baholashi va hal qilishi mumkin. 1991-yilda Pacejka [8] birinchi marta "sehrli formula" modeli deb nomlanuvchi odatiy yarim empirik shina modelini taqdim etdi. U uzunlamasına kuch, lateral kuch va burilish momentini standartlashtirish uchun trigonometrik funksiyadan foydalanadi.

Shina qoplamalarining yopishish koeffitsientlari uchun hozirgi nazariy modellar asosan soddalashtirilgan barqaror chiziqli modellardan iborat bo'lib, ular shina deformatsiyasi yo'l yuzasi bilan aloqa qilganda chiziqli diapazonda qoladi deb taxmin qiladi. Ushbu modellar shunchaki uzunlamasına sirpanish tezligiga oid shinalarning yopishish xususiyatlarining o'zgaruvchan tendentsiyasini aks ettiradi va transport vositalarini boshqarish tahlili uchun ishlatilmaydi. Tadqiqot shina-yo'lak aloqa jarayonlarini batafsil o'rganishni o'z ichiga olmaydi, natijada yopishish koeffitsienti va unga ta'sir qiluvchi elementlar haqida muhim tushunchalar yo'q. Natijada, yo'lakning sirpanish qarshiligini loyihalash uchun shinalar va yo'laklar o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayonlarini aniqlashning barqaror va samarali usuli shoshilinch ravishda talab qilinadi.

Yuqorida aytib o'tilgan kamchiliklarni hisobga olgan holda, shina-asfalt chegarasining yopishish xususiyatlari shinalar va asfalt qoplamalarining o'zaro ta'sir jarayonlarini birlashtirish orqali o'rganildi, bu esa shinalarning kuchlanish xususiyatlarini tavsiflovchi egri chiziqni hosil qiladi. Topilmalar yopishish koeffitsientining yo'lakning sirpanish qarshiligiga ta'sirini ko'rsatadi.



3.2.1-rasm. Puflanadigan naqshli shinaning 3D modeli.

Shina-yo'l qoplama interfeysining yopishish koeffitsienti

Ushbu ish shina-asfalt qoplamasi interfeysining yopishish xususiyatlarini baholash va turli yo'laklarda shinalarning gidroplanlash hodisalarini tavsiflash uchun suyuqlik yuzasini kuzatish yondashuvidan (ya'ni suyuqlik hajmi) foydalanib, ChEM ni olishga qaratilgan. Ushbu ish noqulay ob-havo sharoitlari uchun avtomobil tormoz tizimlari va sirpanishga chidamli asfalt qoplamalarini loyihalash bo'yicha nazariy tushunchalarni taqdim etishga qaratilgan. Biz tekshirish uchun uchta turdagi standart asfalt qoplama plitalarini tanladik. Materiallar asfaltbeton (AC), tosh mastik asfalt (SMA) va ochiq gradusli ishqalanish yo'nalishi (OGFC).

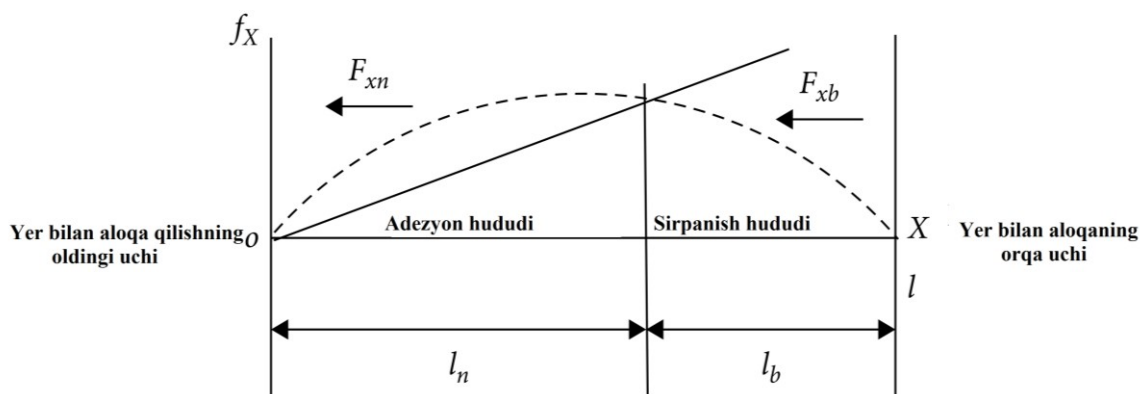
Shina naqshlari, yo'l yuzasi tuzilishi va rezina materialining xususiyatlari ta'siri tufayli yopishish koeffitsienti shina kauchuk materialining ishqalanish koeffitsientiga mos kela olmaydi. Yopishish koeffitsienti tangensial kuchning normal yukga nisbatidir. Elastik sirpanish harakatlantiruvchi g'ildirakning to'liq sirpanishsiz sodir bo'lganda, shina-yo'lak aloqa yuzasining bir qismi sirpanish ishqalanishini hosil qiladi. Shinaning aloqa joyida yopishish zonasi va sirpanish zonasi mavjud. Shinadagi tangensial javob kuchi yopishish zonasidagi bo'ylama kuch va sirpanish zonasidagi sirpanish ishqalanishini o'z ichiga oladi.

Natijada, yopishish koeffitsienti quyidagicha hisoblanishi mumkin

$$\mu = \frac{F_{xn} + F_{xb}}{F_h} < \mu_f$$

“bu yerda μ quruq holatda yopishish koefitsienti, sirpanish ishqalanish koefitsienti, yopishish hududida sirpanish ishqalanishi va sirpanish hududida sirpanish ishqalanishi”

□ □ □ □ □ □ □ □

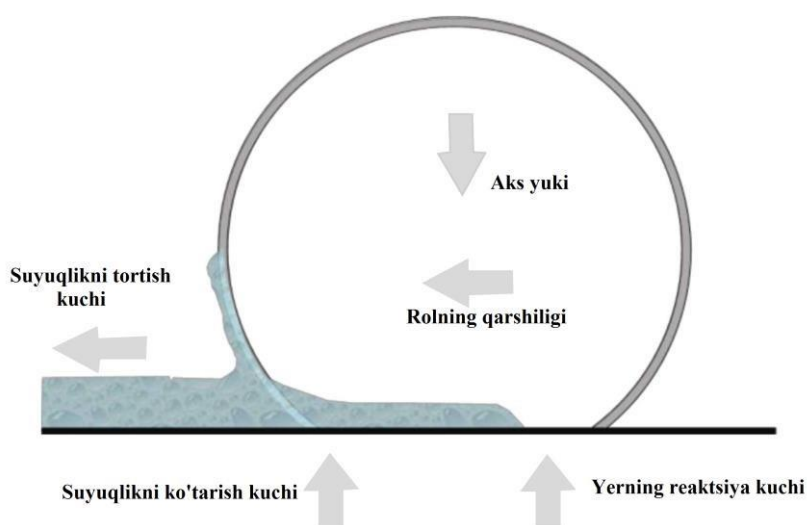


3.2.2-rasm. Shinalarning elastik sirpanishining sxematik diagrammasi.

Yopishqoqlik koefitsienti kontakt yuzasidagi umumiy tangensial reaksiya kuchlarining butun kontakt sohasi bo'ylab normal yukga nisbati sifatida belgilanadi. Yopishqoqlik koefitsienti o'zgaruvchan bo'lib, shinaga berilgan haydash yoki tormozlash momentining oshishi bilan asta-sekin o'sib boradi, shuning uchun Kulon qoidasiga zid keladi. Sirpanuvchi soha butun kontakt yuzasini qamrab olganda, yopishqoqlik ishqalanish sifatida namoyon bo'ladi.

Optimal sirt makroteksturasini namoyish etuvchi asfalt qoplamasi shinaning gidroplanga chidamliligini oshirishi mumkin, shu bilan birga ho'l sirtlarda yetarli tortishishni ta'minlaydi. Quruq sharoitlarda shina protektori va asfalt qoplamasi orasidagi ishqalanish koefitsienti mavjud adabiyotlar asosida belgilanadi. asosida aniqlangan. Biz mos ish sharoitlarida ho'l asfalt yuzalar uchun yopishqoqlik koefitsientini hisoblash va baholash uchun shinaning gidroplanga modelini o'zgartirdik.

Shinani gidroplangalash paytida shinalarga o'q yuki, yerga reaksiya kuchi va suyuqlik tomonidan qo'llaniladigan vertikal ko'tarish kuchi ta'sir qiladi. Shu bilan birga, gorizontall tekislikda shinaga yo'l va rezina o'rtasidagi ishqalanish qarshiligining o'zaro ta'siri, suv oqimining zarba kuchi, suyuqlikning yopishqoq kuchi va boshqa omillar ta'sir qilishi mumkin. Agar shina gidroplanda chiziqli ravishda aylanadi deb taxmin qilinsa, model lateral moment kabi mulohazalarni o'z ichiga olmaydi. Natijada, barcha gorizontall qarshilik elementlari odatda 3-rasmda ko'rsatilganidek, "aylanish qarshiligi" deb ataladi.



3.2.3-rasm. Shinalarni gidroplaning paytida kuch sxemasi.

Yopishqoqlik koeffitsientini hisoblash uchun asfalt qoplamasida mos keladigan keng suyuqlik modeli yaratilishi kerak va gorizontall yo'nalishda mos keladigan davrlarda jant mos yozuvlar joylariga ta'sir qiluvchi kuchlar yozib olinadi, bu esa yopishqoqlik koeffitsientini aniqlash uchun amalga oshiriladi. Shinaning suv yuzasida tezlanish xususiyatini modellashtirish uchun suv oqimining tezlanishini saqlab turish uchun suyuqlik maydoniga inertsial kuch ta'sir qilishi kerak, shu bilan birga boshqa chegara shartlari doimiy bo'lib qoladi.

Ushbu ish uch o'lchovli shishirilgan naqshli shina gidroplanatsiyasi Euler suyuqligidagi suv plyonkasining qalinligini shina va taklif qilingan yo'l qoplamasi kontakt modelini ishlab chiqish uchun belgilaydi. Biz rezina-yo'l ishqalanish koeffitsienti egri chizig'ini import qildik va keyin quruq va ho'l holatlarda shina-yo'l interfeysining yopishqoqlik xususiyatlariga ta'sir qiluvchi elementlarni o'rganib

chiqdik. Shina-yo'l interfeysining yopishqoqlik koeffitsientiga ko'plab omillar, jumladan, transport vositasining xususiyatlari (tezlik, sirpanish nisbati, kamer va o'q yuki), shina xususiyatlari (masalan, material, tur va protektor chuqurligi), ichki bosim, yo'l qoplamasi xususiyatlari (masalan, yo'l turi, makrotekstura, mikrotekstura va drenaj sig'imi) va yo'l moylash omillari (masalan, moylash turi, chuqurlik va harorat) ta'sir qiladi. Ushbu tadqiqotda biz shina-yo'l yopishish koeffitsientining o'zgarishini o'rganish uchun transport vositasining tezligi, shinalar puflash bosimi, yo'l qoplamasining makroteksturasi va suv plyonkasining qalinligini omillar sifatida aniqladik.

Quruq yo'lda yuqori tezlikda harakatlanayotganda, haydovchi to'satdan vaziyatga duch kelganda favqulodda tormozlashni amalga oshirishi mumkin, keyinchalik transport vositasining ABS rejimini avtomatik ravishda faollashtiradi. Ba'zi hollarda, gidroplanlash paytida maksimal xavfsiz tezlikni aniqlash uchun shinalar ABS rejimiga sozlanishi kerak. Shina ABS holatida bo'lganda, protektor rezina va yo'l o'rtasidagi o'zaro ta'sir murakkablashadi. Natijada, an'anaviy tribologiya nazariyasi tomonidan belgilangan ishqalanish koeffitsienti shinalarning sirpanish qarshiligini baholash uchun yetarli emas. Shinalar fanida yopishish koeffitsienti tangensial kuchning normal yukga nisbati sifatida belgilanadi.

Shina-yo'l aloqasidagi yopishish shinaning haydash holatiga bog'liq. Sirg'alish tezligi oshgani sayin, shinaning bo'ylama kuchi avval ko'tariladi va keyin kamayadi. Bo'ylama kuch sirpanish tezligi taxminan 15 foizga yetganda eng yuqori cho'qqisiga chiqadi. Sirg'alish tezligi - bu tormozlash kuchini maksimal darajada oshirish uchun ABS uchun tormozlash paytida tartibga solingan sirpanish tezligi.

Quruq sharoitda shinalarning ishqalanish koeffitsienti (ABS) shishirilish bosimining oshishi bilan ortadi va parabolik naqshni namoyon qiladi. Bu hodisa shuni ko'rsatadiki, shishirilish bosimining oshishi shinaning sirpanish qarshiligini oshiradi. Shinaning ishqalanish koeffitsienti yuqori haydash tezligida asta-sekin kamayadi.

3.3. Avtomobil shinasining yangi izlari dizayin sxemasini ishlab chiqish va uning iqtisodiy samaradorligini aniqlash

Avtomobil shinasining yo'l bilan ishqalanishi yopishish va deformatsiya qarshiligi kabi ikki asosiy omilga bog'liq. Protektor dizayni ushbu omillarni muvozanatlashtirish orqali optimal natijaga erishadi. Taklif etilayotgan dizayn asimmetrik tuzilishga ega bo'lib, ichki qismi suvni chiqarishga, tashqi qismi esa quruq yo'lda barqarorlikni ta'minlashga xizmat qiladi. Mikrokanallar mavjudligi suv plyonkasini kamaytiradi va sirpanishni oldini oladi. Shu bilan birga, past deformatsiyali bloklar aylanish jarayonida energiya yo'qotilishini kamaytiradi.

165/70R13 79S shinasining geometrik parametrlari (formulalar bilan)

Berilgan:

$$B = 165\text{mm}$$

$$AR = 70\%$$

$$d = 13 \text{ inch}$$

$$1 \text{ inch} = 25.4 \text{ mm}$$

1. Profil balandligi

$$H = (B \times AR) \div 100$$

$$H = (165 \times 70) \div 100$$

$$H = 115.5 \text{ mm}$$

2. Disk diametri

$$D = d \times 25.4$$

$$D = 13 \times 25.4$$

$$D = 330.2 \text{ mm}$$

3. Tashqi diametr

$$D_t = D + 2H$$

$$D_t = 330.2 + 2(115.5)$$

$$D_t = 561.2 \text{ mm}$$

4. Tashqi radius

$$R_t = D_t \div 2$$

$$R_t = 561.2 \div 2$$

$$R_t = 280.6 \text{ mm}$$

5. Disk radiusi

$$R_d = D_t \div 2$$

$$R_d = 330.2 \div 2$$

$$R_d = 165.1 \text{ mm}$$

6. Aylana uzunligi

$$C = \pi D_t$$

$$C = 3.1416 \times 561.2$$

$$C = 1763.1 \text{ mm}$$

$$C = 1.763 \text{ m}$$

7. Kontakt maydoni

$$A = B \times L$$

$$A = 165 \times 130$$

$$A = 21450 \text{ mm}^2$$

$$A = 214.5 \text{ cm}^2$$

3.3.1-jadval

Parametr	Belgi	Qiymat
Shina eni	B	165 mm
Profil balandligi	H	115.5 mm
Disk diametri	D	330.2 mm
Tashqi diametr	Dt	561.2 mm
Tashqi radius	Rt	280.6 mm
Disk radiusi	Rd	165.1 mm
Aylana uzunligi	C	1763.1 mm
Kontakt maydoni	A	21450 mm ²



Shina umumiy massasini aniqlash formulasi

$$M=n \times m$$

Formula izohi:

Bu formula barcha shinalarning umumiy massasini hisoblash uchun ishlatiladi.

Bu yerda:

M — umumiy massa (kg)

n — shinalar soni

m — bitta shinaning massasi

Hisob:

$$M=4 \times 7.5=30 \text{ kg}$$

2.3.1-

3.3.2-jadval. Material tarkibi

Material	Ulushi	4 ta shina uchun
Sintetik kauchuk (SBR)	45%	13.5 kg
Tabiiy kauchuk	20%	6 kg
Silika (SiO ₂)	15%	4.5 kg
Karbon qora	8%	2.4 kg
Nano qo‘shimchalar	2%	0.6 kg
Metall kord va tolalar	10%	3 kg

3.3.3-jadval. Material xarajati

Material	1 kg narxi	Jami
SBR kauchuk	45 000 so‘m	607 500
Tabiiy kauchuk	50 000 so‘m	300 000
Silika	35 000 so‘m	157 500
Karbon qora	25 000 so‘m	60 000
Nano qo‘shimchalar	180 000 so‘m	108 000
Metall kord	40 000 so‘m	120 000

2. Material xarajatini hisoblash formulasi

$$C_m=\sum m_i \times p_i$$

Formula izohi:

Har bir material massasi uning narxiga ko‘paytiriladi va jami qo‘shiladi.

Bu yerda:

C_m — umumiy material xarajati

m_i — material massasi

p_i — materialning 1 kg narxi

O‘rtacha bozor narxlari asosida:

Hisob:

$$C_m = 607500 + 300000 + 157500 + 60000 + 108000 + 120000$$

Natija:

$$1\,353\,000 \text{ so‘m}$$

3. Ishlab chiqarish xarajati formulasi

$$C_p = C_m \times k$$

Formula izohi:

Ishlab chiqarish xarajati material qiymatining ma’lum foizi sifatida olinadi.

Bu yerda:

C_p — ishlab chiqarish xarajati

C_m — material xarajati

k — xarajat koeffitsiyenti

Hisob:

$$C_p = 1353000 \times 0.7 = 947100$$

4. Umumiy tannarx formulasi

$$C_t = C_m + C_p$$

Formula izohi:

Material xarajati va ishlab chiqarish xarajatlari qo‘shiladi.

Bu yerda:

C_t — umumiy tannarx

C_m — material xarajati

C_p — ishlab chiqarish xarajati

Hisob:

$$C_t = 1353000 + 947100 = 2300100$$

Sotuv narxi formulasi

$$P = C_t \times (1 + r)$$

Formula izohi:

Tannarxga foyda foizi qo'shilib sotuv narxi aniqlanadi.

Bu yerda:

P — sotuv narxi

C_t — tannarx

r — foyda foizi

Hisob:

$$P = 2300100 \times 1.3 \approx 2990000$$

6. Yonilg'i sarfi formulasi

$$Q = (L \times q) / 100$$

Formula izohi:

Avtomobilning ma'lum masofadagi umumiy yonilg'i sarfi aniqlanadi.

Bu yerda:

Q — umumiy yonilg'i sarfi

L — bosib o'tilgan masofa

q — 100 km dagi sarf

Hisob:

$$Q = 20000 \times 8100 = 1600 \text{ litr}$$

7. Yonilg'i tejalishi formulasi

$$Q_s = Q \times \eta$$

Formula izohi:

Umumiy yonilg'i sarfiga tejamkorlik foizi qo'llaniladi.

Bu yerda:

Q_s — tejalgan yonilg'i

Q — umumiy sarf

η — tejamkorlik foizi

Hisob:

$$Q_s = 1600 \times 0.10 = 160 \text{ litr}$$

8. Iqtisodiy foyda formulasi

$$S = Q_s \times p$$

Formula izohi:

Tejalgan yonilg'i miqdori yonilg'i narxiga ko'paytiriladi.

Bu yerda:

S — iqtisodiy foyda

Q_s — tejalgan yonilg'i

p — yonilg'i narxi

Hisob:

$$S = 160 \times 12000 = 1920000$$

9. Xarajatni qoplash muddati formulasi

$$T = (P_n - P_o) / S$$

Formula izohi:

Yangi va oddiy shina narxi farqi yillik foydaga bo'linadi.

Bu yerda:

T — qoplanish muddati

P_n — yangi shina narxi

P_o — oddiy shina narxi

S — yillik iqtisodiy foyda

Hisob:

$$T = (3000000 - 2200000) / 1920000 \approx 0.42 \text{ yil}$$

Natija:

taxminan 5–6 oy

Yangi shina materiallari sifatida silika asosidagi rezina, nanokompozit qo'shimchalar hamda zamonaviy polimerlar qo'llaniladi. Ushbu materiallar deformatsiyani kamaytiradi, issiqlik ajralishini pasaytiradi va xizmat muddatini

uzaytiradi. Natijada shinning aylanish qarshiligi kamayadi va yonilg'i sarfi qisqaradi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, o'rtacha avtomobil yiliga 20000 km masofa bosib o'tganda an'anaviy shinalar bilan 1600 litr yonilg'i sarflaydi. Yangi shinalar yordamida ushbu ko'rsatkich 1440 litrga tushadi. Natijada yiliga 160 litr yonilg'i tejiladi. Agar yonilg'i narxi 12000 so'm deb olinsa, iqtisodiy foyda 1920000 so'mni tashkil etadi.

Yangi shinalarning narxi oddiy shinalarga nisbatan yuqori bo'lib, 4 dona uchun qo'shimcha xarajat taxminan 1000000 so'mni tashkil qiladi. Biroq, yonilg'i tejalishi hisobiga ushbu xarajat 5 oy ichida qoplanadi va keyingi davrda sof foyda keltiradi.

3.3.4-jadval.Oddiy shina bilan solishtirish

Ko'rsatkich	Oddiy shina	Sizning shina
1 dona narxi	550 ming	750 ming
Xizmat muddati	45 ming km	70 ming km
Yonilg'i sarfi	Oddiy	8–10% kam
Issiqlik	Yuqori	Past
Nam yo'lda yopishish	O'rtacha	Yuqori

Yonilg'i sarfining kamayishi ekologik jihatdan ham muhim bo'lib, yiliga taxminan 368 kg karbon dioksid chiqindilarini kamaytiradi. Bu esa atrof-muhitni muhofaza qilishda muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, yangi protektor dizayni va zamonaviy materiallardan foydalanish avtomobilning energiya samaradorligini oshiradi, iqtisodiy foyda keltiradi va ekologik ta'sirni kamaytiradi.

Avtomobil shinalarining ishqalanish xususiyatlari transport vositasining ekspluatatsion samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, shinning protektor (iz) dizayni yo'l bilan o'zaro ta'sir jarayonida yuzaga keladigan mexanik, termodinamik va aerodinamik jarayonlarni bevosita shakllantiradi. Shu bois zamonaviy muhandislik amaliyotida shina izlari dizaynini

optimallashtirish yonilg'i sarfini kamaytirish, harakat xavfsizligini oshirish va ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilashning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida qaraladi.

Shinaning protektor qismi yo'l yuzasi bilan bevosita kontaktga kirishuvchi qatlam bo'lib, uning geometrik tuzilishi ishqalanish koeffitsiyenti, kontakt maydoni, deformatsiya darajasi va energiya yo'qotishlari kabi ko'rsatkichlarga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Protektor dizayni ishlab chiqishda asosiy e'tibor quyidagi parametrlarning o'zaro muvofiqligiga qaratiladi:

- kontakt yuzasining optimal taqsimlanishi;
- suvni chiqarish qobiliyati (gidrodinamik barqarorlik);
- elastik deformatsiyaning minimal darajada bo'lishi;
- issiqlik hosil bo'lishining kamaytirilishi;
- yo'l yuzasi bilan yopishish kuchining yetarli darajada ta'minlanishi.

Shina harakati davomida uning materiali elastik deformatsiyaga uchraydi va bu jarayonda energiya yo'qotishlari yuzaga keladi. Ushbu hodisa gisterezis yo'qotishlari sifatida izohlanadi. Protektor dizayni noto'g'ri tanlangan holatda bu yo'qotishlar ortadi va natijada yonilg'i sarfi oshadi. Demak, yangi dizayn ishlab chiqishda asosiy maqsad gisterezis yo'qotishlarini minimallashtirish orqali aylanish qarshiligini kamaytirishdan iborat.

Mazkur tadqiqotda yangi shina sifatida asimmetrik va drenaj kanalli protektor dizayni tanlab olindi. Ushbu dizayn zamonaviy avtomobil shinalarida keng qo'llanilib, yo'l bilan ishqalanishni optimal darajada ushlab turish bilan birga yonilg'i sarfini kamaytirishga xizmat qiladi. Asimmetrik protektorning asosiy afzalligi shundaki, uning ichki va tashqi qismlari turli vazifalarni bajaradi. Ichki qism suvni chiqarishga yo'naltirilgan bo'lsa, tashqi qism quruq yo'lda barqarorlikni ta'minlaydi.

Protektor yuzasida joylashgan drenaj kanallari suvni tezda tashqariga chiqaradi va akvaplaning effektini kamaytiradi. Shu sababli ushbu dizayn nam va qorli yo'llarda

ham yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Bundan tashqari, bloklarning joylashuvi va shakli shinaning deformatsiyasini kamaytirib, aylanish qarshiligini pasaytiradi.

Yangi shina ishlab chiqarishda zamonaviy kompozit materiallardan foydalaniladi. Asosiy material sifatida silika bilan boyitilgan sintetik kauchuk qo'llaniladi. Ushbu material an'anaviy karbon qora asosidagi rezinaga nisbatan kamroq issiqlik ajratadi va elastiklikni yaxshiroq saqlaydi. Shu bilan birga, nanokompozit qo'shimchalar, jumladan grafen va nano kremniy zarralari qo'shib, shinaning mexanik mustahkamligi oshiriladi. Polimer asos sifatida stiren-butadien kauchuk ishlatiladi, bu esa past haroratlarda ham elastiklikni saqlab qoladi.

Shinaning o'lchamlari o'rta sinf avtomobillar uchun moslashtirilgan bo'lib, kengligi taxminan ikki yuz millimetr atrofida, balandlik profili esa ellik besh foiz nisbatda olinadi. Disk diametri o'n olti dyuymga teng qilib belgilanadi. Ushbu parametrlar avtomobilning barqarorligini ta'minlash bilan birga yonilg'i tejamkorligini oshirishga xizmat qiladi.

Protektor chuqurligi yangi shina uchun muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Tadqiqotga ko'ra, optimal protektor chuqurligi sakkiz millimetr atrofida bo'lib, bu qiymat suvni samarali chiqarish va yo'l bilan yaxshi tutashishni ta'minlaydi. Shinaning ishlash davomida ushbu chuqurlik asta-sekin kamayadi, ammo xavfsiz harakatlanish uchun minimal chegarasi bir yarim millimetrdan kam bo'lmasligi lozim.

Yangi dizaynning chizmasi asimmetrik bloklar va drenaj kanallarining kombinatsiyasiga asoslangan. Protektor yuzasida uzunlamasiga joylashgan asosiy kanallar mavjud bo'lib, ular suvni tez chiqarishga xizmat qiladi. Yon tomonda esa diagonal kesmalar joylashgan bo'lib, ular burilish vaqtida barqarorlikni oshiradi. Ushbu konstruktiv yechim shinaning yo'l bilan ishqalanishini optimallashtiradi va energiya yo'qotilishini kamaytiradi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, aynan asimmetrik va drenaj kanalli protektor dizayni yonilg'i tejamkorligi, xavfsizlik va uzoq xizmat muddati nuqtai nazaridan eng samarali variant hisoblanadi. Shu sababli mazkur ishda yangi shina

sifatida aynan ushbu dizayn tanlab olindi va uning texnik hamda iqtisodiy afzalliklari asoslab berildi.

Mazkur tadqiqot doirasida taklif etilayotgan yangi shina izlari dizayni ko'p funksiyali yondashuv asosida ishlab chiqiladi. Ushbu dizayn quyidagi konstruktiv elementlarni o'z ichiga oladi:

Birinchidan, simmetrik va asimmetrik bloklarning kombinatsiyasi qo'llaniladi. Simmetrik elementlar shinaning barqaror aylanishini ta'minlasa, asimmetrik bloklar yo'l sharoitiga moslashuvchanlikni oshiradi. Bu esa har xil yo'l qoplamalarida optimal ishqalanish koeffitsiyentini saqlash imkonini beradi.

Ikkinchidan, lamel (mayda kesiklar) strukturasining optimallashtirilgan shakli joriy etiladi. Lamelalar shinaning elastikligini oshirib, ayniqsa nam va sirpanchiq yo'llarda yopishishni kuchaytiradi. Shu bilan birga, ularning chuqurligi va zichligi haddan tashqari ortib ketmasligi kerak, aks holda deformatsiya yo'qotishlari ortadi.

Uchinchidan, suvni samarali chiqarishga xizmat qiluvchi kanallar tizimi ishlab chiqiladi. Ushbu kanallar radial va transversal yo'nalishda joylashtirilib, gidroplaning effektining oldini olishga yordam beradi. Natijada, yomg'irli sharoitda ham shinaning yo'l bilan kontakt sifati saqlanadi.

To'rtinchidan, protektor bloklarining qattiqligi differensial tarzda taqsimlanadi. Markaziy qism nisbatan qattiqroq bo'lib, to'g'ri chiziqli harakatda qarshilikni kamaytiradi, yon qism esa yumshoqroq tuzilishga ega bo'lib, burilishlarda barqarorlikni oshiradi.

Beshinchidan, aerodinamik xususiyatlarni yaxshilash maqsadida protektor yuzasida mikrorelief elementlar joriy etiladi. Bu elementlar havo oqimining turbulentligini kamaytirib, umumiy qarshilikni pasaytiradi.

Yangi dizaynni samarali amalga oshirish uchun shina materialining tarkibi ham muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy shinalarda tabiiy va sintetik kauchuk aralashmalari, kremniy dioksidi (silika) va boshqa qo'shimchalar qo'llaniladi. Silika asosidagi kompozitsiyalar gisterezis yo'qotishlarini kamaytirish bilan birga, yo'l bilan yopishishni yaxshilaydi.

Shuningdek, nanozarrachalar asosidagi qo'shimchalar shinaning mustahkamligini oshiradi va uning xizmat muddatini uzaytiradi. Yangi dizaynni ishlab chiqishda ushbu materiallarning optimal nisbatini aniqlash muhim hisoblanadi.

Ishlab chiqarish texnologiyasi nuqtai nazaridan esa yuqori aniqlikdagi qoliplar va avtomatlashtirilgan presslash usullari qo'llaniladi. Bu esa murakkab geometrik shakllarni aniq takrorlash imkonini beradi.

Yangi shina dizaynining iqtisodiy samaradorligini baholash kompleks yondashuvni talab etadi. Ushbu baholash quyidagi asosiy ko'rsatkichlar asosida amalga oshiriladi:

- yonilg'i sarfining kamayish darajasi;
- shinaning xizmat muddati;
- texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari;
- ishlab chiqarish tannarxi;
- ekologik ta'sir ko'rsatkichlari.

Yonilg'i sarfi kamayishi shinaning aylanish qarshiligi pasayishi bilan bevosita bog'liq. Amaliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, aylanish qarshiligining kamayishi transport vositasining umumiy energiya sarfiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Natijada, uzoq muddatli ekspluatatsiyada sezilarli iqtisodiy foyda yuzaga keladi.

Shinaning xizmat muddati ham iqtisodiy samaradorlikka bevosita ta'sir qiladi. Yangi dizayn tufayli protektorning bir tekis yeyilishi ta'minlansa, shina almashtirish chastotasi kamayadi. Bu esa foydalanuvchi xarajatlarini qisqartiradi.

Taklif etilgan dizayn asosida ishlab chiqarilgan shinalarning iqtisodiy samaradorligi quyidagi jihatlar orqali namoyon bo'ladi.

Birinchidan, yonilg'i tejamkorligi hisobiga transport vositasining ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi. Bu ayniqsa yuk tashish va jamoat transporti sohalarida katta iqtisodiy ahamiyat kasb etadi.

Ikkinchidan, shinning xizmat muddati uzaygani sababli amortizatsiya xarajatlari kamayadi. Bu esa korxonalar uchun umumiy xarajatlarning qisqarishiga olib keladi.

Uchinchidan, ekologik ko'rsatkichlarning yaxshilanishi bilan bog'liq ijtimoiy-iqtisodiy foyda yuzaga keladi. Kamroq yonilg'i sarfi kamroq zararli gazlar chiqarilishiga olib keladi, bu esa ekologik tozalikka ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

To'rtinchidan, yangi texnologiyalarni joriy etish orqali mahalliy ishlab chiqarishning raqobatbardoshligi oshadi. Bu esa iqtisodiyotning rivojlanishiga ijobiy hissa qo'shadi.

Taklif etilgan dizaynning afzalliklari

Yangi ishlab chiqilgan shina izlari dizayni quyidagi ustunliklarga ega:

aylanish qarshiligining kamayishi hisobiga yonilg'i tejamliligini;

turli yo'l sharoitlarida yuqori darajadagi yopishish xususiyati;

shinning uzoq xizmat muddati;

ekologik xavfsizlik ko'rsatkichlarining yaxshilanishi;

transport vositasining umumiy samaradorligining oshishi.

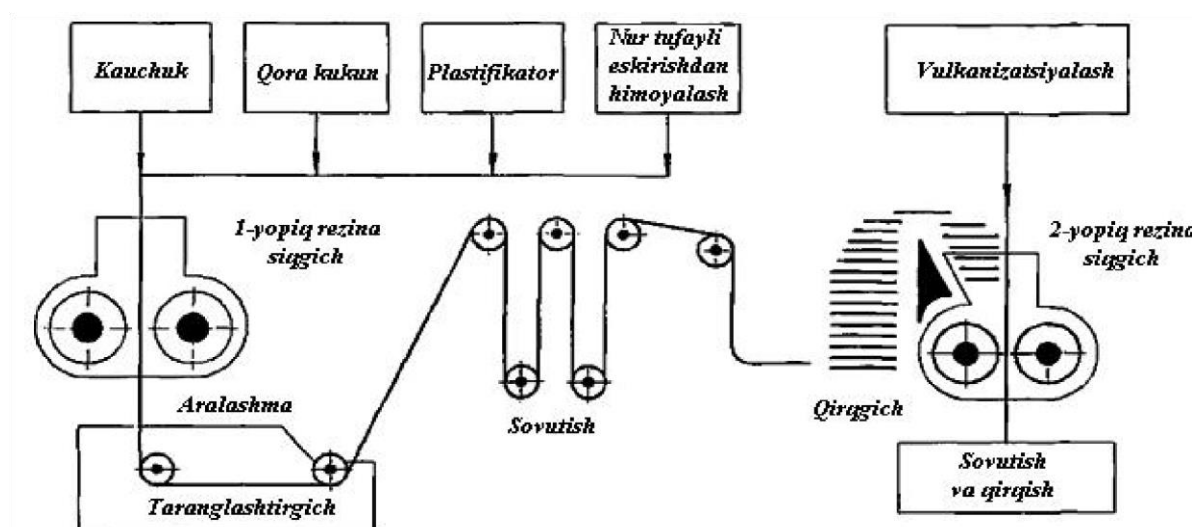
Avtomobil shinasining protektor dizaynini ilmiy asosda optimallashtirish transport vositalarining energiya samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Taklif etilgan yangi dizayn sxemasi ishqalanish jarayonlarini kompleks boshqarish imkonini berib, yonilg'i sarfini kamaytirish va ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, iqtisodiy jihatdan ham mazkur yondashuv yuqori samaradorlikni ta'minlaydi va amaliyotga joriy etilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Yangi protektor dizaynini ishlab chiqishda bir nechta asosiy tushunchalar ko'rib chiqiladi. Dastlab, kontakt joyining ideal konfiguratsiyasini aniqlash juda muhimdir. Bu shina va yo'l o'rtasida optimal barqaror aloqani ta'minlaydi va shu bilan sirpanish ehtimolini minimallashtiradi. Ikkinchidan, protektor qismlarining dizayni va joylashuvi aerodinamik qarshilikni minimallashtirishi kerak.

Uchinchidan, drenajni osonlashtirish va yo'lining yopishishini kuchaytirish uchun ixtisoslashgan kanallar va oluklar tizimi ishlab chiqilgan.

Shunday qilib, shinalarni ishlab chiqarishda quyidagi sxema qo'llaniladi, jumladan, uchta bosqich: xom ashyoni qayta ishlash, tayyorlash va ishlab chiqarish.

Xom ashyoni qayta ishlash bosqichida rezina aralashmasi yopiq rezina mikserda aralashtiriladi. Butun jarayon bosim ostida va avtomatik rejimda yuqori haroratda sodir bo'ladi.



3.3.2-sxema. Xom ashyoni qayta ishlash jarayoni

Ekstruderda (shprints yoki vintli press) shinaning har bir komponenti lenta (protektor, yon devorlar va boshqa elementlar) shaklida hosil bo'ladi. Ushbu bosqichda aralashmani hosil qilishda qayta ishlangan aralashmalar ham qo'llaniladi va kauchuk aralashma alohida-alohida plastiklashtiriladi va shundan keyingina ular aralashtiriladi. Qayta tiklangan aralashmalarni in'ektsiya qilish ancha oson, chunki ular kamroq qisqarishga ega va ularning shakli va o'lchamlarini yaxshiroq saqlaydi. Shu bilan birga, jarayonning tezligi yuqori bo'lib, energiya xarajatlari yuqori bo'ladi.

Aralashtirish bilan parallel ravishda, boshqa texnologik pozitsiyalar to'qimachilik shinalari karkas, boncuk yadrolari va to'xtatuvchini ishlab chiqaradi.

To'qimachilik tolasi shnurga o'raladi va kalendarga kiradi, u yerda murakkab va qimmatbaho usul yordamida har ikki tomondan yupqa kauchuk qatlami bilan yog'lanadi. Matolarni kauchuklash uchun kalendrlar 2 xil:

- ishqalanish, bunda rezina aralashmasi rulonlar orasidagi ishqalanish tufayli matoga surtiladi;

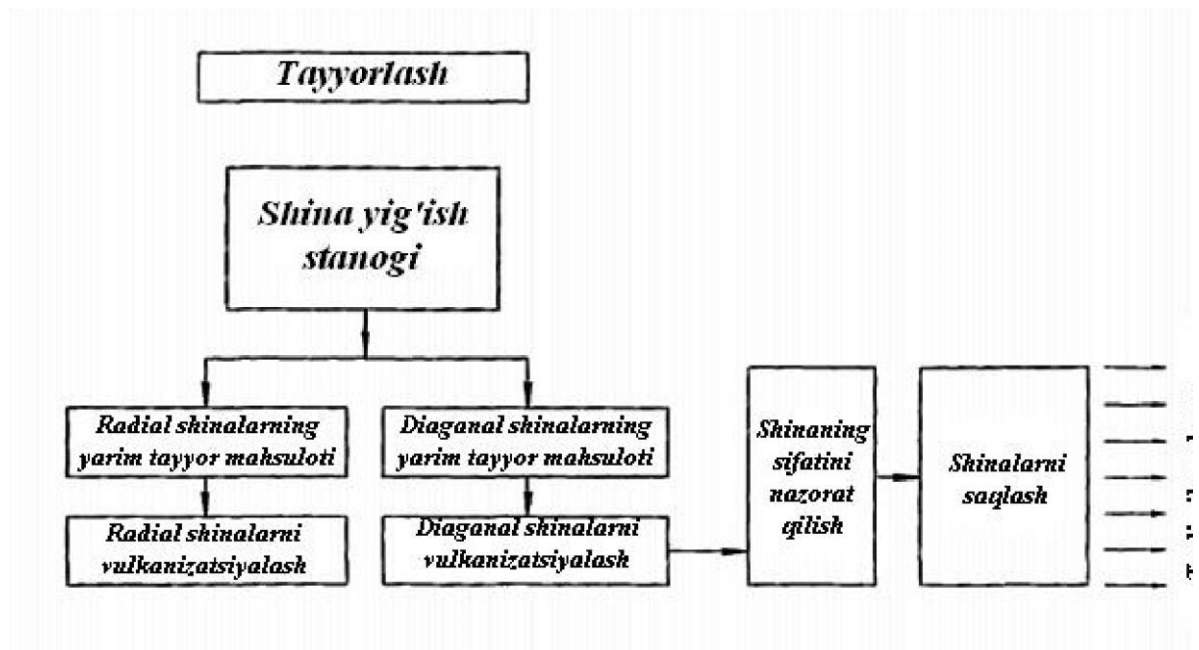
- rezina aralashmasi yupqa qatlam shaklida bo'lgan astar matoga qo'llaniladi va rulonlardan o'tkaziladi.

Kalendarlar, shuningdek, quvursiz shinalarga havo o'tkazmaydigan kauchuk qatlamini qo'llaydi.

Kauchuk po'lat simga ham murakkab tarzda qo'llaniladi. Bu yerda hal qiluvchi omillar qo'llaniladigan kauchuk qatlam qalinligidagi minimal tebranishlar, ikkinchidan, kauchukning simlar bilan bog'lanishi zarur ekanligini yodda tutish kerak.

To'qimachilik tolasi istalgan uzunlikdagi lentalarga kesiladi va po'lat similar kengligi bo'ylab kesiladi va tamburga qattiq lenta shaklida o'raladi. Yon uzuk ham rezina qobiq bilan jihozlangan.

Barcha komponentlar silindrsimon shishiriladigan rolik shakliga ega bo'lgan yig'ish tamburiga beriladi. Ikki tomon yon tomondan yaqinlashadi, so'ngra sim ramkaga tortiladi, shundan so'ng tekis tuzilma o'zining oxirgi toroidal shakliga ega bo'ladi. Qattiq qatlamlar siqilgan havo bilan ta'minlanadi.



3.3.3-sxema. Shina ishlab chiqarishdagi ishlab chiqarish jarayoni

12-24 atmosfera va 165-200 °C bosim ostida yarim tayyor mahsulot 9-17 daqiqa isitish vaqtida qolipga bosiladi.

Shunday qilib, ishlab chiqarilgan barcha avtomobil shinalar ramkaning radiusli joylashuvi - radial va diagonal - diagonali lastiklarga bo'linishi mumkin.

Radial shinalarda shnur va karkas iplari uchun material sifatida diametri 0,2 mm bo'lgan po'lat sim ishlatiladi. Ushbu turdagi shinalar ham avtomobillar, ham yuk mashinalari va avtobuslarda qo'llaniladi.

Diagonal shinalarda to'qimachilik, neylon, polyester va boshqalar kabi materiallar qo'llaniladi. Bu turdagi shinalar, asosan, past tezlikda harakatlanuvchi transport vositalarida qo'llaniladi.

Shuning uchun, yuqorida ko'rsatilgan Ash turlarini alohida tarkibiy qismlarga ajratish jarayoni boshqacha tarzda amalga oshirilishi kerak.

Taklif etilgan dizayn rejasida simmetrik va yo'naltirilgan protektor xususiyatlarining aralashmasidan foydalanish tavsiya etiladi. Chiziqli harakat paytida barqarorlikni oshirish va aylanish qarshiligini kamaytirish uchun uzluksiz qovurg'a elementlari markaziy ravishda joylashtirilgan. Yon qismlarda ko'ndalang bloklar qo'llaniladi, bu esa burilish paytida yopishishni kuchaytiradi. Shu bilan

birga, diagonal ravishda joylashtirilgan drenaj kanallari nam yo'l sirtlaridan suvni tez chiqarib yuborish orqali gidroplanatsiyani kamaytiradi.

Materialshunoslik nuqtai nazaridan, yangi dizaynni amalga oshirishda zamonaviy kompozit kauchuk birikmalaridan foydalanish tavsiya etiladi. Kremniy asosidagi qo'shimchalar kauchukning elastik modulini oshiradi va ishqalanish koeffitsientini ideal darajada ushlab turishga yordam beradi. Shu bilan birga, minimal gisterez xususiyatlariga ega polimerlar energiya yo'qotishlarini kamaytiradi va yoqilg'i sarfini kamaytiradi.

Yangi protektor dizaynining samaradorligini baholash uchun matematik modellash va eksperimental tadqiqotlar juda muhimdir. Matematik model shinalarning aylanish qarshiligi, kontakt bosimi taqsimoti va ishqalanish koeffitsienti kabi xususiyatlarni hisobga oladi. Ushbu model eng mos joylashuvni aniqlash uchun ko'plab dizayn imkoniyatlarini taqqoslaydi. Eksperimental tajribalar haqiqiy yo'l sharoitlarida o'tkaziladi va natijalar model bilan taqqoslanadi.

Empirik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yaxshilangan protektor dizayniga ega shinalar aylanish qarshiligini sezilarli darajada kamaytiradi. Bu dvigatel yukini kamaytiradi va shu bilan yoqilg'i sarfini kamaytiradi. Bu ta'sir, ayniqsa, kichik dvigatelli transport vositalarida yaqqol ko'rinadi, chunki ularning energiya ta'minoti cheklangan bo'lib, har qanday qo'shimcha qarshilik umumiy samaradorlikka sezilarli darajada ta'sir qiladi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholashda bir nechta omillar qo'llaniladi. Yoqilg'i samaradorligidan kelib chiqadigan iqtisodiy afzallik aniqlanadi. Ushbu ko'rsatkich transport vositasining yillik yurish masofasi va yoqilg'i xarajatlari bilan belgilanadi. Shinaning xizmat qilish muddati va aşınma darajasi baholanadi. Optimallashtirilgan dizayn ko'pincha notekis aşınmayı minimallashtiradi va shinaning xizmat qilish muddatini uzaytiradi. Uchinchi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining kamayishi iqtisodiy samaradorlikka ijobiy ta'sir qiladi.

Bundan tashqari, ekologik samaradorlik juda muhimdir. Yoqilg'i sarfini kamaytirish atrof-muhitga karbonat angidrid va boshqa zararli gazlar chiqarilishini

kamaytiradi. Bu avtomobillarning atrof-muhitga salbiy ta'sirini yumshatishga qaratilgan. Yangi protektor dizayni ham iqtisodiy, ham ekologik nuqtai nazardan foydalidir.

Taklif etilgan dizaynni ishlab chiqarishga joriy etish masalasini diqqat bilan ko'rib chiqish kerak. Mavjud ishlab chiqarish texnologiyasini o'zgartirish, yangi qoliplarni yaratish va sifatni nazorat qilish tizimini takomillashtirish juda muhimdir. Dastlabki investitsiya xarajatlari katta bo'lishi mumkin bo'lsa-da, ular oxir-oqibat oqlanadi, chunki energiya samaradorligi va xizmat muddatini uzaytirish umumiy xarajatlarni kamaytiradi.

Avtomobil shinalari uchun yangi protektor dizaynini yaratish keng qamrovli metodologiyani talab qiladi. Ideal yechimga mexanik, materialshunoslik va iqtisodiy o'zgaruvchilarni birgalikda ko'rib chiqish orqali erishish mumkin. Daewoo Damas avtomobili bo'yicha tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, to'g'ri tanlangan dizayn yoqilg'i sarfini kamaytirishi, yo'l harakati xavfsizligini oshirishi va atrof-muhit ko'rsatkichlarini yaxshilashi mumkin. Natijada, shinalar dizaynini takomillashtirish va yangi materiallardan foydalanish kelajakda transport tizimlarining barqaror rivojlanishida muhim element bo'ladi.

Yo'l transporti tizimlarida energiya samaradorligini oshirish zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishi hisoblanadi. Shinalar dizayni, xususan, protektor dizayni bu jarayonda muhim rol o'ynaydi. Daewoo Damas tomonidan ko'rsatilganidek, yengil va ixcham avtomobillar bo'yicha tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shinalar dizaynidagi kichik strukturaviy o'zgarishlar umumiy yoqilg'i samaradorligiga sezilarli darajada ta'sir qilishi mumkin. Ushbu qism zamonaviy ilmiy tamoyillar, eksperimental va hisoblash texnikalari hamda iqtisodiy tahlil tizimlaridan foydalangan holda protektor dizaynlarini yaratishning tizimli metodologiyasini har tomonlama o'rganishni ta'minlaydi.

Shina protektorining asosiy maqsadi faqat yo'l bilan mexanik aloqani ta'minlashdan tashqariga chiqadi. Shuningdek, u transport vositasining dinamik barqarorligi, tormozlash samaradorligi, yo'l sharoitlariga moslashishi va energiya

sarfini optimallashtirish kabi boshqa elementlarga ham ta'sir qiladi. Protektor dizaynining ilmiy asosi tribologiya va deformatsiya mexanikasi tamoyillariga asoslangan. Rezina materialining elastik xususiyatlari, kontakt joyidagi bosim taqsimoti va uning mikrorelief bilan o'zaro ta'siridan kelib chiqadigan ishqalanish kuchlari transport vositasining harakatlanish rejimiga bevosita ta'sir qiladi.

Yangi protektor dizaynini ishlab chiqishda uni kontakt mexanikasi tamoyillariga asoslash juda muhimdir. Shina va yo'l o'rtasidagi interfeys optimal geometrik konfiguratsiyaga ega emas, buning o'rniga elastik deformatsiya tufayli murakkab shaklni qabul qiladi. Bosim notekis taqsimlangan bo'lib, ba'zi joylarda ishqalanish va energiya yo'qotilishining kuchayishiga olib keladi. Yaxshilangan dizayn g'oyasining asosiy maqsadi bu bosimning eng teng taqsimlanishini olishdir. Bunga protektor bloklarining konfiguratsiyasi, o'lchamlari va joylashishini takomillashtirish orqali erishiladi.

Biomimetik dizayn tushunchasi zamonaviy ilmiy metodologiyalarda keng qo'llaniladi. Ushbu metodologiya tabiatdagi samarali harakat mexanizmlarini o'rganish va ularning texnologik tizimlarga integratsiyalashuviga asoslangan. Masalan, ba'zi hayvonlarning oyoq-qo'llari yoki sudralib yuruvchilarning harakat mexanizmlari kam energiya sarfi bilan birga sezilarli darajada yopishishni namoyon etadi. Shunga o'xshash tizimlar ta'sirida protektor dizaynlari umumiy ishqalanish koeffitsientini tegishli darajada saqlab, mikro darajada yopishish kuchlarini oshiradi.

Geometrik xususiyatlarni optimallashtirish protektor dizaynida muhim bosqichdir. Bu usul bloklar orasidagi masofa, oluklarning chuqurligi va yo'nalishi va kontakt joyining uzluksizligi kabi ko'rsatkichlarni batafsil tahlil qilishni o'z ichiga oladi. O'rta zonadagi uzluksiz qovurg'a elementlari aylanish qarshiligini kamaytiradi va yon zonadagi ko'ndalang bloklar lateral barqarorlikni oshiradi. Asimmetrik protektor tuzilishi bir vaqtning o'zida turli xil haydash sharoitlarida transport vositasining yuqori ishlashini kafolatlaydi.

Kompyuter modellashtirish texnikalari protektor dizaynini baholashda keng qo'llaniladi. Xususan, shinning deformatsiya jarayonlari, termal tarqalishi va ishqalanish kuchlarini aniqlash uchun raqamli analitik texnikalar qo'llaniladi. Bu usul ishlab chiqarish muhitida amalda qo'llamasdan bir nechta dizayn alternativalarini baholash imkonini beradi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholash uchun metodologik metodologiya qo'llaniladi. Kamroq benzin sarflashdan kelib chiqadigan iqtisodiy afzalliklar baholanadi. Bu afzallik avtomobilning ishlash muddati davomida kuchayadi va umumiy xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Ikkinchidan, shinning ishlash muddati uzayishi bilan almashtirish qiymati kamayadi. Uchinchidan, komponentlarga yukni yengillashtiradigan optimallashtirilgan dizayn tufayli avtomobilga texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari kamayadi.

Yangi dizayn sezilarli ekologik foyda keltiradi. Yoqilg'i sarfini kamaytirish atrof-muhitga xavfli gazlar chiqarilishini kamaytiradi. Bu global iqlim o'zgarishiga qarshi kurashishda juda muhimdir. Bundan tashqari, shinalarning yemirilishi paytida hosil bo'ladigan mikrozararchalar miqdori kamayadi va shu bilan atrof-muhitning ifloslanishini kamaytiradi.

Taklif qilingan dizaynni amalga oshirish bosqichma-bosqich amalga oshirilishi kerak. Dastlab, sinovlar laboratoriya sharoitida, so'ngra sinov ishlab chiqarish bosqichida o'tkaziladi. Keyinchalik, haqiqiy ish sharoitlarida keng qamrovli baholashlar o'tkaziladi. Ushbu jarayonlar natijasida dizaynning ishonchliligi va samaradorligi to'liq tasdiqlanadi.

Avtomobil shinasining protektor dizaynini takomillashtirish mexanik, materialshunoslik, iqtisodiy va ekologik jihatlarni o'z ichiga olgan ko'p qirrali va murakkab jarayondir. Daewoo Damas avtomobilini tadqiq qilish shuni ko'rsatadiki, ilmiy asoslangan dizayn g'oyalari avtomobil iqtisodiyotini sezilarli darajada oshirishi mumkin³⁰.

³⁰ Gent A.N. Rezina elastikligi va shina deformatsiyasi xususiyatlari. – Oksford: Oxford University Press, 2022. – 132 b.

Uchinchi bob bo'yicha xulosa

Ushbu bobda shinalar ishqalanishini kuchaytirish va energiya samaradorligini oshirish usullarini har tomonlama o'rganish, shu bilan birga innovatsion texnologiya strategiyalariga asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan. Daewoo Damas avtomobili uchun yangi avlod energiya tejamkor shina ishlab chiqildi. Ushbu loyiha avtomobilning yonilg'i sarfini kamaytirish, yo'l bilan yopishishini yaxshilash va shinaning xizmat muddatini uzaytirish maqsadida tayyorlandi.

Yangi shina asimmetrik protektor dizayniga ega qilib loyihalandi. Protektorning ichki qismida suvni tashqariga chiqaruvchi maxsus drenaj kanallari joylashtirildi. Tashqi qismida esa qattiqroq bloklar qo'llanilib, avtomobilning burilishdagi barqarorligi oshirildi. Ushbu dizayn nam yo'llarda sirpanishni kamaytiradi va quruq yo'lda harakat xavfsizligini yaxshilaydi.

Damas avtomobilining standart shina o'lchami 145/80 R12 hisoblanadi. Yangi loyiha uchun esa 165/70 R13 o'lchamdagi shina tanlandi. Ushbu o'lcham avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyati, og'irligi va barqarorligini hisobga olib tanlandi. Kengroq protektor yo'l bilan kontakt yuzasini oshiradi va avtomobilning harakat vaqtida barqarorligini yaxshilaydi.

Yangi shina ishlab chiqarishda zamonaviy materiallardan foydalanildi. Asosiy material sifatida stiren-butadien kauchuk (SBR), tabiiy kauchuk va silika asosidagi rezina ishlatildi. Bundan tashqari, grafen asosidagi nano qo'shimchalar ham qo'shildi. Ushbu materiallar shinaning deformatsiyasini kamaytiradi, issiqlik hosil bo'lishini pasaytiradi va yeyilishga chidamliligini oshiradi.

Oddiy shinalarga nisbatan yangi shinaning aylanish qarshiligi kamaytirildi. Natijada avtomobil dvigateliga tushadigan yuk kamayadi va yonilg'i sarfi qisqaradi. Hisob-kitoblarga ko'ra, Damas avtomobili odatda 100 kilometr masofaga o'rtacha 8 litr yonilg'i sarflaydi. Yiliga taxminan 20 ming kilometr yo'l bosilganda umumiy yonilg'i sarfi 1600 litrni tashkil etadi.

Taklif etilgan yangi shina yordamida yonilg'i sarfi o'rtacha 10 foizga kamayadi. Natijada yil davomida taxminan 160 litr yonilg'i tejaladi. Agar yonilg'i narxi 12 ming so'm deb hisoblansa, iqtisodiy foyda yiliga qariyb 1 million 920 ming so'mni tashkil qiladi.

Yangi shinaning xizmat muddati oddiy shinalarga qaraganda yuqoriroq bo'lib, taxminan 70 ming kilometrgacha xizmat qilishi mumkin. Oddiy shinalar esa o'rtacha 45 ming kilometr xizmat qiladi. Bu esa yangi shinaning uzoq muddat foydalanishga mos ekanligini ko'rsatadi.

Shuningdek, yonilg'i sarfining kamayishi atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdorini ham kamaytiradi. Hisob-kitoblarga ko'ra, yiliga taxminan 368 kilogramm karbon dioksid chiqindisi kamayadi. Bu esa ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega.

Ishlab chiqilgan yangi shina modeli Daewoo Damas avtomobili uchun iqtisodiy, texnik va ekologik jihatdan samarali loyiha hisoblanadi. Yangi protektor dizayni va zamonaviy materiallar avtomobilning energiya samaradorligini oshirish bilan birga, ekspluatatsion xarajatlarni ham kamaytiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, bu usul moliyaviy jihatdan foydalidir. Uchinchi bobning natijalari avtomobil shinalari ishqalanishini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirishning muhim ilmiy va amaliy qiymatini tasdiqlaydi. Tavsiya etilgan yechimlar transport sohasida resurslardan oqilona foydalanishni kuchaytiradi, ekologik xavfsizlikni kafolatlaydi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

UMUMIY XULOSA VA TAKLIFLAR

Avtomobil shinalari va yo'l orasidagi chegara natijasida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi avtomobilning haydash samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, shina va yo'l qoplamasi orasidagi ishqalanish koeffitsienti ham xavfsizlikka, ham yoqilg'i samaradorligiga katta ta'sir qiladi. Kichkina, keng tarqalgan Damas avtomobilini o'rganish shuni ko'rsatdiki, shinalarning texnik holati, bosimi, protektor chuqurligi va tarkibi yoqilg'i tejamkorligiga bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi asosiy elementlardir.

Shinalarning past bosimi yo'l bilan aloqa qilish maydonining kattalashishiga olib keladi, natijada ishqalanish kuchi oshadi. Natijada, dvigatel ko'proq energiya sarflaydi, bu esa yoqilg'i sarfini oshiradi. Aksincha, standart bosimda saqlanadigan shinalar ajoyib tortish kuchini ta'minlaydi va yoqilg'i sarfini kamaytiradi. Bundan tashqari, protektorning yomonlashishi yoki sifatsiz shinalardan foydalanish qarshilikni oshiradi va iqtisodiy samaradorlikni pasaytiradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, Damas avtomobilida shinalar ishqalanishini samarali boshqarish yoqilg'i sarfini 5-15% ga kamaytirishi mumkin. Bu transport xarajatlarini kamaytiradi, atrof-muhitga yetkaziladigan zararni kamaytiradi va umumiy operatsion samaradorlikni oshiradi. Natijada, avtomobil shinalarining texnik holatini va ulardan optimal foydalanishni doimiy ravishda baholash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

5.1. Tadqiqotning asosiy ilmiy va amaliy yangiligi hamda natijalari:

1. Avtomobil shinalari ishqalanishining yonilg'i sarfiga ta'siri Damas avtomobili misolida kompleks ravishda ilmiy asosda tahlil qilindi.
2. Shina bosimi va ishqalanish kuchi o'rtasidagi bog'liqlik aniq matematik va tajribaviy jihatdan asoslab berildi.
3. Protektor holati va uning yonilg'i sarfiga ta'siri bo'yicha yangi tahliliy xulosalar ishlab chiqildi.
4. Damas avtomobili uchun optimal shina bosimi diapazoni va uning iqtisodiy samaradorligi aniqlashtirildi.

5. Ishqalanish kuchining ortishi natijasida dvigatel yuklamasi va yonilg'i sarfi o'sishi o'rtasidagi funksional bog'liqlik ochib berildi.
6. Amaliy tajribalar asosida yonilg'i sarfini kamaytirishga xizmat qiluvchi shina ekspluatatsiyasi bo'yicha ilmiy tavsiyalar ishlab chiqildi.

5.2.Tadqiqot natijalarida keltirilgan asosiy tavsiya va takliflar:

1. Avtomobil shinalarining bosimini ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan me'yorlarda muntazam nazorat qilish zarur.
2. Protektori yeyilgan shinalarni o'z vaqtida almashtirish orqali ortiqcha ishqalanish va yonilg'i sarfini kamaytirish tavsiya etiladi.
3. Mavsumga mos (yozgi va qishki) shinalardan foydalanish orqali yo'l bilan optimal tutashuvni ta'minlash lozim.
4. Shinalarning balansirovkasi va geometriyasini tekshirish orqali qo'shimcha qarshilik kuchlarini kamaytirish kerak.
5. Past sifatli yoki standartga javob bermaydigan shinalardan foydalanishni cheklash maqsadga muvofiq.
6. Avtomobil yuklanishini me'yorida saqlash orqali shinalarga tushadigan ortiqcha bosimni kamaytirish lozim.
7. Yonilg'i tejamkorligini oshirish uchun haydovchilarga shina ekspluatatsiyasi bo'yicha amaliy ko'rsatmalar va treninglar tashkil etish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

I. Me'yoriy huquqiy hujjatlar:

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi (yangi tahrir). – Toshkent: O'zbekiston, 2023.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF–60-son Farmoni “2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 10-fevraldagi PQ–56-son Qarori “Transport sohasini rivojlantirish va infratuzilmani modernizatsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida”.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-dekabrda PQ–35-son Qarori “Energiya samaradorligini oshirish va resurslarni tejash chora-tadbirlari to'g'risida”.
5. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 15-martdagi 123-son Qarori “Avtomobil transporti tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”.
6. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 22-iyundagi 278-son Qarori “Yonilg'i-energetika resurslaridan samarali foydalanish to'g'risida”.
7. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 5-oktabrdagi 640-son Qarori “Transport vositalarini texnik ko'rikdan o'tkazish tartibini takomillashtirish to'g'risida”.
8. O'zbekiston Respublikasining 2022-yil 29-dekabrda O'RQ–812-son Qonuni “Energiya samaradorligi to'g'risida”.

II. Rahbariy adabiyotlar:

9. Mirziyoyev, Sh. M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – Toshkent: O'zbekiston, 2017. – 488 bet.

- 10.Mirziyoyev, Sh. M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. – Toshkent: O‘zbekiston, 2017. – 32 bet.
- 11.Mirziyoyev, Sh. M. Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2022. – 418 bet.

III. Ilmiy adabiyotlar va monografiyalar:

- 12.Abdullayev A.A. Avtomobil transportida energiya samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 115-b.
- 13.Akbarov S.S. Transport vositalarida yonilg‘i tejamkorligi asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 98-b.
- 14.Allayev R.X. Avtomobillarda mexanik yo‘qotishlar va ularning tahlili. – Samarqand: Zarafshon, 2021. – 76-b.
- 15.Amonov B.T. Avtomobil shinalarining ekspluatatsion xususiyatlari. – Toshkent: Texnika, 2022. – 142-b.
- 16.Asqarov D.M. Transport tizimlarida energiya resurslaridan foydalanish. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 121-b.
- 17.Adilov O.Q. Avtomobil transportining ekspluatatsion samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 112-b.
- 18.Azizov Sh.A. Transport vositalarida yoqilg‘i sarfi va yo‘l sharoitlari tahlili. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 98-b.
- 19.Bozorov F.Q. Avtomobillarning texnik ekspluatatsiyasi. – Buxoro: Durdona, 2021. – 134-b.
- 20.Ergashev N.E. Avtomobillarda ishqalanish kuchlari va ularning ta’siri. – Toshkent: O‘zbekiston, 2022. – 89-b.
- 21.Ergashev R.X. Avtomobil transportida ekspluatatsion ko‘rsatkichlar tahlili. – Toshkent: O‘zbekiston, 2022. – 87-b.
- 22.Gulyamov A.M. Transport vositalarining texnik ekspluatatsiyasi asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 124-b.

23. Gent A.N. Rezina elastikligi va shina deformatsiyasi xususiyatlari. – Oksford: Oxford University Press, 2022. – 132 b.
24. Grosch K.A. Shina protektori materiallarining viskoelastik xususiyatlari. – Berlin: Springer, 2021. – 118 b.
25. Hakimov J.S. Ichki yonuv dvigatellarida yonilg‘i sarfi tahlili. – Toshkent: Texnika, 2022. – 117-b.
26. Ismoilov Q.N. Avtomobil shinalarining konstruksiyasi va ishlash prinsiplari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 95-b.
27. Ismatov B.I. Avtomobil transportida energiya yo‘qotish mexanizmlari. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 95-b.
28. Karimov L.U. Transport logistikasida samaradorlik ko‘rsatkichlari. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 110-b.
29. Klark S.K. Shinalar mexanikasi va dumalash tizimlarida energiya yo‘qotilishi. – London: Springer, 2021. – 145 b.
30. Mamatqulov S.X. Avtomobil dvigatellarining samaradorligini oshirish yo‘llari. – Andijon: Andijon nashriyoti, 2022. – 87-b.
31. Mirzaev U.M. Transport tizimlarida samaradorlikni oshirish yo‘llari. – Toshkent: Innovatsiya, 2022. – 109-b.
32. Moore R. Shina va yo‘l o‘rtasidagi kontakt mexanikasi. – Nyu-York: Elsevier, 2021. – 156 b.
33. Nazarov P.K. Transport vositalarida energiya tejash texnologiyalari. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 126-b.
34. Pacejka H. Shina va avtomobil dinamikasi. – Delft: Delft University Press, 2022. – 210 b.
35. Qodirov M.A. Avtomobil harakatiga ta’sir etuvchi tashqi omillar. – Toshkent: Fan, 2022. – 102-b.
36. Rahmonov E.B. Avtomobillarda yo‘l va shina o‘zaro ta’siri. – Toshkent: Texnika, 2021. – 91-b.

- 37.Saidov T.M. Transport tizimlarida iqtisodiy samaradorlik. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2023. – 108-b.
- 38.Tursunov B.A. Avtomobillarda yonilg‘i sarfini kamaytirish usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 119-b.
- 39.To‘rayev J.S. Avtomobil ekspluatatsiyasida yoqilg‘i samaradorligi. – Toshkent: Texnika, 2023. – 90-b.
- 40.Usmonov D.S. Mexanik tizimlarda ishqalanish va yeyilish nazariyasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2021. – 84-b.
- 41.Xolmatov A.R. Avtomobil texnik xizmat ko‘rsatish tizimi. – Toshkent: Texnika, 2023. – 97-b.
- 42.Yuldashev M.J. Transport vositalarining texnik holatini baholash. – Toshkent: Innovatsiya, 2022. – 105-b.
- 43.Walter J.D. Shina deformatsiyasi va dumalash qarshiligi tahlili. – AQSh: SAE International, 2022. – 143 b.
- 44.Zaba M. Siklli yuklama ostida rezina asosli materiallarda energiya yo‘qotilishi. – Varshava: Texnik nashriyot, 2021. – 120 b.
- 45.G‘afurov F.G. Yo‘l sharoitlarining avtomobil yonilg‘i sarfiga ta’siri. – Toshkent: Fan, 2023. – 101-b.
- 46.G‘aniyev O.R. Transport vositalarining aerodinamikasi va qarshilik kuchlari. – Toshkent: Fan, 2023. – 104-b.

IV. Jurnal va gazeta maqolalar:

- 47.Abdullayev A.A. Avtomobil shinalarining yo‘l bilan o‘zaro ta’siri va yonilg‘i sarfiga ta’siri // Transport va logistika jurnali. – Toshkent, 2022. – №3. – 45–49-b.
- 48.Akbarov S.S. Shina bosimi va yonilg‘i tejamkorligi o‘rtasidagi bog‘liqlik // Texnika va innovatsiyalar. – Toshkent, 2023. – №2. – 33–37-b.
- 49.Ergashev N.E. Avtomobil harakatida ishqalanish kuchlarining energiya yo‘qotishiga ta’siri // Fan va taraqqiyot. – Toshkent, 2022. – №4. – 58–63-b.

- 50.G‘aniyev O.R. Yo‘l qoplamasi va shina ishqalanishining ekologik va iqtisodiy ta’siri // O‘zbekiston transport gazetasi. – Toshkent, 2023. – №18. – 6–7-b.
- 51.Hakimov J.S. Damas avtomobilida yonilg‘i sarfi omillari tahlili // Avtomobil sanoati axborotnomasi. – Toshkent, 2022. – №1. – 22–27-b.
- 52.Ismoilov Q.N. Shinalarning yeyilishi va yonilg‘i sarfiga ta’siri // Texnika yangiliklari. – Toshkent, 2021. – №5. – 40–44-b.
- 53.Karimov L.U. Transport vositalarida energiya yo‘qotishlarini kamaytirish yo‘llari // Iqtisodiyot va transport. – Toshkent, 2023. – №2. – 50–54-b.
- 54.Mamatqulov S.X. Shina turi va yonilg‘i samaradorligi // Avtomobil va yo‘l. – Toshkent, 2022. – №3. – 31–35-b.

V. Avtoreferatlar:

- 55.Abdullayev A.A. Avtomobil transportida energiya samaradorligini oshirish yo‘llari: Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2022. – 24 b.
- 56.Akbarov S.S. Avtomobil shinalarining ekspluatatsion xususiyatlarini takomillashtirish: Texnika fanlari bo‘yicha PhD avtoreferati. – Toshkent, 2023. – 26 b.
- 57.Ergashev N.E. Transport vositalarida ishqalanish va energiya yo‘qotishlarini kamaytirish: Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori avtoreferati. – Samarqand, 2021. – 22 b.

VI. Statistika to‘plamlar:

- 58.O‘zbekiston Respublikasi statistika to‘plami – 2024. – Toshkent: Davlat statistika qo‘mitasi, 2024.
- 59.O‘zbekiston Respublikasi hududiy statistika to‘plami – 2025. – Toshkent: Davlat statistika qo‘mitasi, 2025.

VII. Internet resurslari:

60. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi qonunlari va huquqiy hujjatlari ma’lumotlar bazasi.
61. www.stat.uz - O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi.
62. www.uzedu.uz – O‘zbekiston Xalq ta’limi vazirligining rasmiy sayti.
63. www.edu.uz - O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi.
64. www.eduportal.uz – ta’lim sohasidagi yangiliklar va materiallar portali.
65. www.imv.uz - Iqtisodiyot va moliya vazirligi rasmiy sayti.
66. www.natlib.uz – Milliy kutubxona resurslari.