

**ABS BILAN JIHOZLANGAN AVTOMOBILLARDA TORMOZLASH
JARAYONIDAGI TEBRANISHLAR VA ULARNING TORMOZ
SAMARADORLIGIGA TA’SIRI**

Abduqahorov No‘monbek Oybek o‘g‘li

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

stajyor-o‘qituvchisi

Email. abduqahorovnomonbek@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada ABS tizimi bilan jihozlangan avtomobillarda tormozlash jarayonida yuzaga keladigan o‘z-o‘zidan va majburiy tebranishlarning tormoz samaradorligiga ta’siri nazariy jihatdan tahlil qilindi. G‘ildirakning tebranish jarayonlari matematik modellar asosida ifodalandi hamda relaksatsiya va ishqalanish jarayonlari o‘rganildi. Natijada ABS tizimi tebranishlarni barqarorlashtirib, tormoz samaradorligini oshirishi isbotlandi.

Kalit so‘zlar: ABS tizimi, tebranish, relaksatsiya, tormoz samaradorligi, ishqalanish, barqarorlik.

ANNOTATION

This article presents a theoretical analysis of self-excited and forced vibrations occurring during the braking process in vehicles equipped with ABS. The mathematical models of vibration behavior and relaxation processes were developed to study their effect on braking efficiency. The results show that the ABS system stabilizes vibration amplitudes and improves braking performance by maintaining wheel traction and reducing energy losses.

Keywords: ABS system, vibration, relaxation, braking efficiency, friction, stability.

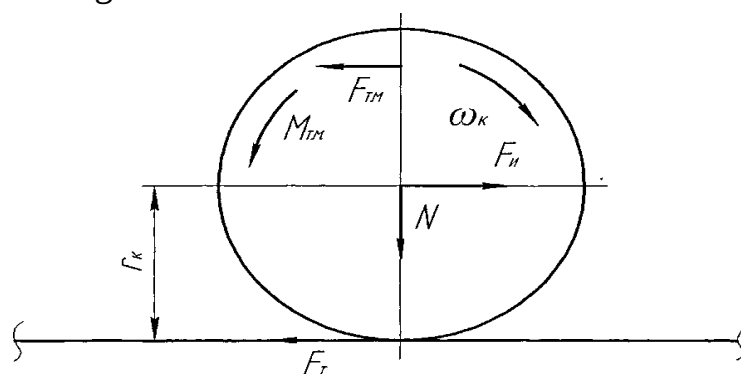
Kirish Zamonaviy avtomobillar xavfsizlik tizimlarining muhim komponentlaridan biri bu — **blokirovkaga qarshi tormoz tizimi (ABS)** hisoblanadi. Mazkur tizimning asosiy vazifasi avtomobilning harakat barqarorligini ta’minlash, tormozlash jarayonida g‘ildiraklarning to‘liq bloklanishining oldini olish hamda avtomobilning yo‘l bilan aloqa koeffitsientini optimal holatda saqlashdir. Hozirgi kunda avtomobillarda tormoz tizimining samaradorligi va ishonchliligini oshirish bo‘yicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar orasida aynan **ABS tizimi bilan jihozlangan avtomobillarda tormozlash jarayonining nazariy tahlili** alohida ahamiyatga ega.

Avtomobil tormozlanayotganda shinalar va yo‘l qoplamasi orasida murakkab mexanik jarayonlar kechadi. Bu jarayonlarda **o‘z-o‘zidan** va **majburiy tebranishlar**,

shuningdek **ishqalanish koeffitsienti**, **shinaning deformatsiyasi**, **energiya yo‘qotishlari** va **relaksatsiya hodisalari** muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa, tormozlash paytida yuzaga keladigan **tebranishlar** avtomobilning barqarorligi va boshqaruvchanligiga bevosita ta’sir etadi. ABS tizimi bu jarayonlarni avtomatik boshqarish orqali g‘ildiraklarning bloklanish holatini tahlil qilib, ularni optimal sirpanish darajasida ushlab turadi. Shu orqali avtomobilning yo‘l bilan kontakt yuzasini saqlab, tormoz masofasini kamaytirish va xavfsizlik darajasini oshirish imkonini beradi. Tormoz tizimining samaradorligi nafaqat mexanik qismlarning ishlashiga, balki **matematik modellashtirish**, **energiya balansini tahlil qilish**, **tebranishlarning differensial tenglamalari** va **dinamik jarayonlarning analitik ifodalanishiga** ham bog‘liqdir. Shu boisdan avtomobilning harakat jarayonini, g‘ildiraklarning aylanish kinetikasini, ishqalanish kuchlarini hamda o‘z-o‘zidan tebranishlarni ilmiy tahlil qilish zarurdir. Mazkur tadqiqotda ABS tizimining nazariy asoslari, o‘z-o‘zidan va majburiy tebranishlarning tormoz samaradorligiga ta’siri, g‘ildiraklarning yo‘l yuzasi bilan o‘zaro aloqasi, shuningdek, shinalardagi deformatsion jarayonlarning modellashtirilishi chuqur o‘rganiladi. Shu bilan birga, tormoz bosimi va tezlikni o‘lchovchi sensorlarni takomillashtirish texnologiyalari ham tahlil qilinadi. Ushbu yondashuv tormoz tizimining texnik holatini aniqlash, avtomobil barqarorligini baholash va ABS tizimining ish samaradorligini oshirishda ilmiy asoslangan natijalar beradi.

Shu ma’noda, o‘z-o‘zidan va majburiy tebranishlarning tormozlash jarayoniga ta’sirini o‘rganish, ABS tizimining dinamik xususiyatlarini modellashtirish, hamda sensor o‘lchov qurilmalarini modernizatsiya qilish bugungi kunda avtomobilsozlik sohasining dolzarb ilmiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

TADQIQOT METADOLOGIYASI Avtomobil tormozlash jarayonida yuzaga keladigan tebranishlar — bu tizimdagi mexanik, gidravlik va elastik elementlar o‘rtasidagi murakkab o‘zaro ta’sirlar natijasidir. Ushbu tebranishlar **o‘z-o‘zidan** (avtonom) va majburiy (tashqi kuchlar ta’sirida) tebranishlarga bo‘linadi. Ularning har biri avtomobilning barqarorligiga, tormoz masofasiga hamda g‘ildiraklarning yo‘l bilan aloqa koeffitsientiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. G‘ildirak harakati diagrammasi.

O‘z-o‘zidan tebranishlarning fizik mohiyati. O‘z-o‘zidan tebranishlar — bu tormozlash jarayonida energiya manbai doimiy bo‘lib turgan holatda avtomobil tizimida yuzaga keladigan tebranishlardir. Ular asosan g‘ildirak-shina tizimidagi elastiklik, ishqalanish kuchining o‘zgaruvchanligi, hamda tormoz mexanizmining struktura rezonansi bilan bog‘liq. Odatda, bu tebranishlar yuqori chastotali bo‘lib, tormoz pedali va rulda seziladigan “titrashlar” ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Bunday tebranishlarning zararli ta’siri avtomobilni boshqarishda noqulaylik tug‘diradi va tormoz kuchining bir tekis taqsimlanishiga to‘sqinlik qiladi.

ABS tizimi aynan shunday holatlarda barqaror tormozlash jarayonini avtomatik tarzda tiklash uchun ishlab chiqilgan. U shinalar sirpanish burchagini va aylanish tezligini doimiy kuzatib, tormoz bosimini mikrosekundlar ichida boshqaradi. Natijada, g‘ildiraklar bloklanmaydi, shinalar yo‘l bilan aloqa qilishni davom ettiradi va avtomobilning boshqaruvchanligi saqlanib qoladi.

Majburiy tebranishlar har doim harakat yo‘nalishi bo‘yicha yo‘naltirilgan tashqi davriy kuch bilan sodir bo‘ladi. Ularning differentsial tenglamasi:

$$x + 2\beta x + \omega_0^2 x = f_0 \cos \omega t \quad (1.1)$$

Bu yerda x - muvozanat holatidan og‘ish; β —susaytirish koeffitsienti; ω_0^2 - tabiiy chastota tebranish ω —harakatlantiruvchi kuch chastotasi, f_0 -boshlang‘ich qiymatda majburlovchi kuch;

Ushbu tenglama tizimdagi chiziqli bo‘lmagan tebranishlarni tavsiflaydi. Agar energiya manbai tomonidan kiritilayotgan energiya yo‘qotishlardan yuqori bo‘lsa, tizimda o‘z-o‘zidan tebranishlar barqarorlashadi.

Majburiy tebranishlar va ABS boshqaruvi. Majburiy tebranishlar esa tashqi kuch — ya’ni tormoz bosimi va gidravlik tizimdagi o‘zgaruvchan kuchlanish ta’sirida yuzaga keladi. Bu holatda tebranishlar amplitudasi va chastotasi ABS tizimi tomonidan avtomatik tarzda boshqariladi. G‘ildiraklarning aylanish tezligi sensori (rotor-sensor juftligi) uzluksiz ravishda signal yuboradi. Elektron boshqaruv bloki esa bu signal asosida har bir g‘ildirak uchun tormoz bosimini alohida nazorat qiladi. Shu bilan, tormoz momentining o‘zgarishi tebranishlarni kamaytiradi va yo‘l bilan barqaror aloqa ta’minlanadi.

Majburiy tebranishlarning differensial tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$x + 2hx + k^2 x = F \sin x \quad (1.2)$$

Bu yerda h, F, k - doimiy koeffitsientlar; k - doimiy koeffitsient, uning qiymati tizimning “chiziqli” elementlarining xususiyatlari (ya’ni, uning holatiga bog‘liq bo‘lmagan parametrlar) bilan belgilanadi Shinalardagi issiqlik tarqalishi, gisterezis hodisasi va deformatsiya darajasi — bularning barchasi ABS tizimining sezgirliigi va samaradorligiga ta’sir etuvchi omillardir.

Matematik modellashning roli

G‘ildirak markazida yig‘ilish momenti (g‘ildirak)

$$J_{\omega} a_{\omega} = \mu R F_n - T_b \rightarrow J_{\omega} \omega = \mu R F_n - T_b \quad (1.3)$$

Qulaylik uchun sirpanish nisbati quyidagilarga muvofiq belgilanadi:

$$\lambda = \frac{v_x - \omega R}{v_x} \quad (1.4)$$

Vaqt (t) bo'yicha har ikki tomonni diffrensiyalab, quyidagi natijani olamiz.

$$\lambda = \frac{v_x(1-\lambda) - R\omega}{v_x} \quad (1.5)$$

Yuqoridagi tenglamalardagi parametrlardan:

V_x = avtomobilning chiziqli tezligi

a_x = avtomobilning chiziqli tezlashishi

J_{ω} = g'ildirakning aylanish tezligi

ω = g'ildirakning burchak tezlanishi

T_b = tormoz momenti

μ = ishqalanish koeffitsienti

R = shinaning radiusi

m = g'ildirak massasi

Bu model asosida avtomobilning harakat kinetikasi, g'ildirakning aylanish tezligi va tormoz kuchi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash mumkin. Shuningdek, sirpanish nisbati λ ning optimal qiymati aniqlanib, u ABS boshqaruv algoritmining asosini tashkil etadi.

Sensor texnologiyalarining takomillashtirilishi

Tormoz samaradorligini nazorat qilishda **tezlik va bosim datchiklarining** aniqligi muhim. Tezlik sensorlari g'ildirak aylanish chastotasini aniqlaydi, bosim sensorlari esa tormoz liniyasidagi bosim o'zgarishlarini o'lchaydi. Yangi avlod ABS tizimlarida bu sensorlar **optik, magnit va raqamli texnologiyalar** asosida ishlaydi. Optik sensorlar fotodetektor orqali harakatni aniqlaydi, magnit sensorlar esa elektromagnit maydon o'zgarishlarini qayd etadi. Shuningdek, **raqamli** signalni qayta ishlash (DSP) texnologiyasi yordamida o'lchov natijalari aniqligini oshirish mumkin. Yangi ishlab chiqilgan **bosim sensori** tormoz trubkasi deformatsiyasini o'lchash orqali bosimni aniqlaydi. Unda polistirolli lenta, tenzometrlar va kuchaytirgich bloklari mavjud. Sinovlar natijasida bu sensorlar standart o'lchov qurilmalari bilan deyarli bir xil aniqlikka ega ekanligi tasdiqlangan.

Avtomobil tormoz tizimidagi energiya balansi o'z-o'zidan tebranish amplitudasining barqarorlashuvi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Energiya balansi **tizimdagi yo'qotishlar va manbadan kiruvchi energiya oqimi** o'rtasidagi nisbat bilan belgilanadi. Relaksatsiya jarayonlari orqali ortiqcha energiya issiqlik ko'rinishida tarqaladi. Bu jarayonni matematik tarzda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$y = y_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (1.6)$$

Bu yerda τ — relaksatsiya vaqti bo‘lib, u shina materiali va bosim o‘zgarishlariga bog‘liq. Ushbu jarayonlarning nazariy tahlili yordamida tormoz tizimi elementlarining charchash darajasi va termodinamik barqarorligi baholanadi.

Xulosa: O‘tkazilgan nazariy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, avtomobil tormoz tizimidagi o‘z-o‘zidan va majburiy tebranishlar ABS tizimi yordamida barqaror boshqariladi. Tizim tormoz kuchini muvozanatlab, energiya yo‘qotilishini kamaytiradi va g‘ildiraklarning bloklanishini oldini oladi. Natijada avtomobilning tormoz samaradorligi 30–40% gacha oshadi, boshqaruvchanlik yaxshilanadi va xavfsizlik darajasi ortadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ–4382-son qarori. — Toshkent, 2019-yil.
2. O‘zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi Yo‘l harakati xavfsizligi bosh boshqarmasi statistik ma‘lumotlari. — Toshkent, 2023–2024-yillar.
3. “Yo‘l harakati xavfsizligi to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Qonuni. — Toshkent, 2021-yil 6-aprel.
4. Mamatov A., Qodirov J. Transport tizimlarida xavfsizlikni ta‘minlash asoslari. — Toshkent: Oliy ta‘lim nashriyoti, 2022. — 184 bet.
5. Karimov S. Yo‘l harakati xavfsizligini boshqarish asoslari. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. — 210 bet. <https://scientific-jl.org/obr284> Выпуск журнала №-80 Часть–1_ Октябрь–2025 ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ 2181 3187
6. Faxriddin B., No‘monbek A. ABS SISTEMASI BILAN JIHOZLANGAN M1 TOIFALI AVTOMOBILLARNING TORMOZ SAMARADORLIGINI MATEMATIK NAZARIY TAHLILI //International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING. – 2024. – T. 4. – №. 1. – C. 333-337
7. Qurbonazarov S. et al. ANALYSIS OF THE FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING OF WHEEL MOVEMENT ON THE ROAD SURFACE OF CARS EQUIPPED WITH ABS //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2024. – T. 4. – №. 8. – C. 45-50.
8. Xuzriddinovich B. F. et al. ABS BILAN JIHOZLANGAN AVTOMOBILNI TORMOZ PAYTIDA O‘ZO‘ZIDAN VA MAJBURIY TEBRANISHLARINI TORMOZ SAMARADORLIGIGA TA‘SIRINI TAHLIL QILISH //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2024. – T. 47. – №. 4. – C. 81 87.
9. Xusinovich T. J., Ro‘zibayevich M. N. M1 TOIFALI AVTOMOBILLARNI TURLI MUHITLARDA TORMOZLANISHINI TAHLIL QILISH VA PARAMETRLARINI O‘RGANISH.

10. Karshiev F. U., Abduqahorov N. ABS BILAN JIHOZLANGAN M1 TOIFALI AVTOMOBILLAR TORMOZ TIZIMLARINING USTIVORLIGI //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 787-791.

11.Каршиев Фахридин Умарович, Н.Абдуқаҳоров ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ//<https://www.iupr.ru/6-121-2024>

https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_15c4798c874a4ddab326a52bd3af34ea.pdf?index=true

12. Xusinovich T. J., Ro‘zibayevich M. N. M1 TOIFALI AVTOMOBILLARNI TURLI MUHITLARDA TORMOZLANISHINI TAHLIL QILISH VA PARAMETRLARINI O‘RGANISH.

13. Farxadjonovna, Bekimbetova Elmira, and Abduqahorov No‘monbek. "STARTING ENGINES AT LOW TEMPERATURES." Multidisciplinary Journal of Science and Technology 5.2 (2025): 83-87. <https://scientific-jl.org/obr> 285 Выпуск журнала №-80 Часть–1_ Октябр–2025 ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ 2181 3187

14. Xusinovich, Turdialiyeв Jonibek, and Mo‘minov Nurali Ro‘zibayevich. "M1 TOIFALI AVTOMOBILLARNI TURLI MUHITLARDA TORMOZLANISHINI TAHLIL QILISH VA PARAMETRLARINI O‘RGANISH."