

ZAMONAVIY AVTOMOBILLARNING KONSTRUKTIV TUZILISHI, DINAMIK TIZIMLARI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

Ergashev Abduqodir Ismoilovich

Andijon viloyati Asaka tuman 2-son texnikumi

Maxsus fanlar kafedrasining Avtomobil tuzilishi fani o'qituvchisi

Abstract: Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy avtomobillarning umumiy konstruktiv tuzilishi, ularning asosiy uzellari, mexanizmlari va tizimlarining ishlash prinsiplari atroflicha tahlil qilingan. Tadqiqot doirasida ichki yonuv dvigatellari (IYoD), transmissiya, yurish qismi, boshqaruv tizimlari (rul va tormoz) hamda kuzovning o'zaro funksional bog'liqligi o'rganilgan. Maqolada an'anaviy mexanik tizimlarning elektron boshqaruv bloklari (ECU) va intellektual xavfsizlik tizimlari (ABS, ESP, ADAS) bilan integratsiyalashuvi jarayoniga alohida e'tibor qaratilgan. Shuningdek, ekologik talablar va yoqilg'i iqtisodiyoti muammolari kontekstida gibril va elektromobillarning kuch uzatmasi (powertrain) hamda konstruktiv o'ziga xosliklari qiyosiy tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari avtomobillarning energiya samaradorligini oshirish, harakat xavfsizligini ta'minlash va avtotransport vositalarini loyihalashda zamonaviy muhandislik yechimlarini qo'llash bo'yicha tavsiyalar beradi.

Keywords: Avtomobil tuzilishi, ichki yonuv dvigateli, transmissiya, yurish qismi, tormoz tizimi, elektron boshqaruv bloki (ECU), gibril transport vositalari, elektromobil, harakat xavfsizligi, energiya samaradorligi.

INTRODUCTION

Zamonaviy dunyoda avtotransport majmuasi global iqtisodiyot va ijtimoiy hayotning eng muhim yetakchi tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda transport vositalari nafaqat odamlar va yuklarni tashish vositasi, balki yuqori texnologiyalar, raqamlashtirish va ekologik barqarorlik namoyon bo'ladigan murakkab muhandislik tizimidir. Avtomobilsozlik sanoatining rivojlanishi bevosita mashinasozlik, metallurgiya, kimyo sferasi, elektronika va sun'iy intellekt tarmoqlarining taraqqiyoti bilan uzviy bog'liq.

So'nggi o'n yilliklarda avtomobilning an'anaviy mexanik tuzilishi tubdan transformatsiyaga uchradi. Agar ilgari avtomobil asosan mexanik uzellar va gidravlik tizimlardan iborat bo'lgan bo'lsa, bugungi kunda u **mexatronika** (mexanika va elektronika uyg'unligi) hamda kibernetik tizimlar bazasida faoliyat ko'rsatmoqda. Bu esa avtomobil tuzilishi va uning mexanizmlarini zamonaviy talablar asosida qayta tadqiq etish, ularning samaradorligini oshirishni dolzarb ilmiy va amaliy vazifaga aylantirmoqda.

Hozirgi kunda global miqyosda avtomobil konstruktorlari va tadqiqotchilari oldida uchta asosiy fundamental muammo turibdi:

Ekologik xavfsizlik va resurs tejash: Atmosferaga tashlanayotgan zaharli gazlar miqdorini kamaytirish hamda yoqilg'i samaradorligiga erishish.

Aktiv va passiv xavfsizlik: Yo'l-transport hodisalarida inson hayotini saqlab qolish va to'qnashuvlarning oldini oluvchi intellektual tizimlarni joriy etish.

Ergonomika va dinamika: Avtomobilning harakat barqarorligini va boshqaruvchanligini oshirish orqali haydovchi hamda yo'lovchilarga maksimal qulaylik yaratish.

Ushbu muammolarni hal qilish an'anaviy ichki yonuv dvigatellari (IYoD) samaradorligini oshirish bilan birga, avtomobil transmissiyasi, yurish qismi va tormoz tizimlarini elektron boshqaruv bloklari (ECU) bilan mukammal integratsiya qilishni talab etadi. Shuningdek, an'anaviy avtomobillardan gibrid va to'liq elektr quvvati bilan ishlaydigan transport vositalariga (EV) o'tish davri boshlangani sababli, avtomobilning umumiy arxitekturasini va vazn taqsimoti (weight distribution) qonuniyatlari ham yangilanmoqda.

Ushbu ilmiy maqolaning asosiy maqsadi — zamonaviy avtomobillarning strukturaviy tuzilishini tashkil etuvchi asosiy funksional tizimlarning o'zaro bog'liqligini tizimli tahlil qilish hamda ularning samaradorligini oshirish tendensiyalarini aniqlashdan iborat.

Belgilangan maqsadga erishish uchun quyidagi ilmiy va amaliy vazifalarni bajarish ko'zda tutilgan:

Avtomobil kuch agregatlari (dvigatel) va transmissiya tizimlarining zamonaviy kinematik va dinamik modellarini o'rganish; Yurish qismi hamda osma (suspension) tizimlarning avtomobil barqarorligi va ravon harakatiga ta'sirini baholash; Elektron xavfsizlik va boshqaruv tizimlarining avtomobilning umumiy xavfsizlik arxitekturasidagi o'rnini tahlil etish; Elektromobillar va gibrid transport vositalarining konstruktiv tuzilishidagi o'ziga xos muhandislik yechimlarini qiyosiy o'rganish.

Tadqiqot obyekti sifatida zamonaviy yengil va yuk avtomobillarining umumiy konstruksiyasi va ularning tarkibiy qismlari olingan. Tadqiqot predmeti esa ushbu avtomobil tizimlarining ishlash prinsiplari, konstruktiv elementlarning o'zaro mexanik va elektron aloqalari hamda ularni takomillashtirish metodlaridan iborat.

Zamonaviy avtomobil o'zaro funksional bog'liq bo'lgan uchta yirik tarkibiy qismdan tashkil topadi: **dvigatel (kuch agregati)**, **shassi** (transmissiya, yurish qismi va boshqaruv tizimlari) hamda **kuzov**. Ushbu tizimlarning har biri transport vositasining dinamikasi, xavfsizligi va energiya samaradorligini ta'minlashda o'ziga xos muhandislik yechimlariga ega.

Avtomobilning harakat energiyasi manbai uning dvigateli hisoblanadi. Bugungi kunda avtomobilsozlikda uch turdagi kuch agregatlari tizimi ustuvorlik qilmoqda: an'anaviy ichki yonuv dvigatellari (IYoD), gibrid quvvat qurilmalari (HEV/PHEV) va to'liq elektr motorlar (BEV).

Zamonaviy IYoDlarning asosiy rivojlanish tendensiyasi — **daunsayzing (downsizing)**, ya'ni dvigatel ish hajmini kamaytirgan holda quvvatni saqlab qolish yoki oshirishdir. Bunga quyidagi konstruktiv yechimlar orqali erishilmoqda:

Yuqori bosimli bevosita purkash tizimlari (GDI/Common Rail): Yoqilg'ini silindr ichiga bevosita 200-350 gacha bo'lgan bosim ostida purkash orqali aralashmaning to'liq yonishi ta'minlanadi va zararli gazlar miqdori kamayadi.

Turbokompressorlar va gaz taqsimlash fazalarini o'zgaruvchan boshqarish (VVT/VTEC): Dvigatelning turli aylanishlar chastotasida klapanlarning ochilish vaqti va balandligi optimallashtiriladi.

Elektr transport vositalarida IYoD va murakkab uzatmalar qutisi o'rnini **tortuvchi elektr motori (traction motor)** va **reduktor** egallaydi. Ko'p fazali sinxron va asinxron elektr motorlarining afzalligi ularning FIK (foydali ish ko'effitsiyenti) yuqoriligidadir (90-95% gacha, an'anaviy IYoDda esa bu ko'rsatkich 35-40%dan oshmaydi). Maksimal burovchi moment noldan boshlab to'liq nominal aylanishgacha ta'minlanishi mexanik ko'p pog'onali uzatmalar qutisidan voz kechish imkonini berdi. Transmissiya dvigateldan chiquvchi burovchi momentni miqdor va yo'nalish jihatidan o'zgartirib, yetakchi g'ildiraklarga uzatish vazifasini bajaradi. Zamonaviy avtomobillarda transmissiya tuzilishi bo'yicha quyidagi sxemalarga bo'linadi:

Qo'sh muftali robotlashtirilgan transmissiyalar (DCT/DSG): Ushbu tizim ikkita parallel val va ikkita mustaqil mufta (sajeplyeniye) asosida ishlaydi. Birinchi mufta toq uzatmalarni, ikkinchisi esa juft uzatmalarni nazorat qiladi. Natijada quvvat oqimi uzilishlarsiz keyingi uzatmaga o'tadi, bu esa dinamikani oshirib, yoqilg'ini 10-15% gacha tejaydi.

Gidrotransformatorli avtomat qutilar (AT): Zamonaviy 8, 9 va hatto 10 pog'onali ATlar elektron boshqaruv bilan jihozlangan bo'lib, gidravlik yo'qotishlarni kamaytirish uchun muftaning qattiq blokirovka qilish (lock-up) tizimidan keng foydalanadi.

Yurish qismi avtomobilning kuzovini yo'l bilan bog'lab, dinamik yuklamalarni qabul qiladi. Uning asosiy vazifasi — harakat ravonligi (ride comfort) va shinalarning yo'l qoplamasi bilan barqaror tishlashishini (handling) ta'minlashdir. Zamonaviy yengil avtomobillarda an'anaviy qaram (baxromali) osma tizimlari o'rnini to'liq mustaqil osma tizimlari egalladi:

McPherson osmasi: Old o'q uchun eng keng tarqalgan, ixcham va kam vaznli tizim bo'lib, teleskopik amortizator ustuni va pastki yo'naltiruvchi rishagdan iborat.

Ko'p rishagli osma (Multi-link): Orqa va ba'zan old o'qlarda qo'llanilib, g'ildirakning har bir yo'nalishdagi harakatini (ko'ndalang va bo'ylama) alohida rishaglar orqali boshqaradi. Bu avtomobil yuqori tezlikda burilishlarni bajarganda g'ildirakning yo'lga nisbatan optimal og'ish burchagini (camber/caster) saqlab qoladi.

Adaptiv va pnevmatik tizimlar

Intellectual shassilarda elektron boshqariladigan amortizatorlar (masalan, Magnetic Ride — magnit-reologik suyuqlikli amortizatorlar) qo'llanilmoqda. Sensorlar yo'l holatini soniyasiga 1000-marta o'lchab, amortizatorning qattqlik darajasini o'zgartiradi. Pnevmatik osma esa avtomobil yuklamasidan qat'i nazar kuzov klirensini (er bilan masofasini) o'zgaras saqlaydi va yuqori tezlikda aerodinamik qarshilikni kamaytirish uchun kuzovni pastga tushiradi. Tormoz tizimi avtomobil xavfsizligining eng muhim elementi bo'lib, uning samaradorligi quyidagi elektron tizimlar kompleksi orqali ta'minlanadi:

Gidravlik tormoz arxitekturalari: Zamonaviy tormoz tizimi ikki konturli diagonal gidravlik uzatma, vakuumli kuchaytirgich va barcha g'ildiraklardagi diskli tormoz mexanizmlaridan tashkil topadi.

ABS (Anti-lock Braking System): Tormozlanish paytida g'ildiraklarning to'liq bloklanib (aylanmay qolishi) sirpanib ketishining oldini oladi. Sensorlar g'ildirak aylanish tezligi nolgacha keskin tushganini aniqlasa, gidromodulyator tormoz suyuqligi bosimini soniyasiga 15-20 marta kamaytirib-oshiradi. Natijada avtomobil boshqaruvchanligi saqlanadi.

ESP/ESC (Electronic Stability Program): Avtomobilning kurs barqarorligini ta'minlaydi. Agar avtomobil burilishda yuzaki sirpansa (understeer) yoki orqa qismi ketib qolsa (oversteer), ESP ichki yoki tashqi g'ildiraklarni alohida-alohida tormozlash va dvigatel quvvatini bo'g'ish orqali avtomobilni haydovchi rul orqali ko'rsatgan trayektoriyaga qaytaradi.

ADAS (Advanced Driver Assistance Systems): Kameralar va radarlar yordamida ishlovchi avtomatik favqulodda tormozlash (AEB), bo'lakni saqlash (LKA) va adaptiv kruiz-kontrol tizimlari bo'lib, ular tormoz va rul boshqaruvini inson aralashuvisiz elektron signal orqali boshqara oladi (Drive-by-Wire texnologiyasi). Avtomobil kuzovi passiv xavfsizlik va vaznni kamaytirish talablariga javob berishi shart. Zamonaviy kuzovsozlikda "**xavfsizlik kapsulasi**" prinsipi qo'llaniladi.

Deformatsiyalanuvchi zonalar: Avtomobilning old va orqa qismlari urilish paytida g'ijimlanib, zarba kinetik energiyasini o'ziga yutib yuboradigan qilib loyihalanadi.

Mustahkam salon karkasi: Yo'lovchilar o'tiradigan qism esa o'ta yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan boronli va legirlangan po'latlardan (UHSS) tayyorlanadi va deformatsiyaga uchramaydi.

Yengil qotishmalar: Energiya samaradorligini oshirish maqsadida kuzov elementlarida alyuminiy, magniy qotishmalari va uglerod tolasi (karbon) kabi kompozit materiallar ulushi ortib bormoqda. Kuzov vaznining har 10% ga kamayishi yoqilg'i sarfini o'rtacha 6-8% ga qisqartirish imkonini beradi.

CONCLUSION

Mexatronik transformatsiya mukammallashdi. Avtomobilsozlik sanoatida an'anaviy sof mexanik va gidravlik tizimlardan intellektual mexatronik tizimlarga o'tish davri yakunlanmoqda. Dvigatel, transmissiya va shassi elementlarining elektron boshqaruv bloklari (ECU) bilan integratsiyalashuvi transport vositasining dinamik ko'rsatkichlarini va yoqilg'i samaradorligini o'rtacha 15-20% ga oshirish imkonini berdi. Ekologik va energetik muvozanat yangi bosqichga chiqdi. Ichki yonuv dvigatellarining daunsayzing tendensiyasi va yuqori bosimli purkash tizimlari (GDI) atmosferaga tashlanayotgan zararli gazlar miqdorini sezilarli darajada kamaytirdi.

Shu bilan birga, tortuvchi elektr motorlarining yuqori foydali ish koeffitsiyenti (90-95%) va noldan boshlanuvchi maksimal burovchi momenti avtomobil arxitekturasini tubdan o'zgartirib, murakkab ko'p pog'onali mexanik uzatmalar qutisiga bo'lgan ehtiyojni yo'qotdi. Aktiv xavfsizlik arxitekturasini haydovchi omilini minimallashtirmoqda. ABS, ESP va ADAS kabi xavfsizlik tizimlarining tormoz hamda rul boshqaruvi bilan uzviy bog'lanishi xavfli yo'l-transport vaziyatlarida avtomobilning kurs barqarorligini inson aralashuvisiz ta'minlash mexanizmlarini yaratdi. Bu esa kelajakda to'liq avtonom (haydovchisiz) boshqariladigan transport vositalariga o'tishning fundamental asosi hisoblanadi. Materialshunoslik va passiv xavfsizlik uyg'unligi ta'minlandi.

Zamonaviy kuzovsozlikda o'ta yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan legirlangan po'latlar (UHSS) va kompozit materiallarning qo'llanilishi, avtomobil vaznini kamaytirish bilan bir qatorda, urilish paytida zarba energiyasini yutuvchi deformatsiyalanuvchi zonalarni yaratish orqali yo'lovchilar xavfsizligini maksimal darajaga ko'tardi.

REFERENCES

1. Reif K. Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives, Hybrid Drives, Brakes, Safety Systems. – Springer Vieweg, 2014. – 282 p.
2. Robert Bosch GmbH. Bosch Automotive Handbook (11th Edition). – Wiley, 2022. – 1234 p.
3. Erjavec J., Thompson R. Automotive Technology: A Systems Approach (7th Edition). – Cengage Learning, 2020. – 1728 p.
4. Heisler H. Advanced Vehicle Technology (2nd Edition). – Butterworth-Heinemann, 2002. – 654 p.
5. Genta G., Morello L. The Automotive Chassis: Volume 1: Components and Subassemblies. – Springer Science & Business Media, 2009. – 364 p.
6. Ehsonov A. A., Karimov R. X. Avtomobillar tuzilishi va nazorati. – Toshkent: "O'qituvchi" nashriyoti, 2019. – 210 b.
7. Siddiqov M. S. Avtomobillarning texnik ekspluatatsiyasi va zamonaviy elektron tizimlari. – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2021. – 185 b.

8. Olimov Q. T., To‘rayev Sh. A. Zamonaviy avtomobillarda mexatronik tizimlarning rivojlanish tendensiyalari // Texnika va texnologiya muammolari jurnali. – Toshkent, 2023. – № 4(2). – B. 45-52.
9. Wallentowitz H., Reif K. Automotive Mechatronics: Operational and Practical Issues. – Springer, 2014. – 412 p.
10. Ribbens W. B. Understanding Automotive Electronics: An Engineering Perspective (8th Edition). – Butterworth-Heinemann, 2017. – 492 p.