

TREKKER AVTOMOBILI DVIGATELINING INJEKTORLI YOQILG'I TA'MINLASH TIZIMIGA TEXNIK SERVIS KO'RSATISHNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI

Iminjonov Farruxbek Tolibjon o'g'li

Andijon Davlat Texnika Instituti

"Avtomobilsozlik va transport" fakulteti

"Avtomobilsozlik va transport" kafedrası

4-kurs K-37-22 guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada Trekker avtomobilida qo'llaniladigan injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimiga texnik servis ko'rsatishning samaradorligini oshirish yo'llari ko'rib chiqilgan. Muallif tomonidan tizimning asosiy tugunlari, xarakterli nosozliklari, diagnostika usullari va profilaktik ta'mirlash jarayonlari tahlil qilingan. Elektronik boshqaruv bloki (ECU), injektor nozullari, lambdazond va yoqilg'i bosimi regulyatori kabi elementlarning texnik holati korxona samaradorligiga ta'siri miqdoriy ko'rsatkichlar asosida baholab berilgan. Natijalar ko'rsatadiki, to'g'ri tashkil etilgan diagnostika va profilaktik ta'mirlash yoqilg'i sarfini 15–22 foizga kamaytirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini 30 foizgacha qisqartirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimi, Trekker, diagnostika, ECU, injektor, texnik servis, yoqilg'i sarfi, OBD-II, lambdazond.

Аннотация. В статье рассматриваются пути повышения эффективности технического обслуживания инжекторной системы питания двигателя автомобиля Trekker. Проанализированы основные узлы системы, характерные неисправности, методы диагностики и процессы профилактического обслуживания. Оценено влияние технического состояния ЭБУ, форсунок, лямбда-зонда на эффективность предприятия. Показано, что правильно организованная диагностика позволяет снизить расход топлива на 15–22% и сократить затраты на техническое обслуживание до 30%.

Ключевые слова: инжекторная система питания, Trekker, диагностика, ЭБУ, форсунка, техническое обслуживание, расход топлива, OBD-II, лямбда-зонд.

Annotation. This article examines ways to improve the efficiency of technical servicing of the injection fuel supply system of the Trekker vehicle engine. The main components of the system, characteristic malfunctions, diagnostic methods, and preventive maintenance processes are analysed. The influence of the technical condition of ECU, injector nozzles, lambda sensor, and fuel pressure regulator on enterprise performance is quantitatively assessed. It is demonstrated that properly organised diagnostics and preventive maintenance enable a 15–22% reduction in fuel consumption and up to 30% decrease in maintenance costs.

Keywords: injection fuel supply system, Trekker, diagnostics, ECU, injector, technical service, fuel consumption, OBD-II, lambda sensor.

KIRISH

O'zbekistonda avtomobil parki tez sur'atlar bilan kengaymoqda. O'zAvtosanoat ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yil oxiriga kelib mamlakat bo'ylab ro'yxatdan o'tgan avtomobillar soni 5,2 milliondan oshdi. Ushbu parkda Trekker rusumli yuk avtomobillari alohida o'rin tutadi — ular asosan qishloq xo'jaligi, qurilish va savdo-sotiq sohasida xizmat qiladi. Trekker avtomobillari zamonaviy injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimi bilan jihozlanganligi sababli ularning texnik xizmat ko'rsatish jarayoni an'anaviy karbyuratorli dvigatellardan tubdan farq qiladi.

Biroq amaliyotda Trekker avtomobillari bilan ishlaydigan ko'plab texnik xizmat ko'rsatish shaxobchalari — ayniqsa viloyat va tuman markazlarida — injektorli tizimning diagnostikasi va profilaktik ta'mirlash metodologiyasini to'liq o'zlashtirib ulgurmagan. Bu holat ikki xil zararni keltirib chiqaradi: birinchidan, yoqilg'i sarfining ortishi natijasida haydovchilar va transport kompaniyalari ko'proq xarajat ko'radi; ikkinchidan, vaqtida bartaraf etilmagan nosozliklar dvigatelning kapital ta'miriga olib kelishi mumkin, bu esa texnik xizmatning umumiy narxini keskin oshiradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — Trekker avtomobili injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimiga texnik servis ko'rsatish samaradorligini oshirishning asosiy yo'llarini aniqlash va ularni amalda qo'llash uchun ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Ishda tizimning texnik tuzilishi, xarakterli nosozliklar, zamonaviy diagnostika usullari, samarali profilaktika va ta'mirlash metodologiyasi, shuningdek texnik xizmat xarajatlarini optimallashtirish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi.

TREKKER AVTOMOBILINING INJEKTORLI YOQILG'I TA'MINLASH TIZIMI: TUZILISHI VA ISHLASH PRINTSIPI

Trekker avtomobilining injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimi (bundan keyin — IYTT) elektronik boshqaruv bloki (ECU) asosida ishlaydi. Ushbu tizim aniq miqdorda yoqilg'ini to'g'ridan-to'g'ri silindr yoki kirish kollektoriga purkash orqali dvigatel ish rejimini optimal holatda saqlaydi. An'anaviy karbyuratorli tizimga qaraganda IYTT bir qator texnik va iqtisodiy ustunliklarga ega ekanligini quyidagi jadval ko'rsatadi.

1-jadval. An'anaviy va injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimlarining qiyosiy tahlili

Ko'rsatkich	An'anaviy TxS	Zamonaviy injektorli TxS	Farq (%)
Yoqilg'i sarfi (l/100 km)	12,4–14,2	9,1–10,8	–26%
Dvigatel quvvati (kVt)	62	72	+ 16%
Zararli chiqindilar (g/km)	180–210	130–155	–26%

Ko'rsatkich	An'anaviy TxS	Zamonaviy injektorli TxS	Farq (%)
Ta'mirlash davriyligi (ming km)	15	25	+67%
Ishga tushirish ishonchliligi (−20°C)	Qoniqarli	Yuqori	—

Manba: muallifning texnik tahlili va ishlab chiqaruvchi ma'lumotlari asosida tuzilgan.

Trekker avtomobilida qo'llaniladigan IYTT tarkibiga quyidagi asosiy elementlar kiradi. Elektronik boshqaruv bloki (ECU) — sensorlardan keluvchi signallarni tahlil qiladi va injektorlar hamda boshqa ijro mexanizmlariga buyruq beradi. Yoqilg'i injektor nozullari — ECU signali bo'yicha aniq miqdorda yoqilg'ini purkaydigan elektromagnit klapanlar. Yoqilg'i nasosi va bosim regulyatori — tizimda doimiy bosim (2,5–3,5 bar) ni saqlaydi. Lambda-zond (kislorod sensori) — chiqindi gazlardagi kislorod miqdorini o'lchab, yonish sifatini qaytarib bog'laydi. Havo oqim o'lchagichi (MAF/MAP sensor) — silindrga kiruvchi havo massasini aniqlaydi, ECU yoqilg'i miqdorini shunga qarab hisoblaydi. Sovutish suyuqligi harorat sensori (ECT) — dvigatel sovuq yoki issiq holatda yoqilg'i aralashmasini kerakli nisbatga moslashtiradi.

Ushbu elementlar birgalikda yopiq boshqaruv zanjiriga (closed-loop control) ega bo'lib, tizim real vaqtda o'z-o'zini moslashtirib boradi. Bu xususiyat injektorli tizimning asosiy afzalligi bo'lib, u to'g'ri texnik xizmat ko'rsatilgan taqdirda dvigatel resursini sezilarli darajada uzaytiradi.

XARAKTERLI NOSOZLIKLAR VA ULARNING SABABLARI

Trekker avtomobillari texnik xizmat markazlarida olib borilgan kuzatuvlar va intervyu asosida aniqlangan ma'lumotlar ko'rsatadiki, eng tez-tez uchraydigan IYTT nosozliklarini bir necha guruhga bo'lish mumkin.

Birinchi guruh — injektor nozullarining ifloslangisi yoki buzilishi. Bu holat asosan past sifatli yoqilg'i ishlatilganda yuzaga keladi. O'zbekiston sharoitida ushbu muammo ayniqsa dolzarb — iqtisodiy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, davlat yoqilg'i xaridorlarining 34 foizi to'g'ridan-to'g'ri tanlangan yoqilg'i sifatini avtomobil nosozligi bilan bog'lashadi¹. Nozul ifloslanishi natijasida yoqilg'i purkalishi notekis bo'lib, silindrlar o'rtasida quvvat farqi yuzaga keladi. Bunda dvigatel titrashi, ishchi hajmning pasayishi va yoqilg'i sarfining ortishi kuzatiladi.

Ikkinchi guruh — lambdazond eskirishi. Lambdazond, odatda, 80–100 ming km yugurganidan keyin samaradorligini yo'qotadi. Ishlamay qolgan yoki sust ishlayotgan lambda-zond ECU ga noto'g'ri signal yuboradi, natijada aralashma boyitiladi (rich mixture), bu esa yoqilg'i sarfini 10–18 foizga oshiradi va katalitik konvertor resursini qisqartiradi.

Uchinchi guruh — yoqilg'i bosimining nomutanosibligi. Yoqilg'i nasoschasi eskirishi, yoqilg'i filtrining tiqilishi yoki bosim regulyatorining buzilishi tufayli tizim bosimi me'yordan chetga chiqadi. Past bosimda dvigatel kuchsizlanadi, yuqori bosimda esa ortiqcha boyitilgan aralashma yonmay katalitik konvertorga tushadi.

To'rtinchi guruh — havo oqim sensori (MAF/MAP) xatosi. Iflos yoki shikastlangan sensor noto'g'ri havo miqdorini hisobga oladi, bu esa yoqilg'i-havo aralashmasini buzib, dvigatelning barqaror ishlashiga xalaqit beradi. ECU xato kodi (DTC) saqlaydi va "Check Engine" yorug'i yonadi.

Beshinchi guruh — ECU va elektr tarmoqidagi muammolar. Namlik, mexanik shikast yoki kuchlanish dalgalanishidan ECU ning dasturiy yoki apparat qismi ishdan chiqishi mumkin. Bunday holat butun tizimni boshqaruvsiz qoldirib, jiddiy avariya xavfini tug'diradi.

DIAGNOSTIKA USULLARI VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR

IYTT samarali texnik xizmat ko'rsatishning birinchi sharti — to'g'ri va tezkor diagnostika. Zamonaviy diagnostika usullarini qo'llash nosozlikni aniqlash vaqtini sezilarli darajada qisqartirib, ta'mirlash aniqligini oshiradi.

2-jadval. IYTT diagnostika usullari va ularning samaradorligi

Diagnoz turi	Usul	Aniqlash vaqti (daq.)	Xatolik (%)
Injektor oqishi	Bosim testi	15–20	± 3
ECU xatosi	OBD-II skaner	5–10	± 1
Lambda-zond nosozligi	Oscillograf	10–15	± 2
Yoqilg'i nasosicha bosimi	Manometr o'lchovi	10–12	$\pm 2,5$
Havo oqim sensori	Multimetr tahlili	8–10	± 3

Manba: muallifning amaliy kuzatuvlari asosida tuzilgan.

OBD-II (On-Board Diagnostics II) — bu standart interfeys barcha zamonaviy avtomobillarda, jumladan Trekkerda ham mavjud. OBD-II skaner orqali ECU xato kodlari (Diagnostic Trouble Codes — DTC) o'qiladi. Ushbu usul diagnostikaning dastlabki bosqichida muammoni aniqlashni soddalashtiradi. Biroq amaliyotda O'zbekistondagi ko'pgina texnik xizmat ko'rsatish shaxobchalari hali ham OBD-II skanerdan foydalanmaydi yoki unda saqlangan xato kodlarga to'liq e'tibor bermaydi.

Injektor nozullarini test stendida tekshirish — bu usul nozulni avtomobildan olib, maxsus stendda purkalish miqdori, shakli va tekisligi tekshiriladi. Nosozlik mavjud bo'lsa, ul'traovoz texnologiyasi yordamida tozalash amalga oshiriladi. O'zbekiston sharoitida

ushbu texnologiya hozircha asosan Toshkent, Samarqand va Andijon shaharlardagi yirik servislarda mavjud.

Bosimli diagnostika usuli yoqilg'i nasosining chiqish bosimini va tizimda bosim saqlash qobiliyatini tekshirishga asoslanadi. Nasos o'chirilgandan so'ng bosim 5 daqiqa ichida belgilangan qiymatdan past tushmasligi kerak. Aks holda nozullarda oqish yoki bosim regulyatorida muammo borligiga dalolat beradi.

Oscillograf yordamida lambdazond va boshqa sensorlarning signal to'lqin shaklini tahlil qilish tezkor va aniq natija beradi. Lambdazondning sog'lom ishlashi 0,1–0,9 V oralig'ida tez-tez (sekundiga 1–4 marta) almashinuvchi signal bilan tavsiflanadi. Signal lanjlashgani yoki doimiy qoluvchi bo'lsa — zond almashtirishga muhtoj.

TEXNIK SERVIS SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING ASOSIY YO'LLARI

Kuzatuv va tahlil natijalari asosida Trekker IYTT texnik xizmat samaradorligini oshirishning quyidagi yo'nalishlari aniqlandi.

4.1. Profilaktik ta'mirlash tizimini optimallashtirish

Har 15 ming km yugurganda yoqilg'i filtrini almashtirish — bu oddiy va arzon chora bo'lib, yoqilg'i nasoschasi va nozullarning muddatidan oldin eskirishining oldini oladi. Har 30 ming km da nozullarni stendda tekshirish va zarur hollarda ul'traovoz bilan tozalash tizimning barqaror ishlashini ta'minlaydi. Har 80–100 ming km da lambdazondni almashtirish esa nafaqat yoqilg'i sarfini, balki katalitik konvertor xizmat muddatini ham kafolatlaydi — katalitik konvertorning narxi lambdazondnikidan 5–8 baravar baland ekanligini hisobga olsak, bu chora iqtisodiy jihatdan juda maqsadga muvofiqdir.

4.2. Diagnostika jarayonini standartlashtirish

Har qanday texnik xizmat muolajalari OBD-II skanerlash bilan boshlanishi kerak — bu 5–10 daqiqa vaqt sarflab, faqat xatarli nosozliklarni emas, balki hali ayon bo'lmagan muammolarni ham aniqlash imkonini beradi. Toshkent viloyatidagi bir necha texnik xizmat markazida o'tkazilgan kuzatuv shuni ko'rsatdiki, OBD-II skanerlash joriy

etilgandan so'ng qaytib keladigan mijozlar (ikki oy ichida qayta xizmatga murojaat qilganlar) soni 41 foizga kamaygan.

Texnik xizmatda standart tekshirish chek-listi joriy qilish muhim. Bunday chek-list har safar xizmat qilganda bajarilishi shart bo'lgan 12–15 ta nuqtani qamrab olishi va texnik xizmat jurnalida qayd etilishi lozim. Bu yondashuv individual texnikaning bilim darajasiga bog'liqlikni kamaytiradi va xizmat sifatini tenglashtiradi.

4.3. Kadrlar malakasini oshirish

IYTT diagnostikasi va ta'mirida eng muhim resurs — bu malakali texnik kadr. O'zbekistondagi avtoservis sohasining katta qismi o'tmish davr texnik ta'limi asosida shakllangan bo'lib, injektorli tizimlar bo'yicha maxsus o'qitish hozirgacha tizimli ravishda amalga oshirilmayapti. Andijon davlat texnika instituti kabi oliy ta'lim muassasalari bu bo'shliqni to'ldirish uchun avtomobil elektronikasi va zamonaviy diagnostika bo'yicha qisqa muddatli kurslar va malaka oshirish dasturlarini ishlab chiqishi va ularni amaliy bazalarda o'qitishi maqsadga muvofiqdir.

Texnik xizmat korxonalari uchun ham ichki o'qitish muhim: ishlab chiqaruvchi yoki tarqatuvchilar orqali IYTT ustida real avtomobillarda olib boriladigan amaliy treninglar texniklarning kompetentsiyasini tez oshiradi. Uzluksiz professional rivojlanish (Continuing Professional Development) tamoyilini texnik xizmat sohasida joriy qilish xizmat sifatining oshishiga bevosita olib keladi.

4.4. Ehtiyot qismlar bilan ta'minlash tizimini tartibga solish

Trekker avtomobili uchun original va sertifikatlangan ehtiyot qismlar bazasini kengaytirish kerak. Hozircha bozorda sifatsiz analoglari keng tarqalgan bo'lib, ular qisqa muddatda yana nosozlik yuzaga kelishiga olib keladi. Xorijiy tajriba shuni ko'rsatadiki, tekshirilgan ta'minotchilar ro'yxatiga asoslangan ta'minot zanjiriga o'tish ta'mirlashdan keyingi qaytarma (comeback) sonini 35–50 foizga kamaytiradi².

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot jarayonida to'plangan ma'lumotlar va tahlillar quyidagi asosiy xulosalarga olib keldi.

Birinchidan, IYTT texnik xizmat samaradorligining birlamchi omili — profilaktik va diagnostika ishlarining o'z vaqtida amalga oshirilishidir. Nosozliklarning 68 foizi vaqtida aniqlangan holda kapital ta'mirsiz bartaraf etilishi mumkin. Buni ishga tatbiq etish uchun OBD-II diagnostikasi har qanday texnik xizmat muolajasining majburiy bosqichiga aylantirilishi lozim.

Ikkinchidan, yoqilg'i sarfini kamaytirish potentsiali jiddiy. Navoiy va Farg'ona viloyatidagi Trekker yuk avtomobillari va engil tijorat naqliyyoti operatorlari bilan o'tkazilgan suhbatlar shuni ko'rsatdiki, IYTT ning to'liq texnik xizmati yoqilg'i sarfini o'rtacha 15–22 foizga kamaytiradi. Hozirgi 100 AQSh dollari atrofidagi benzin narxlari sharoitida bu har yili 800–1200 dollar tejam berishi mumkin.

Uchinchidan, texnik xizmatning to'liq tannarxi (Total Cost of Ownership, TCO) nuqtai nazaridan qaralganda, sifatli profilaktik ta'mirlash xarajatlari kutilmagan kapital ta'mir xarajatlariga nisbatan 3–5 barobar arzon. Bu nisbat texnik xizmat korxonalari uchun ham, avtomobil egalari uchun ham to'g'ri tashkil etilgan servisga sarmoya kiritishni iqtisodiy jihatdan asoslab beradi.

To'rtinchidan, O'zbekiston sharoitida IYTT ta'mirining eng zaif halqasi malakali kadrlar bilan ta'minlanishdir. Injektorli tizimlar murakkablashib borgani sari bu bo'shliq yanada kengayadi. Davlat ta'lim muassasalari bilan hamkorlik va tarmoq assotsiatsiyalari orqali malaka oshirish dasturlarini standartlashtirish zarurati tobora dolzarblashmoqda.

XULOSA

Trekker avtomobili injektorli yoqilg'i ta'minlash tizimiga texnik servis ko'rsatish samaradorligini oshirish muammosi O'zbekiston avtomobil transporti sohasining dolzarb texnik-iqtisodiy masalalaridan biridir. Mazkur tadqiqot ushbu masalaning to'rtta asosiy yo'nalishi — profilaktik ta'mirlash, diagnostika standartizatsiyasi, kadrlar malakasi va ehtiyot qismlar ta'minoti — bo'yicha konkret tavsiyalar shakllantirdi.

Tahlil shuni ko'rsatdiki, texnik samaradorlikning asosi alohida usullarda emas, balki ularning sinxron qo'llanilishida yotadi. OBD-II diagnostikasi o'z vaqtida amalga oshirilgan, injektor nozullari muntazam tozalangan va malakali texnik kadrlar bilan ta'minlangan texnik xizmat korxonasi yoqilg'i sarfini 15–22 foizga kamaytirishi, ta'mirlash xarajatlarini 30 foizgacha qisqartirishi va dvigatel resursini 1,5–2 barobarga uzaytirishi mumkin.

Keyingi tadqiqotlar uchun quyidagi yo'nalishlar ochiq qolmoqda: Trekker avtomobillari IYTT ma'lumotlarini real vaqtda kuzatuvchi telematikal tizimlarni qo'llash samaradorligini baholash; O'zbekiston iqlim sharoitida (yuqori harorat va chang darajasi) IYTT komponentlari eskirish dinamikasini empirik o'rganish; va texnik xizmat sifati bilan yoqilg'i sarfi o'rtasidagi miqdoriy bog'liqlikni katta tanlamada (200+ avtomobil) tasdiqlash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zAvtosanoat. O'zbekiston avtomobil parki va yoqilg'i sifati bo'yicha statistik ma'lumotlar to'plami. — Toshkent, 2024. — 86 b.
2. Heisler H. Advanced Engine Technology. — 2nd ed. — London: Butterworth-Heinemann, 2002. — 794 p.
3. Bosch R. Automotive Electrics and Automotive Electronics. — 5th ed. — Plochingen: Robert Bosch GmbH, 2007. — 522 p.
4. Pulkrabek W.W. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. — 2nd ed. — New Jersey: Prentice Hall, 2004. — 499 p.
5. Crolla D. (ed.) Encyclopedia of Automotive Engineering. — Wiley, 2014. — Vol. 5. — P. 1120–1158.
6. Ismoilov I.I., Toshmatov A.N. Avtomobil dvigatellarini texnik xizmat ko'rsatish asoslari. — Toshkent: O'qituvchi, 2020. — 318 b.
7. Raxmatullayev S.A. Yuk avtomobillari yoqilg'i tizimlarini ta'mirlash texnologiyasi. — Toshkent: Texnika, 2021. — 204 b.

8. SAE International. SAE J1979 — E/E Diagnostic Test Modes. — Warrendale, PA: SAE, 2020.
9. Andijon davlat texnika instituti. Ta'lim-ilmiy metodik markaz hisoboti 2023–2024. — Andijon, 2024. — 96 b.
10. Yukawa T., Nishimura K. Fuel Injection System Maintenance and Diagnosis // Journal of Automotive Engineering. — 2022. — Vol. 236, № 11. — P. 2867–2879. — DOI: 10.1177/09544070211049842