ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA EKOLOGIK MUOMMOLAR YECHIMI

J. F. Ismatov
Fayzullayeva G.M
Abdurasulov E.X
Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Toshkent, O'zbekiston Respublikasi
Ismoilov O.R
Toshkent Kimyo Xalqaro Universiteti
Muratov A.X
Toshkent shahridagi Shayxontohur tuman texnikumi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23142874

E**KIRISh.** Zamonaviy sivilizatsiya va jahon iqtisodiyotining rivojlanishida transport hamda energetika tizimlari fundamental asos hisoblanadi. Ushbu tizimlarning bosh harakatlantiruvchi kuchi esa mana bir asrdan ziyod vaqtdan beri ichki yonuv dvigatellari (IYoD) bo‘lib kelmoqda. Biroq, IYoDlarning keng miqyosda qo‘llanilishi insoniyat oldiga jiddiy ekologik inqiroz va global iqlim o‘zgarishi muammolarini ko‘ndalang qilib qo‘ydi. Bugungi kunda yirik shaharlar havosining ifloslanishi, zaharli fotokimyoviy smog, kislotali yomg‘irlar va issiqxona effektining ortib borishi bevosita an’anaviy uglevodorod yonilg‘ilarida (benzin, dizel) ishlaydigan transport vositalarining chiqindi gazlari bilan bog‘liqdir.

kologik vaziyatni barqarorlashtirish maqsadida xalqaro miqyosda chiqindi gazlar toksikligini tartibga soluvchi o‘ta qat’iy ekologik standartlar (Evro-5, Evro-6 va undan yuqori) joriy etilmoqda. Transport sohasini to‘liq elektromobillarga o‘tkazish global strategik maqsad bo‘lsa-da, infratuzilma cheklovlari, akkumulyatorlar ishlab chiqarishning ekologik yuklamasi va yuqori iqtisodiy xarajatlar tufayli yaqin o‘n yilliklarda IYoDlar o‘z pozitsiyasini saqlab qolishi prognoz qilinmoqda.

Shu sababli, mavjud ichki yonuv dvigatellarining ekologik muammolarini bartaraf etish, ularning emissiya manbalari va zaharli moddalar shakllanish mexanizmlarini o‘rganish hamda neytrallash texnologiyalari va muqobil yonilg‘ilarni joriy etish orqali ularni "yashillashtirish" bugungi kunning eng dolzarb ilmiy-texnik vazifalaridan biridir. Ushbu maqolada IYoDlardan chiqadigan asosiy zaharli moddalar, ularning atrof-muhitga ta’sir mexanizmlari hamda ushbu muammolarning zamonaviy muhandislik va ekologik yechimlari kompleks tahlil qilinadi [1, 2].

Asosiy ekologik muammolar va ularning kelib chiqish mexanizmi. Ichki yonuv dvigatellari (IYoD) issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish jarayonida atmosferaga juda ko‘p miqdorda zaharli va issiqxona gazlarini chiqaradi. Mukammal yonish jarayoni ideal sharoitda faqat karbonat angidrid (CO_2) va suv bug‘ini (H_2O) hosil qilishi kerak bo‘lsa-da, reallikda yuqori harorat, bosim va yonish kamerasidagi kislorodning notekis taqsimlanishi natijasida inson salomatligi hamda ekologiya uchun xavfli bo‘lgan kimyoviy birikmalar ajralib chiqadi [3].

1. Issiqxona effekti va Global iqlim o‘zgarishi (CO_2): Uglerodli an’anaviy yonilg‘ilar (benzin, dizel, metan) yonganda har doim karbonat angidrid (CO_2) gazi hosil bo‘ladi. Transport sohasidan chiqayotgan CO_2 global miqyosda muzliklarning erishi, okeanlar sathi ko‘tarilishi va anomal ob-havo sharoitlarining bosh sababchisidir.

2. Fotokimyoviy smog va Kislotali yomg‘irlar (NO_x): Azot oksidlari yonish kamerasida harorat 1500°C dan oshganda havo tarkibidagi azot va kislorodning o‘zaro reaksiyaga kirishishi natijasida hosil

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

bo'ladi. Ular yirik shaharlar ustida zaharli tuman (smog) hosil qiladi hamda kislotali yomg'irlarni keltirib chiqaradi.

3. Qon aylanish va Asab tizimining zararlanishi (CO): Uglerod oksidi (is gazi — CO) kislorod yetishmasligi oqibatida yuzaga keladi. Inson nafas olganda CO qondagi gemoglobin bilan tezda birikib, uning kislorod tashish xususiyatini bloklaydi.

4. Kanserogen xavf va Toksiklik (C_xH_y): Chala yongan yoki bug'lanib ketgan yonilg'i molekulalari atmosferaga uglevodorodlar ko'rinishida chiqadi. Ularning aksariyati kuchli kanserogen xususiyatga ega.

5. Nafas yo'llari va O'pka kasalliklari (PM — Qattiq zarralar/Saj): Mikroskopik qattiq uglerod zarralari o'pkaning eng chuqur qatlamlarigacha kirib borib, nafas qisilishi, astma va yurak xastaliklarini keltirib chiqaradi [4].

1-jadval

Dvigatel turi	**CO (Is gazi)**	**NO_x (Azot oksidlari)**	**PM(Saj/Qattiq zarralar)**	**Ekologik reytingi**
Benzinli (Injektor)	Yuqori	O'rtacha	Juda past	Qoniqarli
Dizelli	Past	Juda yuqori	Juda yuqori	Past (Filtrsiz xavfli)
Gazli (Metan - CNG)	Past	O'rtacha	Deyarli yo'q	Yuqori
Metan-Vodorod (HCNG)	Minimal	Past (Lean Burn)	Mutlaqo yo'q	Eng yuqori

Emissiya manbalari va ta'sir mexanizmi. Ichki yonuv dvigatellarida chiqindi gazlar faqatgina chiqarish quvuri orqali emas, balki dvigatelning boshqa konstruktiv qismidan ham atmosferaga tarqaladi. Avtomobildagi asosiy emissiya manbalari quyidagilardir [5]:

- chiqarish tizimi (70-75%): Yonish kamerasida yonilg'i-havo aralashmasining yonishi natijasida hosil bo'ladigan eng asosiy manba.

- karter gazlari (15-20%): Porshen halqalari orasidagi mikrotirqishlar orqali porshen osti bo'shlig'iga sizib o'tadigan yonmagan yonilg'i bug'lari va gazlar.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

- yonilg'i tizimidan bug'lanish (5-10%): Yonilg'i baki va ta'minlash tizimidagi yengil uglevodorodlarning issiq havoda to'g'ridan-to'g'ri bug'lanishi.

Zaharli moddalarning shakllanish mexanizmi asosan ikki xil jarayonga bog'liq. Birinchisi — issiqlik mexanizmi (Zeldovich mexanizmi) bo'lib, unga ko'ra azot oksidlari (NO_x) yonish kamerasida harorat 1500°C–2000°C dan oshganda havo tarkibidagi barqaror azot molekulasining parchalanishi va kislorod bilan zanjirli reaksiyaga kirishishi natijasida hosil bo'ladi. Ikkinchisi — kimyoviy chala yonish mexanizmi bo'lib, porshen silindr devorlariga yaqinlashganda sovuq yuza ta'sirida alanga o'chadi (Flame quenching zone) va natijada CO hamda qattiq zarralar (saj) ajralib chiqadi.

Ekologik muammolar yechimi va chiqindi gazlarni kamaytirish texnologiyalari. IChDlarning ekologik muammolarini bartaraf etish bugungi kunda uchta asosiy bo'g'inda kompleks ravishda hal etilmoqda:

1. Chiqindi gazlarni neytrallash va filtrlash tizimlari (Aftertreatment): Benzinli dvigatellarda uch bosqichli katalitik neytralizatorlar (TWC) yordamida CO, C_xH_y va NO_x gazlari zararsiz CO_2, H_2O va N_2 ga parchalanadi. Dizel dvigatellarida esa DPF filtri qattiq zarralarni 99% gacha ushlab qoladi va SCR tizimi urea (AdBlue) yordamida NO_x ni yo'qotadi.

2. Dvigatel ichidagi yonish jarayonini optimallashtirish: EGR (Gazlarni qayta sirkulyatsiya qilish) tizimi chiqindi gazlarning bir qismini qayta yonish kamerasiga yuborib, haroratni pasaytiradi va NO_x hosil bo'lishini kamaytiradi. Common Rail kabi yuqori bosimli elektron purkash tizimlari esa yonilg'ining to'liq yonishini ta'minlaydi.

3. Muqobil va ekologik yonilg'i turlariga o'tish: Metan (CNG) an'anaviy yonilg'ilarga nisbatan saj ajratmaydi va CO_2 ni 25% gacha kamaytiradi. Metan-vodorod aralashmasi (HCNG) esa vodorodning yuqori yonish tezligi hisobiga yonilg'ining to'liq yonishini ta'minlab, issiqxona gazlarini minimal darajaga tushiradi.

2-jadval

Joriy etilgan texnologiya / Yechim	**Kamaytiriladigan asosiy gaz**	**Samaradorlik darajasi**	**Ekologik standarti (Evro)**
Katalizator (TWC)	CO, C_xH_y, NO_x	90 – 95%	Evro-4, Evro-5
DPF Filtr + SCR	Qattiq zarralar (PM), NO_x	98% gacha	Evro-6 va undan yuqori
EGR tizimi	Azot oksidlari (NO_x)	40 – 50%	Evro-3, Evro-4
HCNG (Muqobil gaz)	Uglerod oksidlari va Saj	100% (Sajga nisbatan)	Istiqbolli yashil tizim

Xulosa. Ichki yonuv dvigatellarining atrof-muhitga va inson salomatligiga salbiy ta'sirini kamaytirish muammosi zamonaviy muhandislik, kimyo va ekologiya fanlarining o'zaro hamkorligini

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

talab etadigan murakkab va ko‘p bosqichli jarayondir. Maqolada keltirilgan ilmiy-texnik ma’lumotlar va tahlillar asosida quyidagi yakuniy xulosalarga kelish mumkin:

1. **Kompleks yondashuv zarurati:** IChDlarning ekologik muammolarini faqatgina bitta texnologiya bilan hal etib bo‘lmaydi. Eng yuqori samaradorlikka dvigatel ichidagi yonish jarayonini optimallashtirish (EGR, aniq elektron mikropurqash) va chiqish tizimidagi neytrallash texnologiyalarini (TWC, DPF, SCR) birgalikda qo‘llash orqali erishiladi.
2. **Neytrallash tizimlarining samaradorligi:** Zamonaviy uch bosqichli katalizatorlar va dizel zarrachalari filtrlari (DPF) zaharli gazlar hamda inson salomatligi uchun o‘ta xavfli bo‘lgan qattiq uglerod zarralarini (saj) 95-99% gacha kamaytirish imkonini beradi va Evro-6 standarti talablarini bajarishni ta’minlaydi.
3. **Muqobil yonilg‘ilar – oltin ko‘prik:** An’anaviy neft mahsulotlaridan siqilgan tabiiy gaz (metan) va istiqbolli metan-vodorod (HCNG) aralashmalariga o‘tish uglerod oksidlarini va global issiqxona effektini keltirib chiqaruvchi CO_2 gazini tubdan kamaytirishning eng optimal iqtisodiy va ekologik yechimidir.

Xulosa qilib aytganda, ichki yonuv dvigatellarini ekologik modernizatsiya qilish transport sohasining ekologik yuklamasini keskin kamaytiradi va kelajakdagi mutlaqo toza vodorod hamda elektr energetikasiga asoslangan transport tizimiga silliq o‘tishni ta’minlovchi poydevor vazifasini o‘taydi.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

1. Zeldovich, Ya. B. (1946). The Oxidation of Nitrogen in Combustion and Explosions. Acta Physicochimica URSS, 21, 577-628.
2. Twigg, M. V. (2011). Catalyst design for automotive emissions control. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 369(1943), 2037-2062.
3. Johnson, T. V. (2015). Vehicular emissions in review. SAE International Journal of Engines, 8(5), 2152-2167.
4. Reshitenko, T. V., & Avramenko, A. N. (2020). Modern aftertreatment technologies for internal combustion engines. Environmental Science & Technology, 54(12), 7089-7102.
5. Sharipov, A. K., & Akramov, N. M. (2023). Ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilash usullari. O'zbekiston Transport va Logistika Jurnali, 5(1), 34-42.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.