ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ICHKI YONUV DVIGATELLARINING EKOLOGIK SAMARADORLIGINI TAHLILIY BAHOLASH

Eshdavlatov.E.U
Qarshi davlat texnika universiteti. Professor.
Jo‘raqobilov Mansur To‘ychi o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti magistranti
Email: mansurjuraqobilov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ichki yonuv dvigatellarining ekologik samaradorligi tahliliy jihatdan baholangan hamda transport vositalaridan atmosferaga chiqariladigan zararli emissiyalarning atrof-muhit va inson salomatligiga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot davomida dvigatel chiqindi gazlari tarkibidagi karbon monoksid (CO), azot oksidlari (NOx), uglevodorodlar (HC), karbonat angidrid (CO_2) va qattiq zarrachalar (PM) ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Shuningdek, Common Rail, EGR, DPF va SCR kabi zamonaviy ekologik texnologiyalarning zararli emissiyalarni kamaytirishdagi samaradorligi baholandi. Tadqiqot natijalari muqobil yoqilg‘ilar, jumladan CNG va vodorod yoqilg‘ilaridan foydalanish ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar ichki yonuv dvigatellarining ekologik xavfsizligini oshirish, energiya samaradorligini yaxshilash hamda atmosfera havosining ifloslanishini kamaytirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: ichki yonuv dvigateli, ekologik samaradorlik, emissiya, karbon monoksid, azot oksidlari, muqobil yoqilg‘i, ekologik texnologiyalar.

Аннотация. В данной статье выполнена аналитическая оценка экологической эффективности двигателей внутреннего сгорания, а также исследовано влияние вредных выбросов транспортных средств на окружающую среду и здоровье человека. В ходе исследования были проанализированы показатели оксида углерода (CO), оксидов азота (NOx), углеводородов (HC), диоксида углерода (CO_2) и твердых частиц (PM) в составе выхлопных газов двигателей. Кроме того, была оценена эффективность современных экологических технологий, таких как Common Rail, EGR, DPF и SCR, в снижении вредных выбросов. Результаты исследования показали, что использование альтернативных видов топлива, включая CNG и водородное топливо, играет важную роль в улучшении экологических показателей. Полученные результаты имеют важное научно-практическое значение для повышения экологической безопасности двигателей внутреннего сгорания, улучшения энергетической эффективности и снижения загрязнения атмосферного воздуха.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, экологическая эффективность, выбросы, оксид углерода, оксиды азота, альтернативное топливо, экологические технологии.

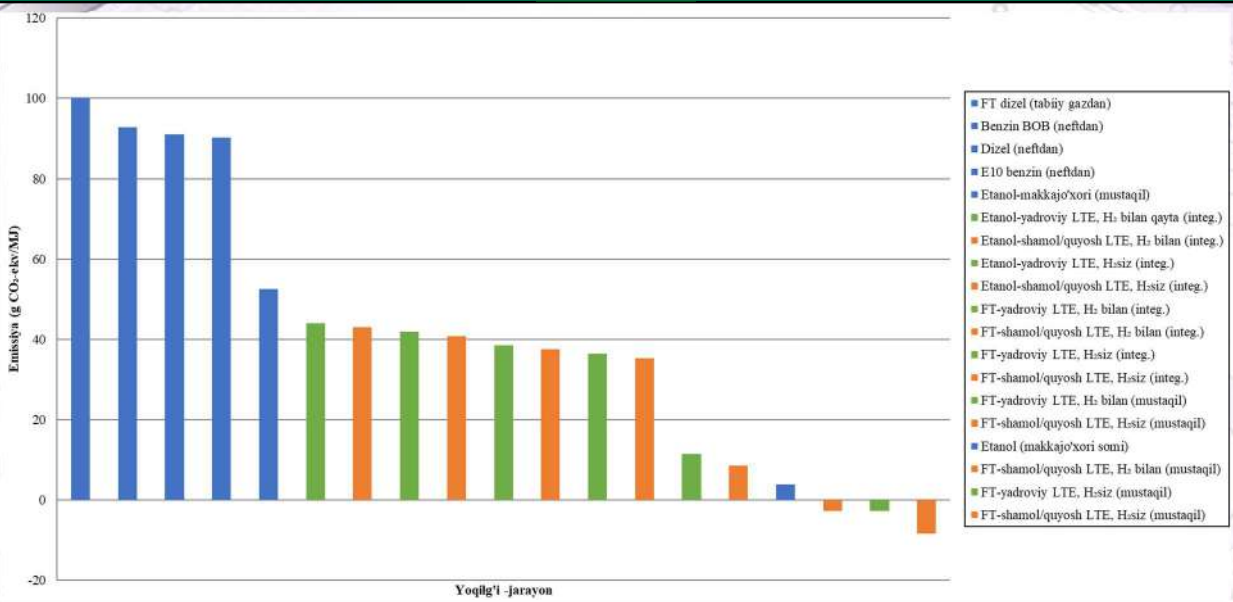
Abstract. This article presents an analytical assessment of the environmental performance of internal combustion engines and investigates the impact of harmful vehicle emissions on the environment and human health. The study analyzed the concentrations of carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx), hydrocarbons (HC), carbon dioxide (CO_2), and particulate matter (PM) in engine exhaust gases. In addition, the efficiency of modern environmental technologies such as Common Rail, EGR, DPF, and SCR systems in reducing harmful emissions was evaluated. The results demonstrated that the use of alternative fuels, including CNG and hydrogen fuel, plays an important role in improving environmental indicators. The obtained findings are of significant scientific and practical importance for enhancing the environmental safety of internal combustion engines, improving energy efficiency, and reducing atmospheric pollution.

Keywords: internal combustion engine, environmental performance, emissions, carbon monoxide, nitrogen oxides, alternative fuel, environmental technologies.

KIRISH.

Hozirgi davrda transport sektori jahon iqtisodiyotining strategik tarmoqlaridan biri sifatida jadal rivojlanib borayotgan bo‘lsa-da, ushbu sohaning ekologik holatga ta’siri global muammolardan biriga aylanmoqda. Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, atmosfera havosiga chiqarilayotgan karbonat angidrid gazining qariyb 24–27 % ulushi transport sektoriga to‘g‘ri keladi [4]. Shundan asosiy qismi ichki yonuv dvigatellari faoliyati bilan bog‘liq bo‘lib, transport vositalari tomonidan chiqariladigan uglerod oksidi (CO), azot oksidlari (NOx), uglevodorodlar (HC) va qattiq zarrachalar (PM) inson salomatligi hamda ekologik tizimlarga salbiy tasir ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, PM2.5 turidagi zarrachalar va NOx birikmalari yirik sanoatlashgan shaharlarda nafas olish tizimi kasalliklari, yurak-qon tomir xastaliklari va ekologik degradatsiyaning asosiy omillaridan biri sifatida qayd etilgan [7].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Turli yoqilg‘i manbalari asosida ichki yonuv dvigatellarining ekologik emissiya ko‘rsatkichlari

Bugungi kunda dunyo bo‘yicha avtomobillar soni 1,5 milliard donadan oshgan bo‘lib, ularning katta qismi ichki yonuv dvigatellari asosida ishlaydi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, an’anaviy benzin dvigatellarida chiqindi gaz tarkibida CO miqdori 1,0–3,5 %, HC miqdori 200–1200 ppm, NOx miqdori esa 200–1500 ppm oralig‘ida kuzatiladi [9]. Dizel dvigatellarida esa qattiq zarrachalar miqdori 0,02–0,15 g/km gacha yetishi mumkin. Ushbu ko‘rsatkichlar xalqaro ekologik me’yorlar, xususan Euro-5 va Euro-6 standartlari talablariga muvofiq ravishda keskin cheklanmoqda. Euro-6 standartiga ko‘ra, yengil avtomobillar uchun NOx emissiyasi dizel dvigatellarida 0,08 g/km, benzin dvigatellarida esa 0,06 g/km dan oshmasligi talab etiladi. Bu esa avtomobilsozlik sanoatida ekologik xavfsiz va energiya samarador texnologiyalarni joriy qilish zaruratini yuzaga keltirmoqda [3].

Ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilashda yonish jarayonini optimallashtirish, yoqilg‘i purkash tizimlarini takomillashtirish va chiqindi gazlarni neytrallash texnologiyalarini qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi [10]. Zamonaviy Common Rail tizimlari yoqilg‘ini 180–250 MPa bosim ostida nozik purkash imkonini berib, yonish samaradorligini oshiradi hamda NOx va PM emissiyalarini 25–40 % gacha kamaytiradi. Shuningdek, EGR tizimlari yonish haroratini pasaytirish orqali NOx miqdorini 30–50 % gacha qisqartirish imkonini beradi. Dizel zarracha filtrlari (DPF) qattiq zarrachalarning 85–95 % qismini ushlab qolsa, SCR texnologiyasi NOx chiqindilarini 70–90 % gacha kamaytirish samaradorligiga ega ekanligi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan [15].

Ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilashda muqobil yoqilg‘ilar ham muhim o‘rin tutadi. CNG yoqilg‘isidan foydalanish natijasida CO_2 chiqindilari 20–25 %, NOx emissiyasi 35–40 % gacha kamayadi. Vodorod yoqilg‘isi esa yonish

ISSN 3030-3907

mahsuloti sifatida deyarli faqat suv bug‘ini hosil qilishi bilan ekologik jihatdan istiqbolli energiya manbasi hisoblanadi. Shu bilan birga, gibrid va elektr transport vositalarining rivojlanishi transport tizimining ekologik barqarorligini ta’minlashda muhim bosqich sifatida qaralmoqda [1].

O‘zbekiston sharoitida ham transport vositalari sonining yildan-yilga ortib borishi atmosfera havosining ifloslanish darajasini oshirmoqda. Ayniqsa, Toshkent, Samarqand va boshqa yirik shaharlarda avtomobil transportining ekologik yuklamasi yuqori darajaga yetgan. Shu sababli ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini ilmiy asosda tahlil qilish, chiqindi gazlarni kamaytirishning innovatsion texnologiyalarini ishlab chiqish hamda energiya tejamkor ekologik xavfsiz dvigatel tizimlarini joriy etish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot ishida ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlari kompleks tahlil qilinib, chiqindi gazlarning hosil bo‘lish mexanizmlari, ularni kamaytirish texnologiyalari va zamonaviy ekologik standartlar asosida samaradorlik ko‘rsatkichlari o‘rganiladi. Tadqiqot natijalari ekologik xavfsiz transport tizimini shakllantirish, dvigatellarning energiya samaradorligini oshirish hamda atmosfera havosiga chiqariladigan zararli emissiyalarni kamaytirishga qaratilgan ilmiy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mazkur tadqiqot ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini tahliliy jihatdan o‘rganish va zararli chiqindilarni kamaytirish imkoniyatlarini baholashga qaratildi. Tadqiqot davomida nazariy tahlil, eksperimental kuzatuv va statistik ishlov berish usullaridan foydalanildi. Dastlab ichki yonuv dvigatellarining ekologik samaradorligi bo‘yicha mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar, xalqaro ekologik standartlar hamda zamonaviy texnologiyalar tahlil qilindi [2, 6, 12].

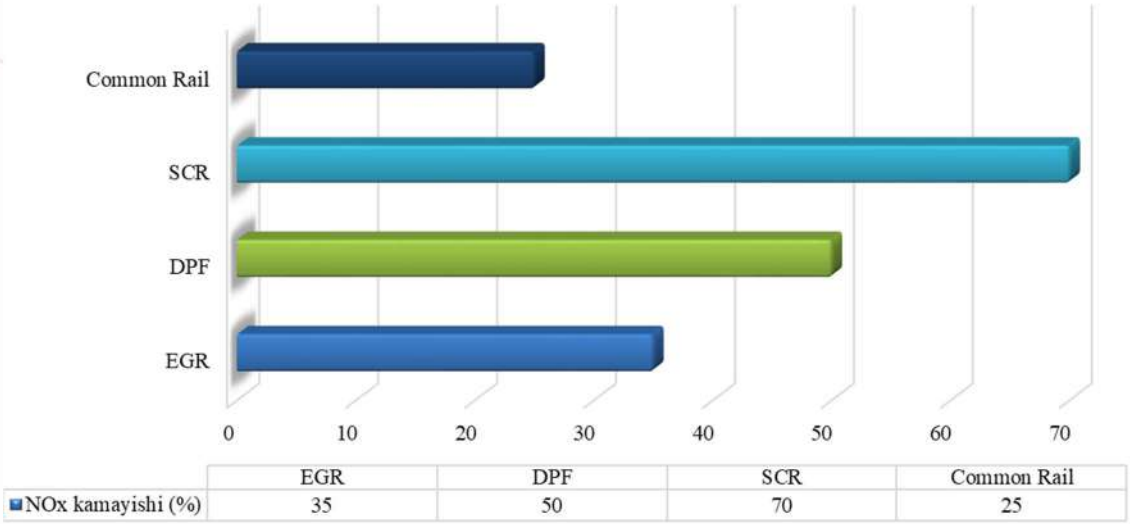
Eksperimental tadqiqotlarda dvigatel chiqindi gazlari tarkibidagi karbon monoksid (CO), azot oksidlari (NOx), uglevodorodlar (HC), karbonat angidrid (CO_2) va qattiq zarrachalar (PM) ko‘rsatkichlari gaz-analitik usullar yordamida baholandi. Shuningdek, turli yoqilg‘i turlarining ekologik samaradorligi hamda EGR, DPF, SCR va katalitik neytrallash tizimlarining chiqindi gazlarni kamaytirishdagi samaradorligi o‘rganildi [8].

Olingan natijalar solishtirma va statistik tahlil asosida qayta ishlanib, ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlari dvigatel turi, yoqilg‘i tarkibi hamda qo‘llanilgan texnologiyalarga bog‘liq holda sezilarli darajada o‘zgarishini ko‘rsatdi. Tahlillar natijasida an’anaviy benzin va dizel yoqilg‘ilarida ishlovchi dvigatellarda karbon monoksid (CO), azot oksidlari (NOx), uglevodorodlar (HC) hamda karbonat angidrid (CO_2) emissiyasi yuqori ko‘rsatkichlarga ega ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, dizel dvigatellarida qattiq zarrachalar (PM) miqdorining ortishi atmosfera havosi ifloslanishining asosiy omillaridan biri sifatida qayd etildi.

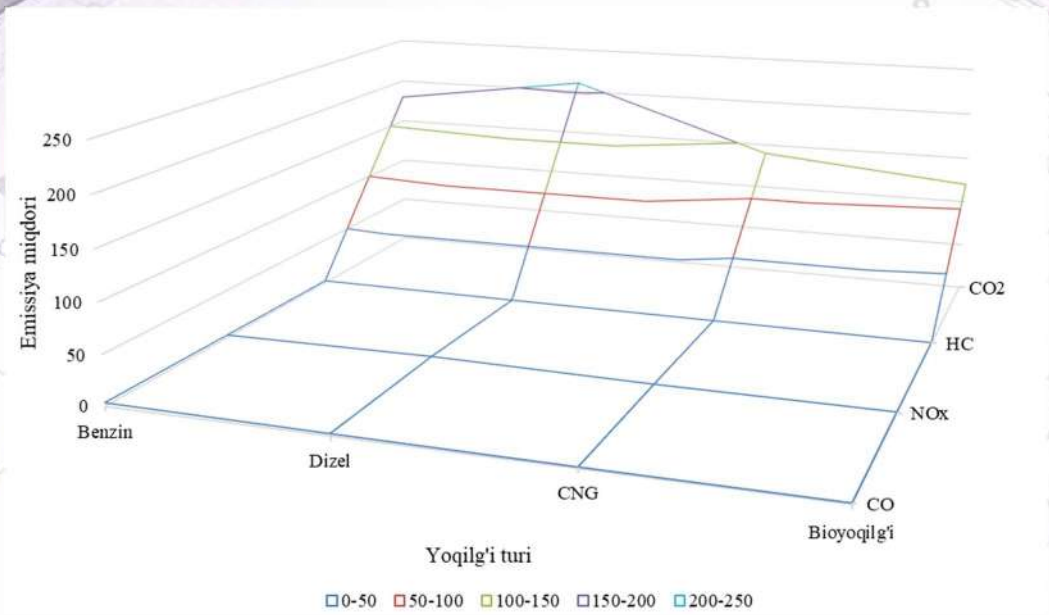


	EGR	DPF	SCR	Common Rail
NOx kamayishi (%)	35	50	70	25

1-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida qo‘llaniladigan ekologik texnologiyalarning samaradorlik tahlili

Eksperimental va tahliliy natijalar Common Rail, EGR, DPF va SCR kabi zamonaviy texnologiyalar chiqindi gazlarni kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, EGR tizimi NOx emissiyasini kamaytirishda, DPF texnologiyasi esa qattiq zarrachalarni ushlab qolishda muhim ahamiyat kasb etishi aniqlandi. SCR tizimidan foydalanish natijasida azot oksidlarining sezilarli darajada kamayishi kuzatildi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Turli yoqilg‘i turlarining ichki yonuv dvigatellari emissiyalariga ta’siri

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ichki yonuv dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilashda faqat dvigatel konstruksiyasini takomillashtirish yetarli emas, balki yoqilg‘i sifati, yonish jarayonini optimallashtirish va chiqindi gazlarni neytrallash texnologiyalarini kompleks qo‘llash muhim hisoblanadi. Shuningdek, muqobil yoqilg‘ilar va gibrid texnologiyalarni joriy etish atmosferaga chiqariladigan zararli emissiyalarni kamaytirish hamda ekologik barqaror transport tizimini rivojlantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.



3-rasm. Ichki yonuv dvigatellaridan atmosferaga chiqariladigan zararli moddalar ulushi

Olingan natijalar xalqaro tadqiqotlar bilan mos kelib, ichki yonuv dvigatellarining ekologik samaradorligini oshirishda zamonaviy texnologiyalar va karbon neytral yoqilg‘ilarning istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda ichki yonuv dvigatellarining ekologik samaradorligi tahliliy jihatdan baholanib, chiqindi gazlar tarkibidagi karbon monoksid (CO), azot oksidlari (NOx), uglevodorodlar (HC), karbonat angidrid (CO_2) va qattiq zarrachalar (PM) kabi zararli moddalar miqdori hamda ularning atrof-muhit va inson salomatligiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot natijalari an'anaviy benzin va dizel yoqilg'ilarida ishlovchi dvigatellarda zararli emissiyalar miqdori yuqori ekanligini, ayniqsa dizel dvigatellarida qattiq zarrachalar emissiyasi atmosfera havosining ifloslanishida muhim omil hisoblanishini ko'rsatdi. Shuningdek, ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilashda yoqilg'i sifati va yonish jarayonini optimallashtirish muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Tahlillar asosida Common Rail, EGR, DPF va SCR kabi zamonaviy ekologik texnologiyalar zararli chiqindilarni kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Bundan tashqari, CNG va vodorod kabi muqobil yoqilg'ilardan foydalanish issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirish hamda ekologik xavfsiz transport tizimini shakllantirishda istiqbolli yo'nalish ekanligi asoslandi. Olingan natijalar ichki yonuv dvigatellarining ekologik xavfsizligini oshirish, atmosfera havosining ifloslanishini kamaytirish va energiya samaradorligini yaxshilash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Heywood, J. B. (2018). Internal combustion engine fundamentals. New York: McGraw-Hill Education.
2. Stone, R. (2012). Introduction to internal combustion engines. London: Palgrave Macmillan.
3. Pulkrabek, W. W. (2014). Engineering fundamentals of the internal combustion engine. Boston: Pearson Education.
4. Liu, H., Yu, S., Wang, T., Li, J., & Wang, Y. (2024). A systematic review on sustainability assessment of internal combustion engines. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 194, 114245.
5. Ferguson, C. R., & Kirkpatrick, A. T. (2015). Internal combustion engines: Applied thermosciences. New York: Wiley.
6. Rakopoulos, C. D., & Giakoumis, E. G. (2009). Diesel engine transient operation: Principles of operation and simulation analysis. London: Springer.
7. Bosch, R. (2018). Diesel-engine management: Systems and components. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
8. Zhao, H. (2019). Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Cambridge: Woodhead Publishing.

ISSN 3030-3907

9. Reitz, R. D., & Duraisamy, G. (2015). Review of high efficiency and clean reactivity controlled compression ignition (RCCI) combustion in internal combustion engines. Progress in Energy and Combustion Science, 46, 12–71.
10. International Energy Agency. (2023). Global EV outlook 2023. Paris: IEA Publications.
11. European Environment Agency. (2022). Air quality in Europe 2022 report. Copenhagen: EEA.
12. Turns, S. R. (2013). An introduction to combustion: Concepts and applications. New York: McGraw-Hill.
13. Eastwood, P. (2020). Particulate emissions from vehicles. London: Wiley.
14. Karimov, Q. G., & Ergashev, A. A. (2021). Avtomobil dvigatellarining ekologik ko‘rsatkichlarini baholash usullari. Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim vazirligi.
15. Abdukarimov, B. A., & Tursunov, X. M. (2022). Transport vositalarida zararli emissiyalarni kamaytirish texnologiyalari. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.

ISSN 3030-3907