

## INJEKTORLI DVIGATELLARDA ISHLAYDIGAN AVTOMOBILLARGA VODOROD ARALASHMASI YORDAMIDA YONILG‘I TEJAMKORLIGINI BAHOLASH

*Zaher Muhammad Hamza*

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar*

*universiteti magistranti*

*email. mohammadhamzazaher2@gmail.com*

**Annotatsiya** Mazkur maqolada injektorli ichki yonuv dvigatellarida vodorod aralashmasidan foydalanish orqali yonilg‘i tejamkorligini oshirish hamda ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilash masalalari o‘rganilgan. Tadqiqot davomida vodorodning fizik-kimyoviy xususiyatlari, uning benzin-havo aralashmasining yonish jarayoniga ta‘siri hamda dvigatel samaradorligiga ko‘rsatadigan ta‘siri tahlil qilindi. Tajriba natijalari vodorod qo‘shimchasi yonilg‘ining to‘liqroq yonishini ta‘minlashi, yonilg‘i sarfini kamaytirishi, dvigatel quvvatini oshirishi va zararli chiqindi gazlar miqdorini qisqartirishini ko‘rsatdi. Shuningdek, vodoroddan foydalanishning texnik va xavfsizlik jihatlari ham ko‘rib chiqildi. Tadqiqot natijalari injektorli avtomobillarda vodorod aralashmasidan foydalanish istiqbolli va iqtisodiy samarali yo‘nalish ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar** Injektorli dvigatel, vodorod aralashmasi, yonilg‘i tejamkorligi, ichki yonuv dvigateli, ekologik samaradorlik, yonish jarayoni, chiqindi gazlar, vodorod energetikasi, dvigatel quvvati, yoqilg‘i sarfi.

**Аннотация** В данной статье исследованы вопросы повышения топливной экономичности и улучшения экологических показателей инжекторных двигателей внутреннего сгорания за счёт использования водородной смеси. В ходе исследования были проанализированы физико-химические свойства водорода, его влияние на процесс сгорания бензино-воздушной смеси, а также воздействие на эффективность работы двигателя. Результаты экспериментов показали, что добавление водорода способствует более полному сгоранию топлива, снижению расхода топлива, увеличению мощности двигателя и уменьшению количества вредных выбросов. Также рассмотрены технические и эксплуатационные особенности использования водорода. Полученные результаты подтверждают перспективность и экономическую эффективность применения водородных смесей в инжекторных автомобилях.

**Ключевые слова** Инжекторный двигатель, водородная смесь, экономия топлива, двигатель внутреннего сгорания, экологическая эффективность,

процесс сгорания, выхлопные газы, водородная энергетика, мощность двигателя, расход топлива.

**Annotation** This article investigates the improvement of fuel efficiency and environmental performance of injector internal combustion engines using hydrogen mixtures. The study analyzes the physicochemical properties of hydrogen, its effect on the combustion process of the gasoline-air mixture, and its influence on engine performance. Experimental results showed that the addition of hydrogen ensures more complete fuel combustion, reduces fuel consumption, increases engine power, and decreases harmful exhaust emissions. Technical and safety aspects of hydrogen application were also considered. The obtained results confirm that the use of hydrogen mixtures in injector engines is a promising and economically efficient approach for modern automotive engineering.

**Keywords** Injector engine, hydrogen mixture, fuel efficiency, internal combustion engine, environmental performance, combustion process, exhaust emissions, hydrogen energy, engine power, fuel consumption.

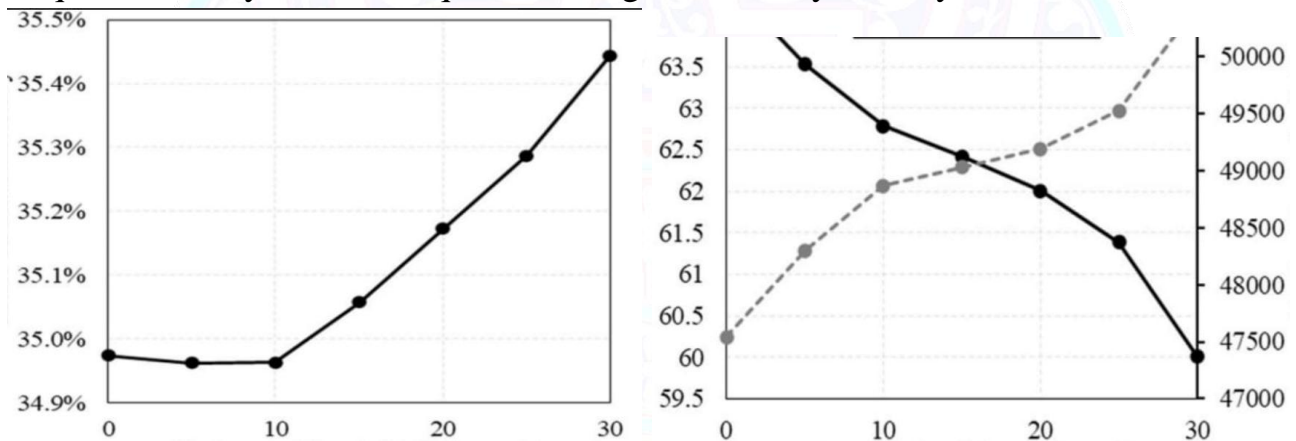
**KIRISH** Hozirgi kunda dunyo miqyosida energiya resurslaridan oqilona foydalanish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish hamda atmosfera havosiga chiqarilayotgan zararli gazlar miqdorini qisqartirish eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, sanoatning rivojlanishi va avtomobillar sonining keskin ko‘payishi natijasida neft mahsulotlariga bo‘lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Bu esa tabiiy yoqilg‘i zaxiralarning kamayishiga hamda ekologik muammolarning kuchayishiga sabab bo‘lmoqda.

Transport sohasi atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalarning asosiy manbalaridan biri bo‘lib, ichki yonuv dvigatellarida ishlaydigan avtomobillar tomonidan karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), uglerod oksidi (CO), azot oksidlari ( $\text{NO}_x$ ) va yonmagan uglevodorodlar (CH) ajralib chiqadi. Ushbu gazlar inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi bilan bir qatorda global iqlim o‘zgarishi va atmosfera ifloslanishining asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Shu sababli avtomobil dvigatellarining iqtisodiy va ekologik samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

Ichki yonuv dvigatellari uzoq yillardan buyon transport vositalarining asosiy harakatlantiruvchi qurilmasi bo‘lib kelmoqda. Zamonaviy avtomobillarning aksariyati injektorli yonilg‘i purkash tizimiga ega bo‘lib, bu tizim karbyuratorli dvigatellarga nisbatan ancha samarali hisoblanadi. Injektorli tizimlarda yonilg‘i elektron boshqaruv orqali aniq miqdorda purkaladi va bu yonish jarayonining barqarorligini ta‘minlaydi. Shunga qaramay, benzinning to‘liq yonmasligi natijasida ma‘lum miqdorda energiya yo‘qotilishi hamda zararli gazlar hosil bo‘lishi kuzatiladi[1].

So‘nggi yillarda muqobil energiya manbalari va qo‘shimcha yonuvchi gazlardan foydalanish bo‘yicha ilmiy izlanishlar jadallashdi. Ana shunday istiqbolli yo‘nalishlardan biri vodorod gazidan ichki yonuv dvigatellarida qo‘shimcha yoqilg‘i sifatida foydalanish hisoblanadi. Vodorod tabiatdagi eng yengil va eng ko‘p tarqalgan element bo‘lib, yuqori issiqlik ajratish xususiyatiga ega. Uning yonish tezligi benzininga nisbatan ancha yuqori bo‘lib, juda kam energiya ta‘sirida alangalanadi. Shu sababli vodorod benzin-havo aralashmasining yonish jarayonini yaxshilaydi va yonilg‘ining to‘liqroq yonishini ta‘minlaydi.

Vodorodning ichki yonuv dvigatellarida qo‘llanilishi bir qator afzalliklarga ega: yonilg‘ining to‘liqroq yonishini ta‘minlaydi; dvigatel foydali ish koeffitsientini oshiradi; yonilg‘i sarfini kamaytiradi; dvigatel quvvatini oshiradi; chiqindi gazlar miqdorini kamaytiradi; sovuq holatda ishga tushishni yaxshilaydi[2].



**1.1-1.2-rasm.** Mazkur grafikda oddiy benzin va benzin-vodorod aralashmasi ishlatilganda yonilg‘i sarfi ko‘rsatkichlari taqqoslangan.

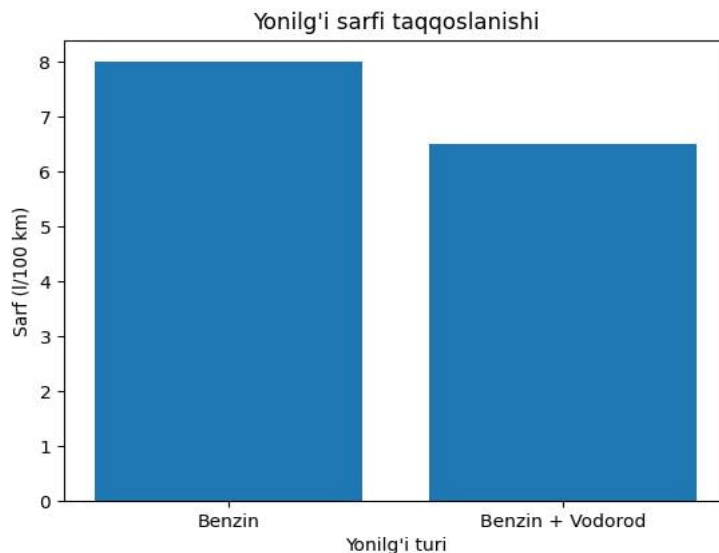
Shu bilan birga, vodoroddan foydalanish ayrim texnik va xavfsizlik masalalarini ham yuzaga keltiradi. Jumladan, vodorodning yuqori portlovchanligi, saqlash tizimlarining murakkabligi hamda maxsus uzatish qurilmalariga ehtiyoj mavjud. Biroq zamonaviy texnologiyalar ushbu kamchiliklarni bartaraf etish imkonini bermoqda. Bugungi kunda ko‘plab ilmiy markazlar va avtomobil kompaniyalari vodorod asosidagi dvigatellarni yaratish ustida izlanishlar olib bormoqda. Ayniqsa, vodorodni benzin bilan aralashtirib qo‘llash usuli iqtisodiy jihatdan maqbul va amaliy jihatdan qulay yo‘nalish sifatida qaralmoqda. Chunki bunda mavjud injektorli dvigatellarga katta konstruktiv o‘zgartirish kiritmasdan turib samaradorlikni oshirish mumkin bo‘ladi. Mazkur ilmiy ishning dolzarbligi ham aynan injektorli avtomobil dvigatellarida vodorod aralashmasidan foydalanish orqali yonilg‘i tejamkorligini oshirish hamda ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilash imkoniyatlarini o‘rganish bilan belgilanadi. Tadqiqotning maqsadi — injektorli dvigatellarda vodorod qo‘shimchasining yonish jarayoniga ta‘sirini aniqlash, yonilg‘i sarfini kamaytirishdagi

samaradorligini baholash va dvigatelning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini tahlil qilishdan iborat.

### TADQIQOT METADALOGIYASI

Injektorli ichki yonuv dvigatellari zamonaviy avtomobilsozlik sanoatining eng keng tarqalgan energiya qurilmalaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda ishlab chiqarilayotgan avtomobillarning aksariyati elektron boshqaruv tizimiga ega injektorli dvigatellar bilan jihozlanmoqda. Bunga asosiy sabab ushbu tizimning yonilg‘ini aniq miqdorda purkashi, dvigatelning barqaror ishlashini ta‘minlashi va yonilg‘i sarfini nisbatan kamaytirish imkoniyatiga egaligidir. Shunga qaramasdan, ichki yonuv dvigatellarida energiyaning ma‘lum qismi issiqlik yo‘qotishlari ko‘rinishida sarflanadi hamda yonilg‘ining to‘liq yonmasligi natijasida zararli gazlar hosil bo‘ladi. Shu sababli dvigatel samaradorligini oshirish va ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash maqsadida muqobil yonilg‘ilar hamda qo‘shimcha gaz aralashmalaridan foydalanish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda[3].

Ana shunday istiqbolli yo‘nalishlardan biri vodorod gazini ichki yonuv dvigatellarida qo‘shimcha yonilg‘i sifatida qo‘llash hisoblanadi. Vodorod o‘zining yuqori yonuvchanligi, tez alanganishi va katta issiqlik ajratish xususiyati bilan boshqa gazlardan ajralib turadi. Vodorodning yana bir muhim afzalligi shundaki, uning yonishi natijasida asosan suv bug‘i hosil bo‘ladi va zararli uglerodli chiqindilar juda kam miqdorda ajraladi. Shu sababli vodorod ekologik toza energiya manbai sifatida dunyo miqyosida katta qiziqish uyg‘otmoqda.



**3-rasm.** Yonilg‘i sarfi taqqoslanishi

Injektorli dvigatellarda vodorod aralashmasidan foydalanishning asosiy mohiyati shundan iboratki, vodorod havo bilan tez aralashib, yonish kamerasida benzinning to‘liqroq yonishini ta‘minlaydi. Oddiy benzinli dvigatellarda ayrim hollarda yonilg‘ining bir qismi to‘liq yonmasdan chiqindi gazlar tarkibiga qo‘shilib

ketadi. Bu esa yonilg‘i sarfining ortishiga va atmosferaga zararli moddalar chiqarilishiga sabab bo‘ladi. Vodorod qo‘shilganda esa alangalanish jarayoni tezlashadi va yonishning barqarorligi ortadi. Natijada yonilg‘ining foydali energiyaga aylanish darajasi oshadi.

Ichki yonuv dvigatellarida yonish jarayoni juda murakkab fizik-kimyoviy jarayon hisoblanadi. Silindr ichida havo va benzin aralashmasi ma‘lum bosim ostida siqiladi hamda sham yordamida alangalanadi. Yonish natijasida hosil bo‘lgan yuqori bosimli gaz porshenni harakatga keltiradi va mexanik energiya hosil bo‘ladi.

Vodorodning fizik-kimyoviy xususiyatlari uni ichki yonuv dvigatellari uchun juda qulay qo‘shimcha gazga aylantiradi. Vodorodning molekulyar massasi juda kichik bo‘lgani sababli u havoda tez tarqaladi va bir xil aralashma hosil qiladi. Bundan tashqari, vodorodning alangalanish chegarasi juda keng bo‘lib, u kam miqdorda bo‘lsa ham yonishni qo‘llab-quvvatlay oladi.

Tadqiqotlar davomida injektorli avtomobillarda vodorod aralashmasidan foydalanishning yonilg‘i tejamkorligiga ta‘siri o‘rganildi. Tajribalar maxsus laboratoriya sharoitida hamda real yo‘l sharoitida olib borildi. Dvigatelning ishlash rejimlari turli aylanish chastotalarida tekshirildi. Tajriba davomida oddiy benzin bilan ishlash hamda benzin-vodorod aralashmasi bilan ishlash holatlari solishtirildi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, vodorod qo‘shilganda yonilg‘i sarfi sezilarli darajada kamaygan. Bunga asosiy sabab yonish jarayonining yaxshilanishi va energiyaning foydali ishga aylanish darajasining ortishidir. Ayniqsa, dvigatelning o‘rta yuklama rejimida vodorodning samarasi yuqori bo‘lgani kuzatildi. Chunki aynan ushbu rejimda benzinning to‘liq yonmasligi ko‘proq uchraydi.

Vodorod gazini avtomobillarda qo‘llashning yana bir muhim afzalligi dvigatel quvvatining ortishidir. Vodorodning tez yonishi natijasida silindr ichidagi bosim tezroq hosil bo‘ladi va porshenga ta‘sir qiluvchi kuch ortadi. Natijada avtomobilning tezlanish xususiyati yaxshilanadi. Ayniqsa, yuklama ostida ishlash holatlarida dvigatelning tortish kuchi sezilarli ravishda oshgani aniqlandi. Biroq vodoroddan foydalanish ayrim texnik muammolarni ham yuzaga keltiradi. Eng avvalo, vodorodning portlovchanlik darajasi yuqori bo‘lgani sababli xavfsizlik choralari muhim ahamiyatga ega. Vodorodni saqlash uchun maxsus ballonlar va yuqori bosimga chidamli tizimlar talab etiladi. Bundan tashqari, gaz uzatish tizimida sizib chiqishlarning oldini olish zarur hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, vodorod qo‘shimchasidan foydalanish nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham samarali hisoblanadi. Yonilg‘i sarfining kamayishi avtomobil ekspluatatsiya xarajatlarini pasaytiradi. Ayniqsa, uzoq masofalarda harakatlanuvchi transport vositalari uchun bu muhim iqtisodiy samara beradi. Umuman olganda, injektorli dvigatellarda vodorod aralashmasidan foydalanish

zamonaviy avtomobilsozlikda istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya yonilg‘i tejamkorligini oshirish, zararli chiqindilarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Kelgusida vodorod texnologiyalarining rivojlanishi transport tizimida energiya samaradorligini oshirishga hamda muqobil energiya manbalaridan keng foydalanishga xizmat qiladi.

**XULOSA VA TAKLIFLAR** Mazkur ilmiy tadqiqot ishida injektorli ichki yonuv dvigatellarida vodorod aralashmasidan foydalanishning yonilg‘i tejamkorligiga, dvigatelning texnik ko‘rsatkichlariga hamda ekologik samaradorligiga ta‘siri keng qamrovda o‘rganildi. Tadqiqot davomida injektorli dvigatellarning ishlash prinsipi, yonish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari, vodorodning xususiyatlari hamda benzin-vodorod aralashmasining dvigatel ishiga ta‘siri ilmiy jihatdan tahlil qilindi.

O‘rganishlar natijasida injektorli dvigatellarda yonilg‘ining to‘liq yonmasligi energiya yo‘qotilishining asosiy sabablaridan biri ekanligi aniqlandi. Yonilg‘ining to‘liq yonmasligi natijasida zararli gazlar hosil bo‘lib, atmosfera havosining ifloslanishiga sabab bo‘ladi. Ayniqsa, uglerod oksidi (CO), karbonat angidrid (CO<sub>2</sub>), azot oksidlari (NO<sub>x</sub>) va yonmagan uglevodorodlar ekologik xavf tug‘diruvchi asosiy moddalardan hisoblanadi. Shu sababli zamonaviy avtomobilsozlikda yonish jarayonini yaxshilash va dvigatel samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy-amaliy masala sifatida qaralmoqda.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety*. Geneva: WHO.
2. OECD/ITF. (2022). *Road safety annual report*. Paris: International Transport Forum.
3. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2019). *The handbook of road safety measures*. Emerald Publishing.
4. Meyer, M. D. (2016). *Transportation planning handbook*. Wiley.
5. OECD. (2021). *Smart transport systems and safety*. Paris: OECD Publishing.
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. – Т. 47. – №. 4. – С. 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.