

**AVTOMOBILNING ICHKI YONUV DVIGATELI GAZ  
APPARATURASI ISHCHI JARAYONLARI VA KONSTRUKSIYASINI  
TAHLILI**

***Rayimjonova Mahfuzaxon Bektosh qizi***

*Andijon davlat texnika instituti*

*Avtomobilsozlik va transport fakulteti*

*Energiya mashinasozlik yo`nalishi*

*K-76-21 guruh talabasi*

*Ilmiy rahbar: "Avtomobilsozlik va transport kafedrası" kafedra assistenti*

***Biloldinov Xusanboy Zafar o`g`li***

*E-mail: rayimjanovamh@icloud.com*

*Tel: +998948746054*

***Annotatsiya:*** Ushbu ilmiy maqolada avtomobil ichki yonuv dvigatellarida qo'llaniladigan gaz apparaturasining ishchi jarayoni va konstruksiyasi o'rganilgan. Tadqiqot davomida gaz apparaturasining asosiy komponentlari, ularning vazifalari, ishlash prinsipi va kamchiliklari tahlil qilingan. Maqola gaz apparaturasi tizimidagi asosiy elementlar: reduktor, aralashtirgich, dozator va boshqaruv bloki tuzilishlarini o'z ichiga oladi. Olib borilgan tajriba natijalariga ko'ra gaz apparaturalarining avtomobil ekologik ko'rsatkichlariga ta'siri aniqlangan va ushbu tizimlardagi mavjud muammolar yechimi bo'yicha takliflar keltirilgan. Natijalar avtomobillarda gaz yoqilg'isidan foydalanish nafaqat iqtisodiy jihatdan foydali, balki atrof-muhit muhofazasi uchun ham muhim ekanligini ko'rsatadi.

***Kalit so'zlar:*** ichki yonuv dvigateli, gaz apparaturasi, reduktor, injektor, gaz balloni, ekologik ko'rsatkichlar, yoqilg'i tejamkorligi, suyultirilgan neft gazi, tabiiy gaz, metan

**Kirish**

Bugungi kunda dunyo miqyosida yoqilg'i narxlarining oshishi va ekologik talablarning kuchayishi avtomobil ishlab chiqaruvchilarni muqobil yoqilg'i turlariga

o'tishga undamoqda. Neft mahsulotlari (benzin, dizel) o'rniga gaz yoqilg'isidan (SNG - suyultirilgan neft gazi va SGT - siqilgan tabiiy gaz) foydalanish tendensiyasi kuchaymoqda. Gaz yoqilg'isi neft mahsulotlariga nisbatan arzon, ekologik jihatdan toza va dvigatel resursini uzaytirishi bilan ajralib turadi [1].

Dunyo avtomobil parkining taxminan 15% dan ortig'i gaz yoqilg'isida ishlaydi, va bu ko'rsatkich yildan-yilga oshib bormoqda. O'zbekistonda ham ushbu yo'nalishga katta e'tibor qaratilmoqda, buning natijasida so'nggi 10 yil ichida gaz yoqilg'isida ishlaydigan avtomobillar soni 3 barobarga oshdi [2].

Gaz apparaturasiining konstruksiyasi va ishchi jarayonlarini tahlil qilish, uning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash, shuningdek takomillashtirish yo'nalishlarini belgilash neft mahsulotlariga bog'liqlikni kamaytirish va ekologik vaziyatni yaxshilash uchun dolzarb vazifa hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi avtomobilning ichki yonuv dvigatelida qo'llaniladigan gaz apparaturasiining ishchi jarayonlari va konstruksiyasini tahlil qilish, ularning samaradorligini oshirish yo'llarini aniqlashdan iborat. Tadqiqot davomida quyidagi vazifalar qo'yildi:

1. Gaz apparaturasiining tashkil etuvchi elementlari va ularning vazifalarini o'rganish
2. Gaz apparaturasi tizimidagi ishchi jarayonlarning dinamikasini tahlil qilish
3. Zamonaviy gaz apparaturasi tizimlarini tuzilishi va ishlash prinsipi bo'yicha taqqoslash

### **Tadqiqot usullari**

Tadqiqot uchun 1.6 litrli dvigatelga ega bo'lgan "Chevrolet Nexia" avtomobili tanlandi. Avtomobilga 4-avlod "LovAto" (Italiya) gaz apparaturasi o'rnatildi. Tadqiqot jarayonida quyidagi o'lchov asboblari va usullardan foydalanildi:

1. **Gaz sarfini o'lchash:** "FuelTech FT450" yoqilg'i nazorat tizimi yordamida o'lchandi. Bu tizim to'g'ridan-to'g'ri gaz injektorlari signalini o'qib, yoqilg'i sarfini aniq hisoblash imkonini berdi.

2. **Chiqindi gazlarni tahlil qilish:** "AutoLogic Gas Analyzer 5G" chiqindi gazlar analizatori yordamida CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>(x)</sub>, CH va boshqa zararli moddalar miqdori o'lchandi.

3. **Dvigatel quvvatini o'lchash:** Dinamometrik stendda avtomobil benzin va gaz yoqilg'isida sinovdan o'tkazildi. Quvvat va burovchi moment ko'rsatkichlari 1000 dan 6000 aylanish/min gacha bo'lgan diapazonida o'lchandi.

Tajribalar turli harorat sharoitlarida (-10°C dan +35°C gacha), turli tezlik rejimlarida (shahar sikli, tashqari yo'l sikli) va turli yuklanish sharoitlarida o'tkazildi. Olingan ma'lumotlar statistik qayta ishlendi va standart og'ishlar hisoblandi.

### **Natijalar**

#### **Gaz apparaturasi tizimining asosiy tuzilishi va komponentlari**

Zamonaviy gaz apparaturasi tizimi quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

1. **Gaz balloni** - gaz yoqilg'isini saqlash uchun mo'ljallangan. SNG uchun 1.6 MPa bosimga, SGT uchun esa 20 MPa bosimga mo'ljallangan ballonlar qo'llaniladi.

2. **Multiklapan** - gaz balonini to'ldirish, gaz berish, bosimni nazorat qilish va xavfsizlik funksiyalarini ta'minlaydi.

3. **Gaz reduktori** (bug'latgich) - gaz bosimini pasaytirish va uni suyuq holatdan bug' holatiga o'tkazish uchun xizmat qiladi. Reduktor tarkibidagi membranalar, klapanlar va sovutish tizimi bosimni va gaz haroratini boshqaradi.

Tadqiqot davomida gaz apparaturasining xar bir elementi alohida o'rganildi va ularning ishlash samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlandi.

#### **Reduktor-bug'latgichning ishchi jarayoni tahlili**

Reduktor gaz apparatlarining eng muhim elementlaridan biri hisoblanadi.

Uning asosiy vazifasi yuqori bosimli gaz yoqilg'isining bosimini pasaytirish va uni bug' holatiga o'tkazishdir. Tadqiqot davomida LovAto reduktorining ishlash jarayoni o'rganildi.

Reduktor ikki bosqichli bo'lib, birinchi bosqichda gaz bosimi 1.6 MPa dan 0.4 MPa gacha pasaytiriladi. Ikkinchi bosqichda esa bosim 0.4 MPa dan 0.1-0.15 MPa gacha pasaytiriladi. Bu jarayon membranalar va klapanlar orqali amalga oshiriladi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, reduktor ishlash samaradorligiga harorat rejimi katta ta'sir ko'rsatadi. Past haroratda ( $-5^{\circ}\text{C}$  dan past) reduktor membranasining qotishi va vaqtinchalik gaz etishmasligi kuzatiladi. Bu muammoni hal qilish uchun reduktorni qo'shimcha isitish tizimi bilan jihozlash taklif etiladi.

1-jadvalda turli harorat sharoitlarida reduktor ishlash ko'rsatkichlari keltirilgan:

| <b>Harorat,<br/><math>^{\circ}\text{C}</math></b> | <b>Chiqish bosimi,<br/>MPa</b> | <b>Gaz sarfi,<br/>l/min</b> | <b>Reduktor samaradorligi,<br/>%</b> |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| -10                                               | 0.09                           | 12.5                        | 82                                   |
| 0                                                 | 0.11                           | 15.7                        | 89                                   |
| +10                                               | 0.13                           | 18.2                        | 95                                   |
| +20                                               | 0.14                           | 19.3                        | 98                                   |
| +30                                               | 0.13                           | 18.9                        | 94                                   |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, reduktor eng yuqori samaradorlikka  $+20^{\circ}\text{C}$  haroratda erishadi. Haroratning pasayishi yoki keskin oshishi natijasida samaradorlik pasayadi.

### **Gaz dozatorlari va injektorlar ishlash jarayoni tahlili**

Tadqiqot davomida gaz berish tizimini boshqarish elementlari – gaz dozatorlari va injektorlar ishlash jarayoni tahlil qilindi. Zamonaviy 4-avlod tizimlarida har bir silindr uchun alohida gaz injektor o'rnatiladi, bu esa gaz yoqilg'isini aniq dozlash imkonini beradi.

Injektorlarning ishlash vaqti va ochilish-yopilish tezligi dvigatel ishlash rejimiga va yuklanishiga qarab EBB tomonidan boshqariladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, injektorlarning ishlashi quyidagi ko'rsatkichlarga ega:

- Injektorning ochilish vaqti: 2.8-3.2 ms
- Injektorning yopilish vaqti: 1.5-1.8 ms
- O'rtacha gaz sarfi (bir sikl uchun): 18-22 mg
- Injektor harorati (normal ish rejimida): 45-60°C

Tadqiqot jarayonida aniqlandiki, injektorlarning ishlash muddati ularning tozaligiga bog'liq. Gaz tarkibidagi kir va moy zarrachalari injektorlar klapanlarining yopilmasligiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun gaz filtrlarini o'z vaqtida almashtirib turish tavsiya etiladi.

### **Elektron boshqaruv bloki (EBB) tizimi tahlili**

Zamonaviy gaz apparaturasining asosiy elementi bo'lgan EBB benzin injeksiya tizimi bilan birga ishlaydi. U kislorod sensorlari, harorat datchiklari va boshqa datchiklar signallarini qabul qilib, dvigatel ish rejimiga qarab gaz injektorlarining ishlash vaqtini belgilaydi.

EBB dasturiy ta'minotini tahlil qilish natijasida aniqlangan asosiy parametrlar:

- Gaz berish xaritasi (3D xarita aylanish chastotasi va yuklanishga bog'liq holda)
- Harorat korrektsiyasi koeffitsientlari
- Tashqi muhit harorati va bosimiga korrektsiya qilish
- Kislorod sensori signali asosida aralashmani korrektsiya qilish

Tadqiqot davomida aniqlangan EBB ishlashidagi kamchilik - gaz injektorlarini kalibrlash jarayoni avtomatik tarzda amalga oshirilmasligidir. Bu ko'p hollarda injektorlarning notekis ishlashiga olib keladi. Ushbu muammoni hal qilish uchun injektorlarni avtomatik kalibrlash algoritmini ishlab chiqish taklif etiladi.

### **Gaz apparaturasi tizimining ekologik ko'rsatkichlari tahlili**

Gaz yoqilg'isining ekologik ko'rsatkichlari benzinga nisbatan yaxshiroq ekanligini tadqiqot natijalari ko'rsatdi. Gaz yoqilg'isi tarkibida oltingugurt va qo'rg'oshin kabi og'ir metallar yo'qligi sababli chiqindi gazlar tarkibida zararli moddalar kam.

1-rasmda turli ish rejimlarida benzin va gaz yoqilg'isida ishlashdagi zararli chiqindilar miqdori taqqoslangan:

[Rasmda benzin va gaz yoqilg'isidagi avtomobilning turli ish rejimlarida (salt ish, o'rtacha yuklanish, maksimal yuklanish) CO, CH va NO<sub>(x)</sub> chiqindilari ko'rsatilgan]

Tadqiqot natijalariga ko'ra, gaz apparaturasi tizimidan foydalanish avtomobilning ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi, bu esa atrof-muhit muhofazasi uchun muhim ahamiyatga ega.

### **Muhokama**

Tadqiqot natijalarini tahlil qilish zamonaviy gaz apparaturasi tizimlarining asosiy afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash imkonini berdi.

### **Gaz apparaturasining afzalliklari:**

1. **Ekologik jihatdan tozalik** - zararli chiqindilar sezilarli darajada kamayadi: CO - 47.6%, NO<sub>(x)</sub> - 33.3%, CH - 50% ga.
2. **Iqtisodiy samaradorlik** - gaz yoqilg'isi narxi benzinga nisbatan 1.8-2 barobar arzon, bu esa yoqilg'i xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.
3. **Dvigatel resursining uzayishi** - gaz yoqilg'isi suyuq yoqilg'i pardasini yuvib tashlamaydi, natijada silindr-porshen guruhi detallarining eyilishi kamayadi.

### **Gaz apparaturasining kamchiliklari:**

1. **Quvvat va burovchi moment pasayishi** - o'rtacha 4.5-5.5% ga.
2. **Dvigatel sovuq holatida ishga tushirish qiyinligi** - past haroratda (-10°C dan past) reduktor samaradorligi pasayadi.
3. **Gaz ballonining katta hajmi** - bagaj bo'limida joy egallashi.

4. **Texnik xizmat ko'rsatish murakkabligi** - qo'shimcha tizim sifatida muntazam tekshirish va sozlashni talab qiladi.

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. **Quvvat pasayishini kamaytirish uchun** gaz injektorlarini o'z vaqtida kalibrlash va tozalash, shuningdek injeksiya momentini optimallashtirish tavsiya etiladi.

2. **Sovuq holatda ishga tushirish muammosini hal qilish uchun** reduktorning qo'shimcha isitish tizimini o'rnatish va elektron boshqaruv tizimiga sovuq holatda ishga tushirish algoritmini kiritish tavsiya etiladi.

3. **Gaz balloni hajmini kamaytirish uchun** kompozit materiallardan tayyorlangan yengil ballonlardan foydalanish va ularni avtomobil ostiga o'rnatish mumkin.

4. **Texnik xizmat ko'rsatishni soddalashtirish uchun** avtomatik diagnostika tizimini va o'z-o'zini tekshirish funksiyasini joriy etish tavsiya etiladi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, gaz apparaturasi tizimining samaradorligini oshirish uchun yangi avlod dozatorlari va boshqaruv bloklarini ishlab chiqish zarurligi aniqlandi. Bu esa dvigatel quvvatini kamaytirmasdan ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilash imkonini beradi.

### **Xulosa**

Ushbu tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelindi: avtomobil ichki yonuv dvigatellarida gaz apparaturasi tizimlarining qo'llanilishi neft mahsulotlariga bog'liqlikni kamaytirish va ekologik vaziyatni yaxshilash imkonini beradi; zamonaviy gaz apparaturasi tizimlarining asosiy elementlari tahlil qilindi va ularning ishlash samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlandi (reduktor ishlash samaradorligi harorat rejimiga bog'liq, gaz injektorlarining ishlash muddati ularning tozaligiga bog'liq, EBB dasturiy ta'minoti gaz berish parametrlarini aniq sozlash imkonini beradi); gaz yoqil'isida ishlash avtomobil quvvatining 4.5-5.5% ga

pasayishiga olib kelsa-da, yoqilg'i xarajatlarini 1.8-2 barobar kamaytiradi va zararli chiqindilar miqdorini sezilarli darajada pasaytiradi; gaz apparaturasi tizimining kamchiliklarini bartaraf etish uchun reduktorning qo'shimcha isitish tizimi, injektorlarni avtomatik kalibrlash algoritmi va kompozit materiallardan tayyorlangan yengil ballonlardan foydalanish tavsiya etiladi; gaz apparaturasi tizimini takomillashtirish uchun yangi avlod dozatorlari va boshqaruv bloklarini ishlab chiqish zarurligi aniqlandi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Abramchuk F.I., Kabanov A.N., Majlyak Z.O. "Gaz yoqilg'isida ichki yonuv dvigatellarining ishlash jarayoni". Transport mashinasozligi jurnali, 2019. – №2. – B. 56-63.
2. Abdullaev P.T., Maxmudov N.A. "Avtomobil gazobalonli qurilmalaridan foydalanish xususiyatlari". O'zbekiston avtomobil sanoati jurnali, 2022. – №4. – B. 18-24.
3. Bosch R. "Avtomobil gaz apparaturasi tizimlari". – Moskva: "Za rulem" nashriyoti, 2021. – 298 b.
4. Karimov I.A., Yusupov A.A. "Gaz dvigatellarida yonish jarayonining xususiyatlari". TADI xabarlar, 2020. – №2. – B. 45-52.
5. Koptev V.Yu., Shaforostova E.A. "Avtomobilda gaz yoqilg'isidan foydalanish ekologik va iqtisodiy samaradorligi". Ekologiya va tabiatdan foydalanish jurnali, 2018. – №3. – B. 112-118.