



UDK 621.433
UNIVERSAL YONILG'I TA'MINOT TIZIMLI GAZ BALLONLI YENGIL
AVTOMOBILLARINING GAZ ELEKTRON BOSHQARUV BLOKI
SOZLAMALARIGA RATSIONAL O'ZGARTIRISHLAR KIRITISH ORQALI
EKSPLUATATSION KO'RSATGICHLARINI OSHIRISH

Akmal Azimov

Toshkent davlat transport universiteti doktoranti

E-mail: akmaldotsent@gmail.com

Universal yonilgi ta'minot tizimli 4-avlod gaz ballon uskunalari (GBU) bilan jihozlangan avtomobil dvigatellari dastlab benzinda ishga tushadi va ma'lum muddatdan so'ng avtomatik gaz yonilg'isiga o'tadi. Bu jarayonni ekspluatatsiya sharoitiga mos holatda elektron boshqaruv bloki (EBB) dasturiy sozlamalari va unga ulangan komyuter dasturi yordamida ma'lum o'zgartirishlar kiritish orqal rostlash hamda GBAning ishlash samaradorligini yaxshilash mumkin. Universal yonig'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan gaz ballonli yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish, dvigatelning ishga tushirilib avtomatik gaz yonilg'isiga o'tishini ekspluatatsiya sharoitini hisobga olgan holda bazaviy dasturiy sozlamalarga ratsional o'zgartirishlar kiritish bilan erishiladi. Ushbu maqolada GBAning bazaviy dasturiy sozlamalar va unga ratsional o'zgartirishlar kiritish bo'yicha eksperiment sinovlari amalga oshirilgan. Eksperiment tadqiqot sinovi uch bosqichdan iborat bo'ldi. Bunda dastlab universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan yengil avtomobillarning sovuq ishga tushirilib benzindan gazga o'tish vaqti aniqlanadi, shundan so'ng ushbu vaqt bo'yicha yonilg'i sarfi o'lchanadi va so'ngida yuqoridagi aniqlangan vaqt davomida atmosferaga chiqadigan CHGZ miqdori tadqiq etiladi.

Kalit so'zlar: siqilgan tabiiy gaz, universal yonilg'i ta'minot tizimi, gaz ballonli avtomobillar, gaz ballon uskunalari, ekologik xavfsizlik, yonilg'i sarfi, chiqindi gaz zarrachalari, ekspluatatsion ko'rsatkichlar, stend va ekspluatatsiya sinovlari

Автомобильные двигатели, оснащенные газобаллонным оборудованием (ГБО) 4-го поколения с универсальной системой подачи топлива, изначально запускаются на бензине и через определенный промежуток времени автоматически переключаются на газовое топливо. Корректировка этого процесса под условия эксплуатации путем внесения определенных изменений с помощью настроек программного обеспечения электронного блока управления (ЭБУ) и подключенной к нему компьютерной программы позволяет повысить эффективность работы автомобиля на сжатом природном газе. Повышение эксплуатационных показателей легковых автомобилей на газобаллонном оборудовании, оснащенных ГБО 4-го поколения с универсальной системой подачи топлива, достигается путем внесения рациональных изменений в базовые настройки программного обеспечения с учетом условий эксплуатации двигателя и автоматического переключения на газовое топливо. В данной статье проведены экспериментальные испытания базовых настроек программного обеспечения автомобиля на сжатом природном газе и внесение в них рациональных изменений. Экспериментально-исследовательская проверка состояла из трех этапов. При этом сначала определяется время холодного запуска легковых автомобилей, оборудованных ГБО 4-го поколения с универсальной системой подачи топлива и переход с бензина на газ, после чего за это время измеряется расход топлива, а в заключение исследуется количество токсичных газов, выбрасываемых в атмосферу за определенное выше время.



Ключевые слова: компримированный природный газ, универсальная система подачи топлива, газобаллонные автомобили, газобаллонное оборудование, экологическая безопасность, расход топлива, токсичные газы, эксплуатационные показатели, стендовые и эксплуатационные испытания

Automobile engines equipped with the 4th generation gas cylinder equipment (GCE) with a universal fuel supply system initially start on gasoline and after a certain period of time automatically switch to gas fuel. Adjusting this process to the operating conditions by making certain changes using the electronic control unit (ECU) software settings and the computer program connected to it can improve the efficiency of the CNG vehicle. Increasing the operational performance of gas cylinder passenger cars equipped with the 4th generation GCE with a universal fuel supply system is achieved by making rational changes to the basic software settings, taking into account the operating conditions of the engine, and automatically switching to gas fuel. In this article, experimental tests were carried out on the basic software settings of the CNG vehicle and making rational changes to them. The experimental research test consisted of three stages. In this case, first, the time of cold start of passenger cars equipped with the 4th generation GCE with a universal fuel supply system and the transition from gasoline to gas is determined, after which the fuel consumption is measured over this time, and finally the amount of toxic gases emitted into the atmosphere during the above-determined time is studied.

Keywords: compressed natural gas, universal fuel supply system, gas cylinder cars, gas cylinder equipment, environmental safety, fuel consumption, toxic gases, operational indicators, stand and operational tests

Kirish

Avtotransport vositalarida muqobil yonilg'i sifatida siqilgan tabiiy gaz (STG) dan foydalanish bugungi kundagi energiya va ekologik talablarga to'liq mos keladi ya'ni gaz ballonli avtomobillar (GBA)ning ommalashuvi muqobil yonilg'ilardan foydalanish bo'yicha energiya siyosatining asosini tashkil qiladi.

Universal yonilgi ta'minot tizimli 4-avlod gaz ballon uskunalari (GBU) bilan jihozlangan avtomobil dvigatellari dastlab benzinda ishga tushadi va ma'lum muddatdan so'ng avtomatik gaz yonilg'isiga o'tadi [1,2,5,6]. Bu jarayonni ekspluatatsiya sharoitiga mos holatda elektron boshqaruv bloki (EBB) dasturiy sozlamalari va unga ulangan komyuter dasturi yordamida ma'lum o'zgartirishlar kiritish orqal rostlash hamda GBAning ishlash samaradorligini yaxshilash mumkin. Bunda EBB dasturiy sozlamalaridagi dvigatel sovitish suyuqligi harorati va tirsakli val aylanishlar chastotasi eng muhim ko'rsatgichlardan bo'lib hisoblanadi [2]. Ushbu dasturning bazaviy sozlamalariga ratsional o'zgartirishlar kiritish bilan GBA

dvigatellarining benzinda ishga tushib, avtomatik gaz yonilg'isiga o'tishiga ketadigan vaqt qisqaradi. Bu esa o'z navbatida benzin sarfini kamaytirib, atrof-muhitga chiqadigin chiqindi gaz zarrachalarini (ChGZ) kamaytiradi va GBAning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini oshirishga xizmat qiladi.

Muallif tomonidan ilgari surilayotgan, universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish konsepsiyasining asosiy tamoillari quyidagilardan iborat:

- past va yuqori haroratli iqlim sharoitlarida universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarining benzinda ishga tushirilib avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtini gaz EBB dasturiy sozlamalarini rostlash orqali kamaytirish;

- GBAning universal yonilg'i ta'minot tizimidagi "benzin-gaz" va "gaz-benzin" boshqaruvining matematik modelini yaratish orqali, dvigatelning past va yuqori haroratli iqlim sharoitlarida benzindan gazga o'tish vaqtini



modellashirish, hamda benzin sarfini minimallashtirish;

- universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillsharini iqlim sharoitining turli haroratlarida, dvigatel qiziganlik darajasiga bog'liq holatda "benzin-gaz" boshqaruv algoritmini yaratish;

- yonilg'i ta'minlash tizimidagi "benzin-gaz" yoki "gaz-benzin" boshqaruvining matematik modelini yaratish orqali sovuq dvigatelni benzinda ishga tushirishdan avtomatig gaz yonilg'isiga o'tishini tizimli boshqarish;

- universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillarning gaz EBB dasturiy sozlamalariga past va yuqori haroratli iqlim sharoitiga mos ratsional o'zgartirishlar kiritish orqali, GBAning ekologik xavfsizligini oshirish;

- universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirishda "benzin-gaz" yoki "gaz-benzin" boshqaruvining ta'sirini nazariy baholash.

Yuqoridagi, tamoillar asosi sifatida universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBUga ega GBA dvigatellarining "benzin-gaz" boshqaruv rejimlari o'zgarishini sovutuvchi suyuqlik harorati va tirsakli val aylanishlar chastotasi (TVACH) ko'rsatkichlariga ko'ra belgilanadi. Bu ishlarning tizimli amalga oshirilmaganligi GBAning ekspluatatsiya samaradorligining pasayishiga va atrof-muhit ifloslanishiga olib keladi. Bunda dvigatel sovuq ishga tushirishda benzin yonilg'isini uzoq vaqt sarflaydi va bu EBBdagi benzindan gazga o'tish sozlamalarida belgilangan ko'rsatkichlarning ekspluatatsiya sharoitini hisobga olmagan holda, tizimli bo'lmagan tarzda dasturlanish bilan bog'liqdir.

4-avlod GBU bilan jihozlangan avtomobil dvigatellarining benzinda o't olishi va qiziganlik darajasi davomida sarflangan benzin yonilg'isini tejash va dvigatel yonilg'i turini belgilangan vaqtda STG ga o'tkazish, GBA ekspluatatsiyasi uchun samarali hisoblanadi.

Usullari

Universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-

avlod GBU bilan jihozlangan gaz ballonli yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish, dvigatelning ishga tushirilib avtomatik gaz yonilg'isiga o'tishini ekspluatatsiya sharoitini hisobga olgan holda bazaviy dasturiy sozlamalarga ratsional o'zgartirishlar kiritish bilan erishiladi. Ushbu maqsadga erishishda maxsus dastur ishlab chiqildi va unda quyidagi vazifalar belgilab olindi:

- universal yonilg'i ta'minot tizimli STAG firmasining gaz ballon uskunalari o'rnatilgan yengil avtomobil dvigateling (B15D2) ishga tushirilgandan boshlab avtomatik gazga o'tish vaqtigacha elektron boshqaruv bloki (EBB)ning kalibrlash dasturi parametrlarini sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlariga alohida holatda bazaviy sozlamalariga o'zgartirishlar kiritish (Stag 200 Easy 0.27.0 yoki ACGasSynchro 11.2.1.1 dasturida);

- sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlarida universal yonilg'i ta'minot tizimli yengil avtomobil dvigateling ishga tushirilgandan avtomatik gazga o'tishigacha ketgan vaqtini aniqlash (Sekundomerda);

universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigateling sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlarida ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtigacha sarflangan benzin miqdorini aniqlash (B15D2 dvigatel stendida);

bazaviy sozlamalariga kiritilgan o'zgartirishlar hisobiga tejalgan benzina nisbatan, dvigatelni qizdirish uchun unga ekvivalent miqdordagi gazning sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlaridagi sarfini qiyosiy taqqoslash;

- universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigateling ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtigacha atmosferaga chiqarayotgan CHGZ miqdori va tarkibini aniqlash (gazanalizatorlarda).

Universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigateling ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish jarayonini o'zgartirish, gaz EBBning kalibrlash dasturida amalga oshiriladi. 4-avlod GBAda benzin sarfi,



atmosfera chiqayotgan CHGZ miqdori va tarkibini aniqlashda quyidagilarni inobatga olish lozim:

- sinov sanasi, vaqt va yil fasli;
- noutbookda GBUga mos dasturiy ta'minotning o'rnatilganligi;
- EBB va kompyuterni bog'lovchi diagnostika kabelini sozligi;
- benzin markasi, zichligi va miqdori;
- atmosfera havosi va dvigatel sovitish suyuqligi haroratining bir-biriga mosligi;
- atmosfera havosi bosimi va namligi;
- dvigatel turi va uning texnik sozligi, quvvati, yonilg'i sarfi.

Yonilg'ilarning sifatini va meyoriy hujjatlarga mosligini aniqlash maqsadida avtomobil transporti turlari bo'yicha ularning sinov jarayonida foydalanayotgan motor yonilg'ilaridan hamda AYOQShlardan tahlil uchun yonilg'i maxsulotlaridan namunalar olish va tahlil qilish ko'zda tutilgan.

Ushbu tadqiqot ishi, universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini oshirish, yonilg'i xarajatlarini iqtisod qilish va ekologik xavfsizligini yaxshilash vazifalarini amalga oshirishga qaratilgan. Shunga binoan, tadqiqotning eksperimental qismida, sinov jarayonida quyidagi jihozlar va uskunarlar qo'llanildi:

- Sekundomer (GOST 8.423);
- Termometr (GOST 112-78);
- GBUga mos dasturiy ta'minotga ega kompyuter (noutbook);
- Gazoanalizator (5 komponentli) – chiqindi gazlar tarkibidagi uglerod oksidi (CO), uglevodorodlar (CH), azot oksidi (NO_x), kislorod (O₂) va uglerod dioksidi (CO₂), oltingugurt dioksidi (SO₂) hamda qurumning (dizellarda) miqdorini aniqlash asbobi;
- Ekspluatatsiyadagi universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan texnik soz yengil avtomobil (Chevrolet Cobalt yoki Chevrolet Genra) (3.1-rasm);

- Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetiga tegishli, maxsus o'lchov apparatlari bilan jihozlangan "B15D2" dvigatel stendi va 5 komponentli gazoanalizator pribori.

Eksperiment sinov jarayoni yuqori va past haroratli ekspluatatsiya sharoitlarida o'tkaziladi, bunda tashqi muhit va dvigatel sovitish suyuqligi haroratlari asosiy ko'rsatgich bo'lib hisoblanadi. Sinov jarayonida GBA dvigateli sovuq holatda bo'lishi (kamida 5-9 soat davomida ishga tushurilmagan bo'lishi) kerak ya'ni sinov jarayoni talabi dvigatelni sovuq ishga tushirish bilan amalga oshirilishi zarur.

Natijalar va muhokamalar

Eksperiment tadqiqot sinovi uch bosqichdan iborat bo'ldi. Bunda dastlab universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan yengil avtomobillarning sovuq ishga tushirilib benzindan gazga o'tish vaqti aniqlanadi, shundan so'ng ushbu vaqt bo'yicha yonilg'i sarfi o'lchanadi va so'ngida yuqoridagi aniqlangan vaqt davomida atmosfera chiqadigan CHGZ miqdori tadqiq etiladi.

Birinchi bosqich – sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlarida universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatelinig ishga tushirilgandan avtomatik gazga o'tishigacha ketgan vaqtini 4-avlod GBU bazaviy sozlamalari bo'yicha (3.2-rasm) aniqlash. Eksperiment sinovi ekspluatatsiyadagi Chevrolet Cobalt va Genra avtomobillarida o'tkaziladi.

Buning uchun quyidagi ishlar amalga oshiriladi:

- sinov sanasi va vaqti haqidagi ma'lumotlar jadvalga yoziladi;
- sinov o'tkazilayotgan avtomobil dvigateliga o'rnatilgan gaz elektron boshqaruv blokini noutbuk kompyuteri bilan ulanadi (1-rasm);
- gazning elektron boshqaruv bloki sozlamalaridagi ko'rsatgichlar BRC, Landi Renzo, Lovato, Tomasetto, STAG, Digitronic tomonidan ishlab chiqarilgan gaz uskunarini o'rnatish va ishlatish yo'riqnomasida ko'rsatilgan, tavsiya

etilgan qiymatlarga mos kelishini tekshiring;

- tashqi muhit harorati kengayish temometrida va dvigatel sovitish suyuqligi harorati Stag 200 Easy 0.27.0 dasturi ko'rsatgichlari bo'yicha aniqlanadi (tashqi muhit va dvigatel harorati bir-xil ko'rsatgichda bo'lishi kerak) (2-rasm);

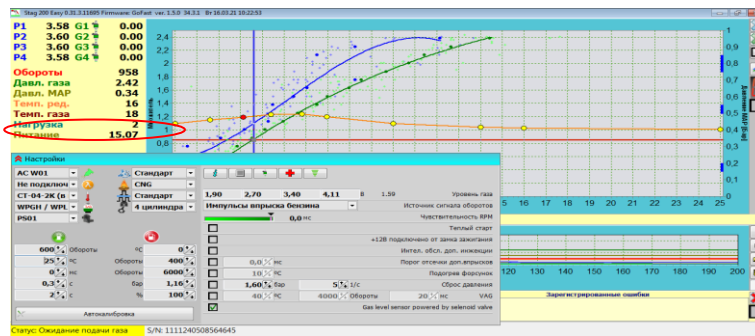
- dvigatelni ishga tushiriladi va sekundomer qo'shiladi;

- dvigatelni ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqti aniqlanadi (1-jadval).

Sinovlar universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarida 10 martadan o'tkaziladi va natijalari belgilangan jadvallarga kiritiladi.



1-rasm. 4-avlod GBU bilan jihozlangan GBA dvigateliga o'rnatilgan gaz elektron boshqaruv blokini diagnostika kabeli orqali noutbuk bilan ulash jarayoni



2-rasm. 4-avlod GBU bilan jihozlangan GBA dvigateliga o'rnatilgan Stag 200 Easy 0.27.0 dasturining bazaviy sozlamalariga kiritilgan ratsionil o'zgarishlar oynasi va "Temp.red." ya'ni reduktordan o'tuvchi sovitish suyuqligi harorati



1-jadval

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining bazaviy sozlamalar bo'yicha harorat ko'rsatgichi 30°C, atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi harorati o'zgarishida benzinning sarflanish vaqti, min

Sinovlar soni	Atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi harorati o'zgarishida benzinning sarflanish vaqti, min									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
1	7,21	7,03	7,14	7,21	6,45	6,44	6,15	5,19	5,28	4,42
2	8,40	6,57	6,33	6,23	5,47	6,12	6,36	4,55	5,33	5,08
3	7,09	7,15	6,38	6,44	7,10	6,36	5,49	5,15	4,53	4,55
4	7,08	7,58	7,41	6,49	7,01	6,19	5,18	5,01	4,49	4,37
5	7,06	7,42	7,48	7,06	6,51	6,33	5,24	5,59	5,32	5,01
6	8,41	7,48	6,51	6,56	6,52	6,54	5,19	6,04	5,01	4,48
7	7,57	6,44	7,19	6,55	6,45	6,18	6,02	4,36	4,33	4,35
8	7,42	7,09	6,37	7,32	6,49	6,49	6,01	4,58	4,59	5,05
9	7,58	6,38	7,20	6,31	6,54	6,44	6,07	5,19	4,58	5,29
10	6,51	7,54	7,55	6,57	6,48	6,14	4,07	5,18	5,40	4,32

1-jadval davomi

Sinovlar soni	Atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi harorati o'zgarishida benzinning sarflanish vaqti, min										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,55	4,08	4,01	4,12	4,09	3,57	3,54	3,49	3,03	3,15	3,06
2	4,58	4,04	4,35	4,12	4,01	5,49	3,59	3,44	3,41	2,59	2,57
3	4,55	4,50	4,28	4,04	3,52	3,55	3,34	3,27	3,34	3,28	2,43
4	4,21	4,37	4,35	4,15	4,04	3,49	3,37	3,26	3,41	3,07	2,57
5	4,25	4,38	4,25	3,52	3,35	3,51	3,48	3,21	3,16	3,12	2,55
6	5,02	4,52	4,32	4,03	3,56	3,33	3,22	3,38	3,42	2,58	2,58
7	4,38	4,37	4,33	4,15	4,08	3,37	4,08	3,12	3,19	3,05	2,37
8	4,41	4,04	4,18	4,09	3,54	3,41	3,46	3,41	3,46	3,08	2,57
9	4,56	4,44	3,58	3,53	3,51	3,56	3,56	3,37	3,21	3,07	2,54
10	4,59	4,16	4,11	4,25	4,08	3,16	3,46	3,51	3,13	3,01	2,59

Birinchi bosqich ikkinchi qismi – Sovuq va issiq tabiiy iqlim sharoitlarida elektron boshqariladigan universal (gaz-benzin) ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillarning GBUdagi bazaviy sozlamalariga ekspluatatsiya sharoitini hisobga olib, ratsional o'zgartirishlar kiritilgan holatdagi benzindan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtini aniqlash:

Buning uchun quyidagi ishlar amalga oshiriladi:

- sinov sanasi va vaqti haqidagi ma'lumotlar jadvalga yoziladi;

- sinov o'tkazilayotgan avtomobil dvigateliga o'rnatilgan gaz elektron boshqaruv blokini noutbuk kompyuteri bilan ulang;

- Elektron boshqariladigan universal (gaz-benzin) ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobillar GBU bazaviy sozlamalarini sovuq iqlim sharoitida gazga

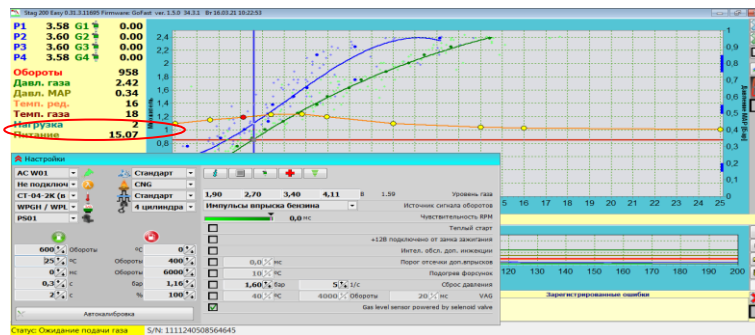
o'tishdagi harorat ko'rsatgichini 25 °C ga tushiriladi va issiq iqlim sharoitida gazga o'tishdagi TVACH ko'rsatgichini 900 min⁻¹ ga o'rnatiladi (3-rasm);

- tashqi muhit harorati kengayish temometrida va dvigatel sovitish suyuqligi harorati Stag 200 Easy 0.27.0 dasturi ko'rsatgichlari bo'yicha aniqlanadi (tashqi muhit va dvigatel harorati bir-xil ko'rsatgichda bo'lishi kerak) (3.3-rasm);

- dvigatelni ishga tushiriladi va sekundomer qo'shiladi;

- dvigatelni ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqti aniqlanadi (2-jadval).

Sinovlar universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarida 10 martadan o'tkaziladi va natijalari belgilangan jadvallarga kiritiladi.



3-rasm. 4-avlod GBU bilan jihozlangan GBA dvigateliga o'rnatilgan Stag 200 Easy 0.27.0 dasturining bazaviy sozlamalariga kiritilgan ratsionil o'zgarishlar oynasi va "Temp.red." ya'ni reduktordan o'tuvchi sovitish suyuqligi harorati

2-jadval

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining bazaviy sozlamalarining harorat ko'rsatgichini 30°C dan 25°C ga o'zgartirilgan holatida, atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi haroratiga mos holatda benzinning sarflanish vaqti, min

Sinovlar soni	Atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi harorati o'zgarishida benzinning sarflanish vaqti, min									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
1	5,18	4,43	5,00	4,27	4,42	4,10	4,23	3,53	4,05	3,36
2	6,42	5,23	5,44	5,04	5,22	4,45	5,02	4,26	4,41	4,07
3	4,57	4,47	4,40	4,31	4,23	4,13	4,07	3,56	3,50	3,41
4	4,54	5,23	4,38	5,04	4,21	4,45	4,04	4,26	3,47	4,07
5	5,34	5,15	5,15	4,57	4,56	4,38	4,37	4,20	4,18	4,01
6	5,19	5,25	5,02	5,06	4,43	4,48	4,25	4,28	4,06	4,09
7	4,57	5,41	4,40	5,20	4,23	5,01	4,06	4,41	3,49	4,20
8	5,30	5,22	5,11	5,03	4,52	4,44	4,33	4,25	4,14	4,06
9	6,01	5,48	5,41	5,28	5,20	5,08	4,59	4,47	4,39	4,26
10	5,35	4,44	5,16	4,26	5,58	4,11	4,37	4,55	4,18	3,37

2-жадвал давоми

Sinovlar soni	Atrof-muhit va dvigatel sovitish suyuqligi harorati o'zgarishida benzinning sarflanish vaqti, min										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,47	3,20	3,29	3,04	3,10	2,47	2,52	2,30	2,35	2,13	2,16
2	4,20	3,48	3,59	3,28	3,38	3,09	3,18	2,51	2,57	2,32	2,36
3	3,32	3,23	3,15	3,06	2,58	2,49	2,51	2,32	2,23	2,15	2,07
4	3,30	3,48	3,14	3,29	2,57	3,10	2,40	2,51	2,24	2,32	2,06
5	3,58	3,43	3,39	3,24	3,20	3,05	3,01	2,46	2,42	2,28	2,23
6	3,48	3,50	3,30	3,31	3,12	3,12	2,53	2,52	2,35	2,34	2,17
7	3,32	4,01	3,15	3,40	2,58	3,20	2,41	3,01	2,25	2,40	2,07
8	3,56	3,47	3,36	3,28	3,18	3,09	2,58	2,50	2,40	2,32	2,21
9	4,18	4,06	3,57	3,45	3,37	3,25	3,16	3,05	2,56	2,44	2,35
10	4,00	3,21	3,40	3,04	3,21	2,47	3,02	2,30	2,43	2,13	2,24

Yuqoridagi birinchi bosqich sinovi, 4-avlod GBAning sovuq ishga tushirish jarayonida benzindan gazga o'tish vaqtini atrof-muhit haroratining ma'lum diapazonida aniqlandi. Dastlab bazaviy sozlamalarida va bu sozlamalarga tabiiy iqlim sharoitini hisobga olib ratsional o'zgarishlar kiritilgan holatidagi benzinda ishlash vaqtlari aniqlandi (1- va 2-jadval).

Ikkinchi bosqish- Ushbu bosqich universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz

ballonli yengil avtomobil dvigatellarining ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtidagi benzin yonilg'i sarfini aniqlashdan iboratdir. Sinov jarayoni ekspluatatsiyadagi GBAda yoki yonilg'i sarfini o'lchash uchun maxsus jihozlangan yengil avtomobil dvigateli stendida amalga oshiriladi.

Dvigatelning sifatini xarakterlovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri yonilg'i sarfi yoki uning tejamliligidir. Dvigatelni

stendda ma'lum rejimda ($N_i = \text{const}$, $p_i = \text{const}$ va $n = \text{const}$), sinash vaqtida ma'lum quvvat uchun sarflangan yonilg'ining miqdori o'lchanadi. Shuningdek dvigatel o'zgarmas TVACH va silindrning o'zgarmas bosimida ($p_i = \text{const}$ va $n = \text{const}$) ham yonilg'i sarfini o'lchash amalga oshiriladi. O'lchash natijalari bo'yicha har soatda kg hisobida sarf bo'lgan yonilg'i miqdori G_{yo} aniqlanadi.

Ushbu sinov jarayoni maxsus jihozlangan Chevrolet Cobalt va Gentra avtomobillari uchun ishlab chiqarilgan "B15D2" dvigatel stendida o'tkazildi (4-rasm). Yonilg'ining aniq dozasi bo'lganligi sababli dvigatel ishlaganda sarflanayotgan yonilg'ining soatli sarfi yuqoridagi bobda keltirilganidek (1.1) formula asosida hisoblanadi.

Universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarining atrof-muhit harorat o'zgarish diapazonida benzin yonilg'ining soatli sarfini aniqlash muallif tomonidan taklif etilgan quyidagi empirik formula bo'yicha aniqlandi:

$$G_{yo(\text{benzin,gaz})} = \begin{cases} \frac{\Delta g}{\tau_{\text{benzin}}} \cdot 3,6 & \text{agar } T_s < 25^\circ\text{C} \\ \frac{\Delta g}{\tau_{\text{gaz}}} \cdot 3,6 & \text{agar } T_s \geq 25^\circ\text{C} \end{cases} \quad (1)$$

Sinov jarayonida dvigatel ma'lum vaqt oralig'ida sarflangan yonilg'i dozasi massa birlikda o'lchanadi. Doza kattaligi shunday tanlanadiki, o'lchash vaqti 30 s. dan oshmasligi kerak.



4-rasm. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetiga tegishli, maxsus o'lchov apparatlari bilan jihozlangan "B15D2" dvigatel FDJ 001 induktiv tormozlash stendi

Universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBA dvigatelinig sovuq ishga

Sinov jarayoni yonilg'i sarfini o'lchash uchun maxsus jihozlangan dvigateli stendida amalga oshirilvsh. Unda sinov jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi:

- stenddagi dvigatelinig texnik soz holatda ishlashini tekshirildi;

- stenddagi dvigatelni salt ishlash rejimiga (tirsakli val aylanishlar chastotasi 850-950 min-1 oralig'ida) sozlanadi;

- dvigatelni ishga tushirilib, sekundomer qo'shiladi;

- sinovda olingan Δg qiymatlari aniqlanadi va jadvalga yoziladi.

Ushbu sinov jarayoni Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetiga tegishli, "B15D2" dvigateli bilan jihozlangan maxsus stend laboratoriyasida o'tkaziladi. Sinov dvigatelni sovuq ishga tushirishdagi yonilg'i sarfini aniqlashda 1 va 5 daqiqalarda 10 martagacha takroriy o'tkazildi (4-rasm) va natijalar belgilangan jadvallarga qayd etiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, har bir sinov jarayonida dvigatel 5-7 soat davomida ishga tushirilmagan bo'lishi va sovituvchi suyuqlik harorati tashqi muhit haroratiga mos holatda bo'lishi talab etiladi

tushirishdagi benzin yonilg'i sarfini aniqlashning quyidagi jihatlariga alohida e'tibor berilishi lozim:

- dvigatel sovuq ishga tushirish jarayonidagi TVACH yuqori qiymatining ma'lum vaqt oralig'ini ham hisobga olish lozim- past haroratlarda yuqori chastota davomiyligi ko'proq vaqt davom etadi (5-rasm);

- dvigatel sovuq ishga tushirish jarayonida atrof-muhit haroratining past va yuqori darajalarini hisobga olish lozim- past haroratli ekspluatatsiya sharoitida havoning ortiqlik koeffitsiyentining

dastlabki qiymati $\alpha > 1$ hisoblanib, bunda yonilg'i aralashmasi nisbatan kambag'allashadi va yonilg'i sarfi kamayadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, "B15D2" dvigatel stendida sovuq ishga tushirishda yonilg'i sarfini aniqlash jarayoni, dvigatel o't oldirishdan boshlab hisobga olinadi

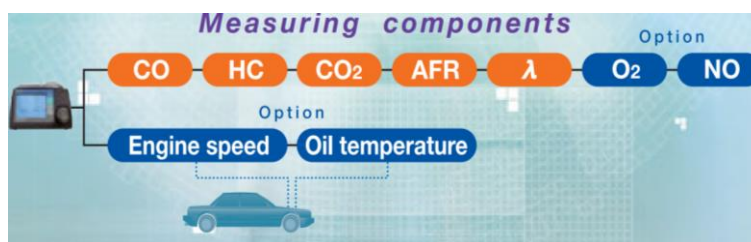
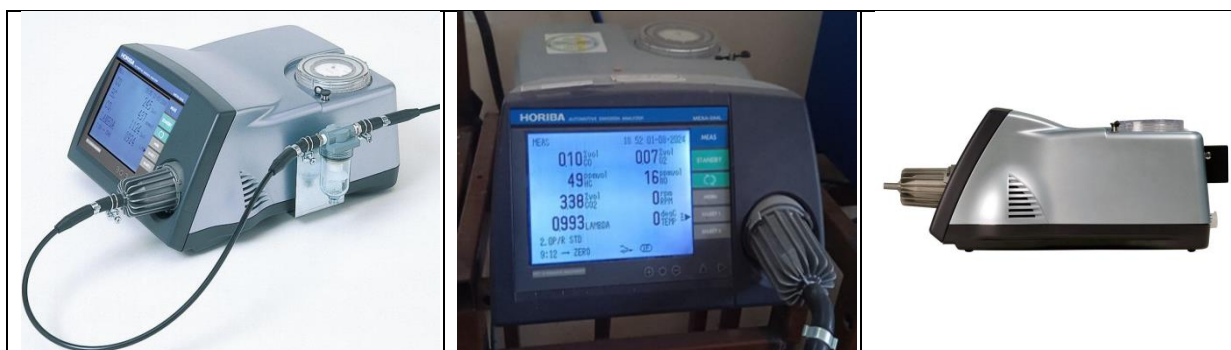
3-jadval

Universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBA dvigatelining sovuq ishga tushirishdagi benzin yonilg'i sarfi

Sinovlar soni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yonilg'i sarfi- G _{benzin} , kg/soat	0,65	0,54	0,61	0,69	0,66	0,59	0,71	0,68	0,65	0,60

Uchinchi bosqich- ushbu bosqichda universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarining ishga tushirilishidan avtomatik gaz yonilg'isiga o'tish vaqtigacha atmosferaga chiqarilgan CHGZ miqdori, benzin yonilg'isi uchun aniqlanadi. Ushbu sinov jarayoni ikkinchi bosqich sinovi bilan birga amalga oshiriladi. Aynan, Islom Karimov

nomidagi Toshkent davlat texnika universitetiga tegishli, maxsus o'lchov apparatlari bilan jihozlangan "B15D2" dvigatel- FDJ 001 induktiv tormozlash stendining Horiba (MEXA-584L) gazanalizator pribori (6-rasm) yordamida, sarflangan yonilg'i miqdoriga mos CHGZ ko'rsatgichlari ham aniqlandi.



6-rasm. Horiba (MEXA-584L) gazanalizator pribori

Ushbu gazanalizator pribori yordamida dvigatelni sovuq ishga

tushirishda benzin-havo aralashmasi tarkibidagi CHGZ (CO, HC va CO₂)



miqdori aniqlanadi. Bunda umumiy yonilg'i-havo aralashmasining alanganishi va chiqindi gazlar tarkibidagi CO, HC va CO₂ larning miqdori foizlarda ifodlanadi, hamda ushbu pribor monitorida ko'rsatiladi.

Dvigatel ishga tushirilishi bilan gazanalizator ham ishlay boshlaydi va CHGZ miqdorini benzin sarfiga mos

ravishda aniqlashimiz mumkindir. YA'ni dvigatelning ishlashida sarflanadigan benzin dozasi o'zgarishi, CHGZ miqdoriga ta'sir ko'rsatadi, shundan kelib chiqib sinov jarayonida aniqlangan har bir benzin sarfiga mos holatda aniqlangan CHGZ miqdorini ham umumiy qilib jadvalga kiritamiz (4-jadval).

4-jadval

Universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBA dvigatelining sovuq ishga tushirishdagi benzin yonilg'i sarfiga mos CHGZ miqdori

Sinovlar soni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yonilg'i carfi- G _{benzin} , kg/soat	0,65	0,54	0,61	0,69	0,66	0,59	0,71	0,68	0,65	0,60
CO, % ulushida	0,10	0,09	0,09	0,13	0,10	0,09	0,14	0,12	0,10	0,09
HC, 10 ⁻⁶ ulushida	49	38	36	48	43	37	49	48	49	41
CO ₂ , % ulushida	3,38	3,18	3,24	4,06	3,74	3,19	4,11	4,06	4,03	3,22

Umumiy qilib aytganda, yuqorida o'tkazilgan uch bosqichli sinov jarayonlari, universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBAning sovuq ishga tushirishdagi benzindan gazga o'tish vaqti, yonilg'i sarfini va CHGZ miqdorlarini aniqlashdan iboratdir. Ushbu sinov jarayonlari ekspluatatsion va stand sinovlarini o'z ichiga oladi va natijalarning ishonchliligi belgilangan standart talablariga (ISO 15500 (1-18): 2020, ISO 3046-1: 2002, ISO 8178-5:2021, GOST 31972-2013, GOST R 58697— 2019, UN/ECE R 84 Tests, O'z DSt 2305:2011, GOST R 54810-2011, GOST R 52033-2003, O'z DSt 3597:2022 hamda BRC, Landi Renzo, Lovato, Tomasetto, STAG, Digitronic kompaniyalari tomonidan ishlab chiqarilgan gaz ballon uskunalari o'rnatish va ishlatish qo'llanmasi talablariga) o'zaro mos keladi.

Butun dunyo bo'yicha avtomobil transportida an'anaviy neft yonilg'ilaridan voz kechish va unga muqobil bo'lgan qayta tiklanuvchi, hamda ekologik xavfsiz yonilg'ilardan foydalanish ustivor vazifasi bo'lib bormoqda [3,4,7,8]. Xususan, muqobil yonilg'i sifatida STG va suyultirilgan neft gazi (SNG) yonilg'ilaridan foydalanish ommalashib,

unda harakatlanuvchi GBA konstruksiyasining takomillashib borishi, ularning energiya tejamkorlik va ekologik xavfsizlik ko'rsatgichlarini yanada yaxshilanishiga imkoniyat bermoqda. Muallif tomonidan tadqiq etilayotgan universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBU bilan jihozlangan yengil GBAning benzinda sovuq ishga tushirish va gaz yonilg'isiga o'tish vaqtidagi benzin sarfini kamaytirish, gaz EBBning dasturiy sozlamalariga kiritiladigan ratsional o'zgartirishlar hisobiga amalga oshiriladi. Ushbu o'zgartirishlar GBAning ekspluatatsiya sharoitini hisobga olib kiritiladi va GBAning ishlash samaradrligini yanada yaxshilashga xizmat qiladi. Bu ishni amalga oshirishda, yuqorida o'tkazilgan eksperiment sinov natijalari juda katta ahamiyatga egdir. Sovuq ishga tushirishda benzindan gazga o'tish vaqtini belgilovchi sovitish suyuqligi haroratining 5°C ga pasaytirilishi GBAning yonilg'i xarajatlariga va CHGZ miqdorining o'zgarishiga qay darajada ta'sir etishini, sinov natijalarini tahlili qilish orqali aniqlaymiz.



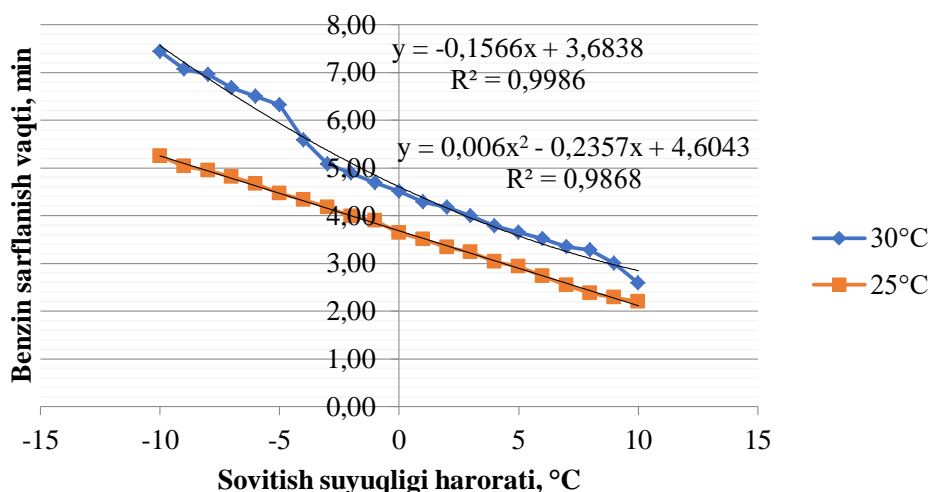
5-jadval

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichining 30°C va 25°C haroratlarda va tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oralig'idagi benzinning sarflanish vaqti

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichi, °C	Atrof-muhit harorati (°C) va benzinning sarflanish vaqti, min									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
30°C	7,43	7,07	6,96	6,67	6,50	6,32	5,58	5,08	4,89	4,69
25°C	5,25	5,03	4,95	4,81	4,66	4,46	4,33	4,18	3,99	3,89

5-jadval davomi

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichi, °C	Atrof-muhit harorati (°C) va benzinning sarflanish vaqti, min										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30°C	4,51	4,29	4,18	4,00	3,78	3,64	3,51	3,35	3,28	3,00	2,58
25°C	3,64	3,51	3,33	3,24	3,03	2,93	2,73	2,55	2,38	2,28	2,19



7-rasm. Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichining 30°C va 25°C haroratlarda va tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oralig'idagi benzinning sarflanish vaqtining solishtirma tahlili

Yuqorida keltirilgan 5-jadvaldan foydalanib ya'ni ushbu jadvaldagi benzinning sarflanish vaqti asosida universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarining benzin yonilg'i sarfini aniqlaymiz, bu muallif tomonidan taklif etilgan (1.2) empirik formula bo'yicha aniqlandi. τ_{benzin} qiymatlari 5-jadvaldan va Δg qiymatlari 3-jadvaldan olinadi.

$$G_{benzin} = \frac{\Delta g}{\tau_{benzin}} \cdot 3,6 \quad (2)$$

Δg qiymatlari 3.3-jadval natijalarining o'rtachasi olinadi, bu qiymat tadqiq etilayotgan GBAning dvigatelning soatlik sarfi asosida olinadi. Demak, tadqiq

etilayotgan "B15D2" dvigatelining soatlik yonilg'i sarfi $G_{benzin} = 0,638$ kg/soat ga teng. 5-jadval asosida aynan universal yonilg'i ta'minot tizimli gaz ballonli yengil avtomobil dvigatellarining benzindan gazga o'tishidagi benzin yonilg'i sarflanish vaqtini (min) sekundga aylantirib hisoblab chiqamiz. Ushbu hisoblashlar asosida, dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvi harorat ko'rsatgichining 30°C va 25°C haroratlaridagi shuningdek tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oraliqlarida aniqlangan benzin sarflarini hisoblaymiz va natijalarini jadvalga kiritamiz (6-jadval).

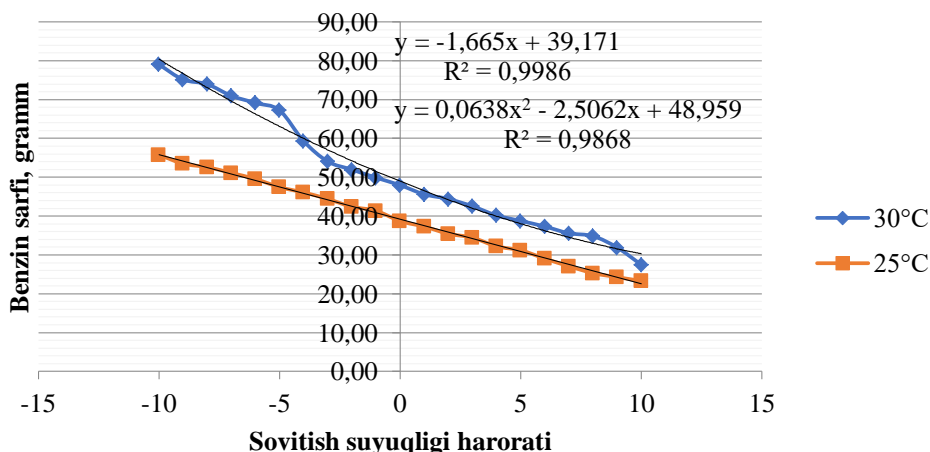
6-jadval

Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichining 30°C va 25°C haroratlarda va tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oraliqlaridagi benzin sarfi

Dasturiy sozlamalardagi harorat ko'rsatgichi, °C	Tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oraliqlaridagi benzin sarfi, gramm									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
30°C	79,04	75,16	73,97	70,98	69,14	67,23	59,31	54,06	51,96	49,89
25°C	55,79	53,50	52,60	51,10	49,55	47,46	46,08	44,42	42,40	41,37

3.6-жадвал давоми

Dasturiy sozlamalardagi harorat ko'rsatgichi, °C	Tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oraliqlaridagi benzin sarfi, gramm											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30°C	47,95	45,61	44,40	42,53	40,17	38,75	37,32	35,58	34,83	31,90	27,47	
25°C	38,72	37,29	35,45	34,44	32,21	31,19	29,05	27,09	25,31	24,28	23,31	



8-rasm. Dasturiy sozlamalardagi benzin-gaz boshqaruvining harorat ko'rsatgichining 30°C va 25°C haroratlarda va tabiiy iqlim sharoitining turli harorat oraliqlaridagi solishtirma benzin sarfining o'zgarish grafi

Sinov natijalarining solishtirma tahlili shuni ko'rsatadiki, 4-avlod GBA dvigatellarining benzin-gaz boshqaruvini bazaviy sozlamalarida sovuq ishga tushirishdagi benzin sarfi, sozlamalarga kiritilgan ratsional o'zgartirishlardan keyingi holatiga nisbatan yuqoridir. Bu o'z navbatida GBA uchun ortiqcha yonilg'i harajati hisoblanib, ekologik xavfsizlikka ham yuqori darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Xulosalar

Xulosa qilib aytganda, ushbu ilmiy maqolada universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBAning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini, GBUning "benzin-gaz" boshqaruvini dasturiy sozlamalar

yordamida ekspluatatsiya sharoitiga mos holatda ratsional o'zgartirishlar kiritilib rostanishi orqali oshirish stend va ekspluatatsiya sinovlarida asoslandi. GBAning ishga tushirilib benzindan avtomatik gazga o'tishida belgilangan bazaviy harorat 30°C dan 25°C ga tushirilishi, past haroratli ekspluatatsiya sharoitida benzin sarfining qisqarishi hisobiga yonilg'i xarajatlarining pasaytirib va dvigatelning ekologik xavfsizligini yanada oshirishga xizmat qiladi.

Universal yonilg'i ta'minot tizimli 4-avlod GBAning yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitlarida benzin-gaz boshqaruvi o'zgarishi, GBU dasturiy sozlamalaridagi dvigatel TVACHning 1000



min^{-1} ko'rsatgichiga rostlandi. GBU dasturiy sozlamalariga kiritilgan bunday ratsional o'zgartirish, yuqorida keltirilganidek issiq ekspluatatsiya sharoitlarida GBA dvigatellarini yanada energiya tejamkor va ekologik xavfsizlik talablarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Ерохов В. И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика). Учебник для вузов. – М: Горячаялиния – Телеком, 2012. – 598 с
2. В.А. Шишков "Методы управления рабочим циклом двухтопливных и однотопливных поршневых газовых двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием": дис. ... д-ра. техн. наук: 05.04.02 / В.А. Шишков - Самара, 2013. - 395 с,
3. Н.В. Сергеев. Устройство и монтаж газобаллонного оборудования транспортно-технологических машин и комплексов: учебное пособие / Сергеев Н.В., Шоколов В.П., Яровой В.Г., Гетманенко В.М., Щириков В.Н. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2014. – 230 с.,
4. Е. А. Захаров, Ю. И. Моисеев "Газобаллонное оборудование автомобилей": учеб. по- соб. ВолгГТУ, Волгоград, 2015. – 88 с.,
5. Bazarov B. I. , Axmatjanov R. N. , Azimov A., Hamraqulov Y. M. "The method of improving fuel efficiency indicators and ensuring environmental safety of gas cylinder vehicles in low temperature weather conditions" //ICTEA: International Conference on Thermal Engineering. – 2024. – Т. 1. – №. 1.,
6. Bazarov, B., Axmatjanov, R., Tojiyev, J., & Azimov, A. (2023). The concept of improving the performance indicators of gas-cylinder vehicles. In E3S Web of Conferences (Vol. 434, p. 02008). EDP Sciences.]
7. Ерохов, В.И. Безопасность и эффективность эксплуатации автомобилей на компримированном природном газе / В.И. Ерохов // Транспорт на альтернативном топливе. - 2017. - № 5 (59). - С. 5 - 20.
8. И. А. Анисимов, А. С. Иванов, Е. М. Чикишев и др. Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по расходу топлива и выбросам вредных веществ с отработавшими газами. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 296 с