

Operational reliability of compressed natural gas cylinder buses

A.A.Tadjibaev¹, V.U. Jovliev¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article compiles statistical data on the operation of MAN A22 buses to determine the characteristic indicators of the operational reliability of the gas supply system. Based on this data, the operational reliability indicators were identified, a functional model of the system was developed according to its scheme, and the probability of failure-free operation as a complex system was calculated.

Keywords: bus, bus fleet, public transport, operational reliability, failure, malfunction, probability of failure-free operation, runtime, gas supply system, functional model

Siqilgan gaz ballonli avtobuslarning ekspluatatsion ishonchliligi

Tadjibayev A.A.¹, Jovliyev V.U.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada gaz ta'minot tizimining ekspluatatsion ishonchlilikning xususiyat ko'rsatkichlarini aniqlash uchun ekspluatatsiyadagi MAN A22 avtobuslari bo'yicha statistik ma'lumotlari to'plandi. Ushbu ma'lumotlar asosida ekspluatatsion ishonchlilikni xususiyat ko'rsatkichlari aniqlandi va ta'minot tizimi sxemasi asosiga ko'ra uning funksional modeli qurildi hamda buzilmasdan ishlash ehtimolligi, murakkab tizim sifatida hisoblandi.

Kalit so'zlar: avtobus, avtobus saroyi, jamoat transporti, ekspluatatsion ishonchlilik, buzilish, nosozlik, buzilmasdan ishlash ehtimolligi, ishlash muddati, gaz ta'minot tizimi, funksional model

1. Kirish

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-fevraldagi 111-son "Toshkent shahar jamoat transporti tizimini yanada rivojlantirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarori va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining "Tabiiy gaz resurslaridan oqilona foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2024-yil 6-iyuldagi 387-son qarorlari asosida Toshkent shahrida va viloyat markazlarida siqilgan gaz ballonli avtobuslarni ekspluatatsiyasi keng yo'lga qo'yilgan. Shuning uchun siqilgan gaz ballonli avtobuslarni ekspluatatsiyasi jarayonida uning texnik holati va ishonchliligini tadqiq etish dolzarb muammo hisoblanadi. Ushbu ilmiy yo'nalish bo'yicha ko'pgina davlatlarda va O'zbekistondagi olimlar ilmiy ishlar olib bormoqda. [2,3].

Bugungi kunda "Toshshahartransxizmat" AJ ga qarashli avtobus saroylaridagi siqilgan gaz ballonli avtobuslarning ta'minot tizimiga texnik servis va ta'mirlash ishlari "Olimpiya metan SERVICE" MJCH tomonidan o'tkaziladi. Ushbu tashkilot tomonidan 2023 yil sentyabr oyidan, 2024 yil sentyabr oyigacha olib borilgan ishlarning avtobus saroylari bo'yicha vujudga kelgan buzilish, nosozlik jadvali (1- jadval) va siklogrammasi (1-rasm) keltirilgan.

Bir yil vaqt mobaynida 8 ta avtobus saroyi bo'yicha umumiy 334 ta holat yuzasidan gaz ta'minot tizimi bo'yicha buzilishi va nosozliklarini aniqlangan.

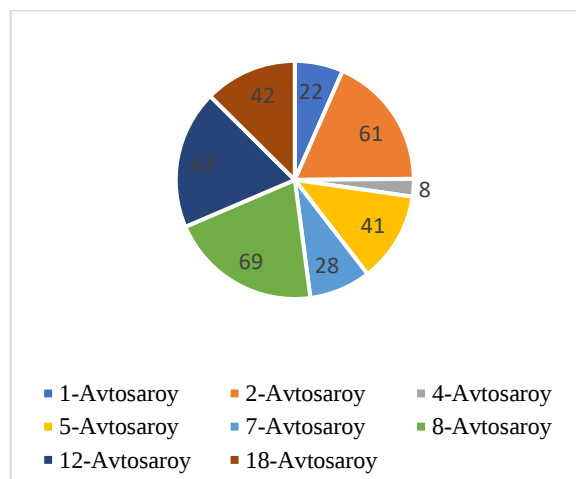
1-jadval.2023 yil sentyabr oyida 2024 yil sentyabr oyigacha olib borilgan ishlarning buzilish va nosozliklar taqsimoti

T/R	Avtobus saroylari raqami	Avtobus saroylaridagi MAN A22 avtobuslari soni	Buzilish va nosozliklar umumiy soni	Gaz ta'minot tizimini tozalash	Germetikligini tekshirish	Ta'minot tizimi filtrlari	Kran klapani	Xavfsizlik klapani	Mexanik klapan	Gaz quvur klapani	Gaz reduktori ta'mirlash yoki	Injector ta'miri	Kran (Jumraklar)
1	1	30	22		1	1	5	1	4		4	4	2
2	2	60	61	7	2		30	2	10		4	3	3
3	4	13	8	1		1	4		1		1		
4	5	44	41	4	2	1	2		7		6	7	10
5	7	56	28	4	2	2	5	2	2	1	2	2	6
6	8	30	69	4	8	5	28	2	7	2	8	9	4
7	12	37	63	4	5	2	22	2	7	2	6	3	11
8	18	47	42	10	4	1	14		2	2	4	2	3
Jami	319	334	34	24	13	110	9	40	7	35	30	39	
Ish turlari bo'yicha ulushi %		100,0	10,2	7,2	3,9	32,9	2,7	12,0	2,1	10,5	9,0	11,7	

^a <https://orcid.org/0009-0000-7926-281X>

^b <https://orcid.org/0000-0002-2840-0343>





1-rasm. "Toshshahartransxizmat" AJga tegishli siqilgan gaz ballonli avtobuslarning ta'minot tizimining buzilishi va nosozliklarini avtobus saroylari bo'yicha taqsimoti siklogrammasi

Yuqoridagilar orqali eng ko'p taminot tizimi bo'yicha buzilish nosozliklar 8-avtobus saroyida 69 dona (21,3%), eng kam buzilish va nosozliklar 4-avtobus saroyida 8 dona (2,5%) kuzatilgan. Bu qiymatlar faqat "Olimpiya metan SERVICE" MCHJ tomonidan hisobga olingan buzilish va nosozliklarni taxlil qilish natijasida shakllangan. Bunda avtobus saroylarida ta'minot tizimi bo'yicha bajarilgan ishlar hisobga olinmagan.

2. Tadqiqot metodikasi

Olingan ma'lumotlar asosida har bir avtobus saroylari bo'yicha ta'minot tizimining ekspluatatsion ishonchligi murakkab tizim sifatida ko'rish mumkin. Statistik ma'lumotlar asosida Toshkent shahrida joylashgan 5-avtobus saroyidagi siqilgan gaz ballonli MAN A22 avtobuslarni ob'ekt sifatida olingan.

2-jadvalda 5-avtobus saroyining gaz ballonli MAN A22 avtobuslar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

2-jadval

5-avtobus saroyidagi MAN A22 bo'yicha ta'minot tizimi nosozliklari haqidagi ma'lumotlar jadvali

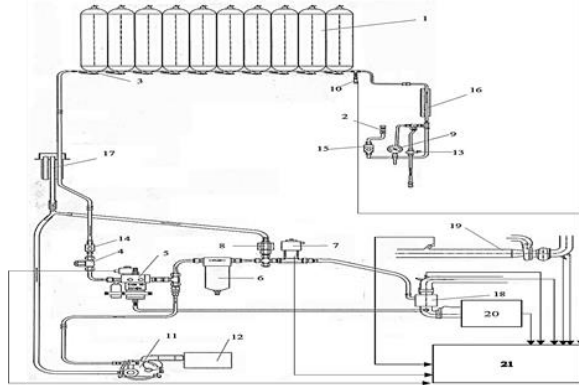
T/R	Avtobuslar ekspluatatsiyaga qo'yilgan yillar	Avtobuslar soni, dona	Avtobuslar ulushi, %	Foydalanishda boshlab o'tirilgan masofasi, km
	2016	1	2,34	57000
	2018	16	37,2	55000
	2022	19	44,1	20000
	2023	7	16,2	15000
	Jami	43	100,00	

2023 yilda 5-avtobus saroyida 43 ta MAN A22 avtobuslar mavjud bo'lib, 2016 yildan boshlab, 2023 yilga bo'lgan vaqtlarda ekspluatatsiya qilishga topshirilgan. 2023 yil sentyabr oyidan 2024 sentyabr oyigacha 5-avtobus

saroyida avtobuslar ta'minot tizimida uchragan buzilish va nosozlik soni 1-jadvaldan 41 ta ekanligi, shundan asosan gaz reduktori, injektor va mexanik klapan, gaz quyish jumraklarida buzilish va nosozliklar ko'p uchragan.

Ushbu buzilish va nosozliklar orqali ekspluatatsion ishonchlilikni ta'minot tizimi sxemasi bo'yicha taxlil qilish uchun uning funksional modeli tuzildi.

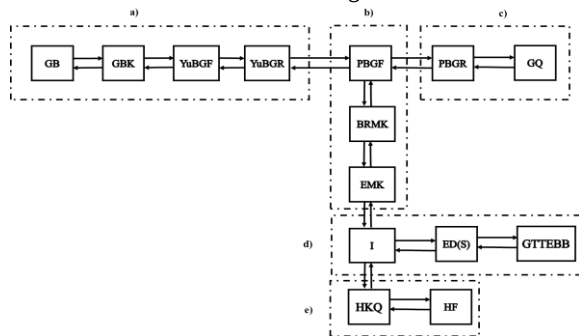
Funksional model- uni qurish ishonchlilikni tadqiq etish obyekt sifatida qaraladigan tizimni bir-biri bilan funksional bog'langan kichik tizimlarga bo'lish mumkin deb hisoblanadi va bu model asosida tizim ishonchliligini taxlil etish va kerakli tavsiyalar ishlab chiqishga imkon beradi [2].



2-rasm. Siqilgan tabiiy gaz ballonli avtobuslar ta'minot tizimi

1-gaz ballon; 2-xavfsizlik klapani; 3-gaz ballon jumrak klapani; 4-yuqori bosimli filtri; 5-yuqori bosimli gaz reduktori; 6-gaz filtri; 7-elektromagnitli klapan; 8-bosimni rostlash mexanik klapani; 9-manometr; 10-bosim sensori(datchigi); 11-past bosimli reduktor; 12-gazni qizdirgich; 13-gaz quyish jumragi(krani); 14-jumrak; 15-havfsizlik jumragi; 16-gaz quyish joyidagi shamollatish liniyasi; 17-dvigatel bo'lmasidagi shamollatish liniyasi; 18-gazni injektorga borish; 19-chiqarish quvuri; 20-injektor; 21-Gaz ta'minot tizimi elektron boshqaruv bloki.

Siqilgan tabiiy gaz ballonli ta'minot tizimining funksional modeli 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Siqilgan gaz ballonli ta'minot tizimining funksional modeli

Yuqori bosimli kichik tizim; b) past bosimli kichik tizim; c) gazni qizdirish tizimi; d) gaz va havo aralashmasini furkash tizimi; e) havo kiritish kichik tizimi; GB-gaz ballon; GBK-gaz ballon klapani; YuBGF-yuqori bosimli gaz filtri; YuBGR-yuqori bosimli gaz reduktori; PBGF- pas bosimli gaz filtri; PBGR-past bosimli gaz reduktori; GQ- gaz qizdirgich; BRMK-bosim rostlash mexanik klapani; EMK-elektromagnit klapan; I-injektor; ED(S)-elektron datchik(sensor)lar; GTTEBB- gaz ta'minot tizimi elektron boshqaruv bloki; HKQ- havo kiritish quvuri; HF- havo filtri.

Funksional modelda ta'minot tizimi beshta kichik tizimlarga ajratgan;

- yuqori bosimli kichik tizim;
- past bosimli kichik tizim;
- gazni qizdirish tizim;
- gaz va havo aralashmasini furkash kichik tizim;
- havo kiritish tizimlari.

Har bir kichik tizimni buzilmasdan ishlash ehtimolligini $R(L)$ bo'lib, umumiy ta'minot tizimining buzilmasdan ishlash ehtimolligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{GTT}(L) = R_{YB}(L) \cdot R_{PB}(L) \cdot R_{GQ}(L) \cdot R_{GH}(L) \cdot R_{HK}(L) = \prod_{i=1}^n R_i(L) \quad (1)$$

Bu yerda: $R_{YB}(L)$,- yuqori bosimli kichik tizimning buzilmasdan ishlash ehtimolligi; $R_{PB}(L)$ -past bosimli kichik tizimning buzilmasdan ishlash ehtimolligi; $R_{GQ}(L)$ - gazni qizdirish tizimi buzilmasdan ishlash ehtimolligi; $R_{GH}(L)$ - gaz va havo aralashmasini furkash tizimi buzilmasdan ishlash ehtimolligi; $R_{HK}(L)$ havo kiritish kichik tizimi buzilmasdan ishlash ehtimolligi.

Tizim elementlarining buzilmasdan ishlash ehtimolligi olingan statistik ma'lumotlar asosida hisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi[3].

$$R_i(L) = \frac{N_o - \sum m_i(L)}{N_o} \quad (2)$$

bu yerda: N_o – kuzatuvga olingan buyumlar soni 44 dona (mavjud avtobuslar soni) , dona; $\sum m_i(L)$ – kuzatuv davri ichida i-chi element bo'yicha buzilishlar soni, dona.

3. Natija va muhokamalar

Ta'minot tizimini ishonchligi yuqorida funksional modelning kichik tizimlarida eng ishonchi past detal va agregatlarning ishonchligidan ham past bo'ladi

5-avtobus saroyida mavjud avtobuslarning ta'minot tizimi bo'yicha buzilish va nosozliklar sonini quyidagi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

5-avtobus saroyida mavjud avtobuslarning ta'minot tizimi bo'yicha buzilish va nosozliklar soni

T/R	Kichik tizimlar	Buzilish va nosozliklar	Buzilish va nosozliklar soni, marta
1	Yuqori bosimli kichik tizim	Gaz balloni	0
2		Gaz ballon klapani	4
3		Yuqori bosimli gaz filtri	5
4		Yuqori bosimli gaz reduktori	1
5	Past bosimli kichik tizim	Past bosimli gaz fitri	4
6		Bosimli rostlash mexanik klapani	2
7		Elektromagnit klapan	2
8	Gazni qizdirish kichik tizimi	Past bosimli gaz reduktor	2
9		Gaz qizdirgich	0
10	Gaz va havo aralashmasini	Ijektor	2
11		Elektron datchik(sensor)lar	0

12	furkash kichik tizimi	Gaz ta'minot tizimi elektron boshqaruv tizimi	0
13	Havo kiritish tizimi	Havoni kiritish quvuri	0
14		Havo filtri	0

Ushbu jadvaldan qiymatlarni olib (2) formulaga qo'yib har bir element ishonchlik ko'rsatkichi buzilmasdan ishlash ehtimolligi topiladi. Buzilish va nosozliklar qayt etilmagan kichik tizim va elementlarning buzilmasdan ishlash ehtimolligini 1 deb qabul qilib olamiz.

Yuqori bosimli kichik tizim bo'yicha

Gaz ballon klapanining buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_1(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-4}{44} = 0,91;$$

Yuqori bosimli gaz filtri buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_2(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-5}{44} = 0,89;$$

Yuqori bosimli gaz reduktori buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_3(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-1}{44} = 0,98;$$

Yuqori bosimli kichik tizim buzilmasdan ishlash ehtimolligi

$$R_{YB}(L) = R_1(L) \cdot R_2(L) \cdot R_3(L) = 0,91 \cdot 0,89 \cdot 0,98 = 0,79$$

Past bosimli kichik tizim bo'yicha

Past bosimli gaz fitri buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_1(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-4}{44} = 0,91;$$

Bosimli rostlash mexanik klapani buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_2(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-2}{44} = 0,95;$$

Elektromagnit klapan buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_3(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-2}{44} = 0,95;$$

Past bosimli kichik tizim buzilmasdan ishlash ehtimolligi

$$R_{YB}(L) = R_1(L) \cdot R_2(L) \cdot R_3(L) = 0,91 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,82$$

Gazni qizdirish kichik tizimi bo'yicha;

Past bosimli gaz reduktor buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_1(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-2}{44} = 0,95;$$

Gazni qizdirish kichik tizimi bo'yicha;

$$R_{YB}(L) = R_1(L) = 0,95$$

Gaz va havo aralashmasini furkash kichik tizimi bo'yicha;

Bosimli rostlash mexanik klapani buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_1(L) = \frac{N_o - \sum m(L)}{N_o} = \frac{44-2}{44} = 0,95;$$

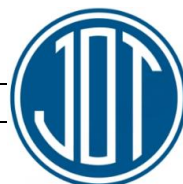
Gaz va havo aralashmasini furkash kichik tizimi buzilmas ishlash ehtimolligi;

$$R_{YB}(L) = R_1(L) = 0,95$$

Umumiy ta'minot tizimining buzilmasdan ishlash ehtimolligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{GTT}(L) = R_{YB}(L) \cdot R_{PB}(L) \cdot R_{GQ}(L) \cdot R_{GH}(L) \cdot R_{HK}(L) = 0,79 \cdot 0,82 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,58$$

Umumiy ta'minot tizimi buzilmasdan ishlash ehtimolligiga kichik tizim buzilmasdan ishlash ehtimolligi keskin ta'sir etadi.



4. Xulosa

Yuqori bosimli kichik tizimning ishonchliligi eng past ekanligi va shu tizimda ko'p nosozliklar uchraganligini aniqlandi va tizim ishonchliligini oshirish uchun ushbu kichik tizim ishonchliligini oshirishga ko'p e'tibor berish kerak ekanligini aniqlandi. Hisob natijalariga ko'ra eng past buzilmasdan ishlash ehtimollik yuqori bosimli kichik tizimga to'g'ri keladi, tizimning umumiy buzilmasdan ishlash ehtimolligi bundan ham kichik. Texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlari o'z vaqtida va sifatli bajarilishini ta'mirlash orqali har qanday tizimning buzilmasdan ishlash ehtimolligini yaxshilash uchun kichik tizimlarning detallari ishonchliliklar o'rganilib qaysi kichik tizim ishonchlilik xususiyat ko'rsatkichlarini miqdori murakkab tizim ishonchliliga ta'siri aniqlanib, uni oshirish yo'llari ishlab chiqiladi va avtotransport korxonasiga texnik servis ishlarining bajarilishi va uning tarkibini shakllantirish hamda mehnat sarflarini miyyorlashga tavsiyalar beriladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] А.Э. Цыганков. Техническая эксплуатация автомобилей, работающих на альтернативных видах топлива. Методические указания. Ставрополь 2015
- [2] Sh.P.Magdiyev. Avtomobillar texnik ekspluatatsiyasi va servisi. Darslik. Toshkent "NIF MSH" nashriyoti 2021 yil. 308 bet.
- [3] A.A. Tojiboyev, Q.M. Sidiqnasarov, K.I. Ibrohimov, N.V. Kusnetsov. Ishonchlilik nazariyasi va diagnostika asoslari: Oliy o'quv yurtlari bakalavrlari uchun darslik. T.: "Extremum-Press" 2015. 296 b.
- [4] Аринин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей: управление технической готовностью подвижного состава: учеб. пособие для вузов / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. - Изд. 2-е. - Ростов: Феникс, 2009.
- [5] Cairo Air Improvement Project Compressed Natural Gas Component Operations and Maintenance Manual for CTA and GCBC CNG Garages. Chemonics International, Inc. USAID/Egypt, Office of Environment. Cummins Westport, Inc. Engine Overview: March 2015
- [6] Abdinabi Abdirakhmonovich Tadjibayev, Vasik Ulashevich Jovliyev, and. Mirjahan Istam ugli Ergashev. Advantages and disadvantages of operating gas cylinder vehicles // Central Asian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences 02.02 (2023): 102-107.
- [7] Tadjibayev Abdinabi Abdiraxmonovich, Jovliyev Vasik Ulashevich "Gaz ballonli avtomobillarni ekspluatatsiyasi afzalliklari va kamchiliklari" // Образование наука и инновационные идеи в мире №16, 03.2023.
- [8] Tadjibaev A.A. Determination of the coefficient of technical readiness of trucking companies depending on the

availability of spare parts. TARCI, Bulletin 2/2017. Pages 98-103.

[9] Tadjibaev A.A. Influence of the resources of replacement parts on the reliability of vehicles during operation. TARCI, Bulletin 1/2020. P. 3-9.

[10] Tadjibaev A.A. Methodology for determining the need for spare parts for cars. TARCI Bulletin 3-4 / 2017. Pages 81-85.

[11] Tadjibaev A.A. "Determination of the required quantity of spare parts for the car park" 187-194 pp. Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan. Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan. International scientific-practical seminar "Innovations in automobile transport: the main direction between science and business" 18-19 September 2019 y Tashkent.

[12] Tadjibayev A.A. Avtomobillarning ishonchliligini ekspluatatsiya jarayonida tadqiq etish. /monografiya/; -Toshkent: "Innovatsiya-Ziyo", 2022. 150 b.

[13] Kadirshaev T., Tadjibaev A., Ibrahimov K. Improving the Technological Accounting of Maintenance Stations Located in Cities, AIP Conference Proceedings 2789,040091(2023) research article June 23 2023 <https://doi.org/10.1063/5.0145667>

[14] Tadjibayev A.A., Jovliyev V.U., and Ergashev M.I. "Advantages and disadvantages of operating gas cylinder vehicles" Central Asian Journal of Mathematical theory and Computer Sciences 02.02 (2023): 102-107.

[15] A.A. Tadjibaev, V.U. Jovliyev, S.O. Narziev, I.T. Karimov. Determination of the gas reducer resource of gas cylinder buses. Fifteen International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications May 28-June 1, 2024 Tashkent, Uzbekistan.

[16] Abdinabi A. Tadjibayev, Vasik U. Jovliyev. Evaluation of operational reliability indicators. E3S Web of Conferences 587, 03014 (2024) GreenEnergy 2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458703014>.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tadjibayev Abdinabi Abduraxmonovich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomobil va avtomobil xo'jaligi" kafedrası professori.t.f.n. E-mail: Abdunabi-t@mail.ru Tel.: +99890 947-19-47 https://orcid.org/0000-0000-7926-281X
Jovliyev Vasik Ulashevich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomobil va avtomobil xo'jaligi" kafedrası doktoranti E-mail: jvosiq@gmail.com; Tel.: +99897 383-86-76 https://orcid.org/0000-0002-2840-0343

