

საქალაქო ავტობუსის საიმედოობის კვლევის მეთოდის ოპტიმიზაცია

ვალერი ჯაჯანიძე¹, მალხაზი ხვედელიძე²

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, vl.jajanidze@gtu.ge, 597-933-966, ORCID id - 0009-0000-1442-2595; ²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აკადემიური დოქტორი malxo7027@gmail.com, 593-435-553.

რეზიუმე

თანამედროვე ქალაქების საზოგადოებრივი ავტოტრანსპორტის საიმედოობის მართვის თვალსაზრისით, მხოლოდ ნამუშევრის - გარბენის სიდიდის გამოყენება არადამაკმაყოფილებელია, რამდენადაც წარმოდგენილი სახეობის ავტოტრანსპორტის საექსპლუატაციო პირობები მოიცავს ისეთ რეჟიმებს, როლის დროსაც ტექნიკური მდგომარეობის შეფასება მხოლოდ გარბენის მიხედვით არ იქნება რელევანტური. წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია საზოგადოებრივი დადგენილი მარშრუტით მოძრავი M1 და M2 კატეგორიის ავტობუსების მუშაობის დამახასიათებელი თავისებურებები, გამოვლენილია უსაფრთხოებაზე მოქმედი მექანიზმებისა და სისტემების ძირითადი სამუშაო რეჟიმები და დამუშავებულია მისი, როგორც ერთიანი ტექნიკური ნაკეთობის საიმედოობის მართვის კომპლექსური მიდგომა.

საკვანძო სიტყვები: საქალაქო ავტობუსი, საიმედოობა, უმტყუნებო მუშაობა, საშუალო რესურსი

შესავალი

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილის საიმედოობის მაჩვენებლების გამოვლენა ხდება მათზე დაკვირვების შედეგად მიღებული მტყუნებების და უწყესივრობების შესახებ სტატისტიკური მასალების დამუშავების და ანალიზის გზით. როგორც წესი ამ დროს სტრუქტურული ელემენტის მტყუნება განიხილება როგორც ხდომილება შემთხვევითი ნამუშევრის გარკვეულ მნიშვნელობაზე. საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობისთვის კი ნამუშევარი წარმოადგენს გარბენას კმ-ში, ამიტომ ყველა საანგარიშო და ნორმატიული მაჩვენებლები მოცეულია (ან მიღებულია) გარბენის მიხედვით. ასეთი მიდგომა საყოველთაოდ აღიარებული და დადასტურებულია ავტომობილების მუშაობის ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზისა და შეფასების დროს.

თანამედროვე საქალაქო საზოგადოებრივი ავტოტრანსპორტის ექსპლუატაციის რეჟიმები უმეტესად ერთგვაროვანია, რაც გამოიხატება წინასწარ შერჩეული მარშრუტის შესაბამისად სხვადასხვა კატეგორიის ავტობუსების გადაადგილებით და მარშრუტზე არსებული მგზავრთა ჩასხდომა-გადმოსხდომის ადგილებში აუცილებელი გაჩერების უზრუნველყოფით. საიმედოობის ძირითადი პარამეტრების შეფასების მიზნით მნიშვნელოვანია წარმოდგენილი ე.წ. ჩაკეტილი ციკლის საექსპლუატაციო რეჟიმის დამახასიათებელი შემფასებელი პარამეტრი გახდეს ძირითადი ფაქტორი ავტობუსის ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფისა და პროგნოზირების მეთოდების დამუშავებისას.

საზოგადოებრივი ავტოტრანსპორტი წარმოადგენს რთულ კონსტრუქციულ ნაკეთობას რომელიც მოიცავს მრავალ კვანძს, მექანიზმს და სისტემას, ერთმანეთზე ფუნქციონალური დამოკიდებულებით და მუშაობის პარამეტრებით. ამას ემატება ისიც, რომ ერთი და იგივე მოდელის ავტომობილს მუშაობა უხდება სხვადასხვა საექსპლუატაციო პირობებში, ე.ი. იცვლება მათი მუშაობის რეჟიმი. ეს კი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საიმედოობის მაჩვენებლებზე.

ძირითადი ნაწილი

საზოგადოებრივი ავტოტრანსპორტის ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის სამუშაოების პერიოდულობის, ასევე მათი მოლოდინის განსაზღვრისას გამოყენებულია ნამუშევრის ძირითადი სახეობა გარბენი, რაც საქალაქო ავტობუსის შემთხვევაში ვერ უზრუნველყოფს სრულად შეაფასოს ავტოტრანსპორტის, როგორც ტექნიკური ნაკეთობის საიმედოობის მაჩვენებლები, რამდენადაც სამუშაო რეჟიმის შესაბამისად გარდა მოძრაობის ადგილი აქვს ტექნიკური სისტემის ისეთი ელემენტების მუშაობას, რაც არაა დაკავშირებული გარბენთან. საქალაქო ავტობუსის შემთხვევაში ასეთ მექანიზმებს და სისტემებს მიეკუთვნება სამუხრუჭო და საჭით მართვის სისტემა, გადამბულობა, გადაცემათა კოლოფი, კარების გამღებ-ჩამკეტი მექანიზმი, დაკიდების სისტემა და სხვ. აღნიშნული მექანიზმების მუშაობის რეჟიმების ამსახველ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს დატვირთვათა ციკლების რაოდენობა, მუხრუჭებისთვის დამუხრუჭებათა რაოდენობა, რაც პირდაპირ კავშირშია საჭის მექანიზმის, გადამბულობის და გადაცემათა კოლოფის გაზრდილ სადატვირთვო რეჟიმებთან, კარების გაღება-დაკეტვის მექანიზმის ამუშავებასთან, დაკიდების სისტემის ელემენტების გადატვირთვასთან და ძრავას მუშაობის გაზრდილ დატვირთვებთან. საქალაქო ავტობუსის საერთო გარბენა, რომლის მიხედვითაც ხდება ზოგადად საავტომობილო ტრანსპორტის საიმედოობის კვლევა, შედგება ნულოვანი (ავტოსატრანსპორტო ბაზიდან საწყის პუნქტამდე სამუშაო დღის დასაწყისში პირიქით დღის ბოლოს) და მარშრუტზე შესრულებული გარბენებისაგან.

მარშრუტზე მოძრაობისას ავტობუსის ზემოთ ჩამოთვლილი მექანიზმების და სისტემების მუშაობის რეჟიმების ამსახველ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს დატვირთვათა ციკლების რაოდენობა, რომლის მიხედვითაც უნდა

მოვახდინოთ შესრულებული გარბენის კორექტირება, ხოლო ნულოვანი გარბენის შემთხვევაში დატვირთვათა ციკლების რაოდენობა მინიმალურია ან საერთოდ არ არის. შესაბამისად შეგვიძლია ჩავწეროთ, რომ ავტომობილის ძირითადი სისტემებისა და მექანიზმების საშუალო რესურსი, რომელიც ზღვრული მდგომარეობით განისაზღვრება, დამოკიდებულია ნამუშევრის სიდიდეზე და დატვირთვათა ციკლების რაოდენობაზე.

ავტომობილის, მისი აგრეგატების და სისტემების საიმედოობა დამოკიდებულია, მის კონსტრუქციაზე, დამზადების ტექნოლოგიაზე, საექსპლუატაციო პირობებზე, მუშაობის რეჟიმებზე და სხვა ფაქტორებზე.

საიმედოობის, როგორც კომპლექსური თვისების, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს ავტომობილის და მისი ელემენტების უმტყუნებლობა. უმტყუნებლობა ესაა ავტომობილის, აგრეგატის, სისტემის, დეტალის თვისება უწყვეტად შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი გარკვეული ნამუშევრის (გარბენის) განმავლობაში. უმტყუნებლობის თვისების შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა მაჩვენებლები, რომელთა შორის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა – $P(L)$.

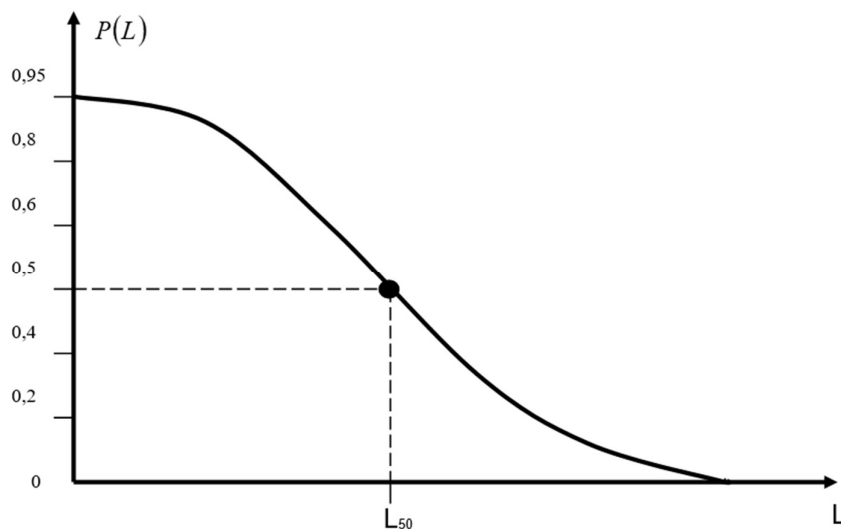
უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა ესაა ალბათობა იმისი, რომ მოცემული ნამუშევრის (გარბენის) განმავლობაში მტყუნება არ მოხდება. სტატისტიკური შეფასებისას უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$P(L) = \frac{N_0 - n}{N_0} = \frac{N(L)}{N_0}$$

სადაც, N_0 არის დასაკვირვებელი ავტომობილების რაოდენობა;

n - მწყობრიდან გამოსული ელემენტების რაოდენობა 0-დან - მდე;

$N(L)$ - მუშაობის უნარის მქონე ელემენტების რაოდენობა იგივე გარბენაზე.



ნახ. 1. უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდი.

ავტომობილის, მისი აგრეგატების და სისტემების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა დიაგრამის სახით წარმოდგენილია ნახ. 1 სახით.

წარმოდგენილი დიაგრამა სტანდარტულად ასახავს დამოკიდებულებას ავტომობილის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობასა და მის ძირითად ნამუშევარს - გარბენს შორის, რაც არასაკმარისია ქალაქში მომუშავე ავტობუსების საიმედოობის კვლევისათვის, გამომდინარე იქედან, რომ საქალაქო ავტობუსების მუშაობის რეჟიმი ხასიათდება მოძრაობის განსხვავებული სიჩქარით და დამუხრუჭებათა დიდი რაოდენობით, რაც გავლენას ახდენს (კერძოდ ამცირებს) საქალაქო ავტობუსის (მუხრუჭები, გადამბულობა, გადაცემათა კოლოფი, კარებების გამღებ-ჩამკეტი მექანიზმი, ძრავა და სხვ.) რესურსზე. ამიტომ აუცილებელია ქალაქში მომუშავე ავტობუსების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა შეფასდეს გარბენის მნიშვნელობით, რომელიც დატვირთვათა ციკლების დამყვანი კოეფიციენტით იქნება დაკორექტირებული.

ავტომობილის საიმედოობის მაჩვენებლების კვლევის დროს, უაღრესად მნიშვნელოვანია მისი მექანიზმების, სისტემების, კვანძებისა და დეტალების საშუალო რესურსის განსაზღვრა, რაც თავის მხრივ ელემენტის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობით მიხედვით განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით:

$$L_{\text{საშ}} = \sum_0^{\infty} P(\Delta L_i) \Delta L_i$$

სადაც ΔL_i არის ინტერვალის სიდიდე, ათასი კმ.

საქალაქო ავტობუსის საერთო გარბენა, რომლის მიხედვითაც ხდება ზოგადად საავტომობილო ტრანსპორტის საიმედოობის კვლევა, შედგება ნულოვანი (ავტოსატრანსპორტო ბაზიდან საწყის პუნქტამდე სამუშაო დღის დასაწყისში პირიქით დღის ბოლოს) და მარშრუტზე შესრულებული გარბენებისაგან.

საქალაქო პირობებში მომუშავე ავტობუსების დამუხრუჭებათა რაოდენობა უშუალოდ დამოკიდებულია, მარშრუტზე არსებულ სავალდებულო გაჩერებათა რაოდენობაზე, გადასარბენის სიდიდეზე, რომელიც თავის მხრივ განისაზღვრება ხაზზე მგზავრთნაკადების მოცულობის მიხედვით, მარშრუტზე არსებული რეგულირებადი გზაჯვარედინების რაოდენობაზე და ზოგად საგზაო პირობებზე.

საქალაქო ავტობუსის საიმედოობის კვლევისას, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მისი გარბენის, როგორც ნამუშევრის ძირითადი სახეობის კორექტირებას დატვირთვათა ციკლების რაოდენობის გათვალისწინებით, სწორედ ამ მიზნით შემოგვაქვს ე.წ. „მაკორექტირებელი კოეფიციენტი“ - ს ცნება, რაც საშუალებას მოგვცემს კვლევის აქტიურ ფაზაში ექსპერიმენტულად განისაზღვროს საქალაქო საზოგადოებრივი ავტოტრანსპორტის კონკრეტული მარშრუტის თავისებურება დატვირთვათა ციკლების რაოდენობის თვალსაზრისით, მოხდეს მისი შესაბამისი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის დაყვანა და დაკორექტირდეს გარბენის მნიშვნელობა კონკრეტული საექსპლუატაციო რეჟიმის შესაბამისად.

გარბენის სიდიდის მაკორექტირებელი კოეფიციენტის განსაზღვრისთვის აუცილებელია წარმოვადგინოთ საქალაქო ავტობუსის აგრეგატების, კვანძების, დეტალების სრული რესურსის დაყვანილი მნიშვნელობა ნამუშევრის 1000 კმ-ზე და არნისნული ნამუშევრის შესაბამისი დატვირთვითა ციკლების თეორიული (ეტალონური) მნიშვნელობა, რაც შესაძლებელს გახდის გარბენის ნომინალურ მნიშვნელობაზე დატვირთვითა ციკლების ცვლილების შემთხვევაში, ნამუშევრის სიდიდის კორექტირება განხორციელდეს, არა მხოლოდ გარბენის, არამედ დატვირთვითა ციკლების რაოდენობის გათვალისწინებით, შესაბამისად გარბენის, როგორც ნამუშევრის დატვირთვითა ციკლების რაოდენობის მიხედვით მაკორექტირებელი კოეფიციენტი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$\alpha = \frac{n_{\text{რ}}}{n_{\text{ეტ.}}}$$

სადაც, $n_{\text{რ}}$ არის საქალაქო ავტობუსის გარბენის 1000 კმ-ზე არსებული დატვირთვითა ციკლების რეალური (გაზომილი) მნიშვნელობა;

$n_{\text{ეტ.}}$ - საქალაქო ავტობუსის გარბენის 1000 კმ-ზე არსებული დატვირთვითა ციკლების ეტალონური მნიშვნელობა.

საიმედოობის კვლევის თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საქალაქო ავტობუსის საერთო გარბენის სიდიდის განსაზღვრას, სადაც გათვალისწინებული იქნება გარბენის ერთეულზე მოსული დატვირთვითა ციკლების რაოდენობა, აღნიშნული სიდიდე შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ფორმულით:

$$L_{\text{ბ}} = L_{\text{ბარ}} \cdot \alpha + L_0, \quad \text{კმ.}$$

სადაც $L_{\text{ბარ}}$ და L_0 არის შესაბამისად მარშრუტზე შესრულებული და ნულოვანი გარბენა, კმ;

α - მარშრუტზე შესრულებული გარბენის დატვირთვითა ციკლების გათვალისწინებით დამაკორექტირებელი კოეფიციენტი (რაც მეტია მარშრუტზე დამუხრუჭებათა რაოდენობა, მით უფრო მეტია მისი სიდიდე).

საქალაქო ავტობუსის იმ აგრეგატებისა და კვანძების საიმედოობის შესაფასებლად, რომელთათვისაც გარბენის, როგორც ნამუშევრის დაკორექტირება მოხდა დატვირთვითა ციკლების შესაბამისად, კვლევა მიზანშეწონილია განვახორციელოთ მარშრუტზე შესრულებული გარბენის მიხედვით, რომელიც გამოისახება ფორმულით:

$$L_{\text{ბარ}} = \frac{L_{\text{ბ}} - L_0}{\alpha}, \quad \text{კმ.}$$

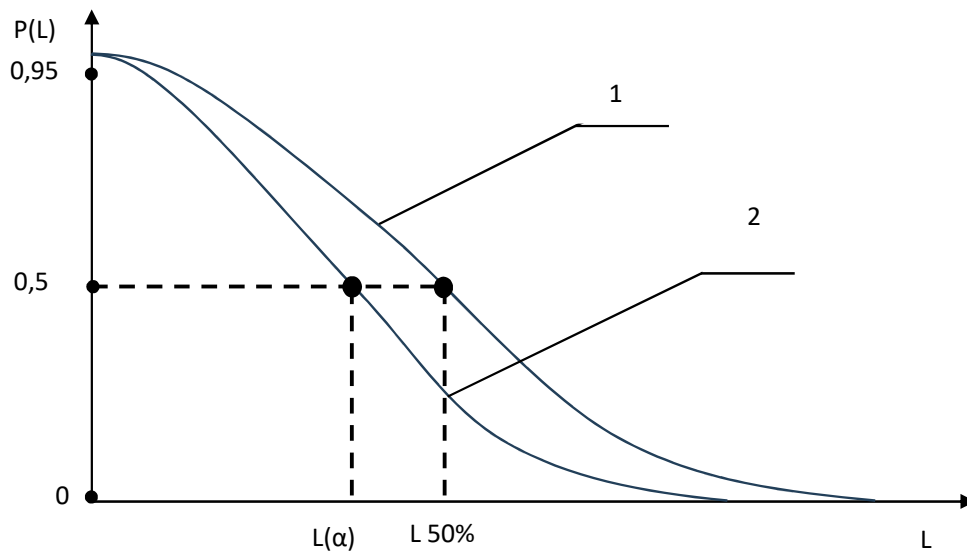
შედეგად მოცემული მექანიზმებისა და სისტემების საშუალო რესურსი, დატვირთვითა ციკლების გათვალისწინებით გარბენის მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გამოყენებით მარშრუტზე შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$L_{\text{საშ}} = \sum_0^{\infty} P(\Delta L_{\text{მარ}}) \Delta L_{\text{მარ}}, \text{ კმ}$$

სადაც $\sum_0^{\infty} P(\Delta L_{\text{მარ}})$ არის სისტემის ან მექანიზმის უმტყუნებო მუშაობის ინტერვალური ალბათობა;

$\Delta L_{\text{მარ}}$ - ინტერვალის სიდიდე, კმ.

საქალაქო ავტობუსის იმ აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა, რომელთა ნამუშევარი ხასიათდება დატვირთვათა ციკლებით და აუცილებელია მოვახდინოთ გარბენის დაკორექტირება დატვირთვათა ციკლების რაოდენობის გათვალისწინებით, წარმოდგენილია ნახაზზე 2.



ნახ. 2. ელემენტის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა.

1. საქალაქო ავტობუსის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდი სტანდარტული გარბენის შემთხვევაში;
2. საქალაქო ავტობუსის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდი სტანდარტული გარბენის დატვირთვათა ციკლების მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით.

როგორც წარმოდგენილი ნახაზიდან ჩანს, დატვირთვათა ციკლების მაღალი ინტენსივობის პირობებში, საქალაქო ავტობუსის იმ აგრეგატებისა და სისტემების საიმედოობის კვლევა მხოლოდ გარბენის გამოყენებით არ იძლევა სასურველ შედეგს, რამდენადაც $L(\alpha) < L(50)$ და შესაბამისად აუცილებელია საქალაქო ავტობუსის ტექნიკური მომსახურებისა და პროფილაქტიკური სამუშაოების დაგეგმვა მოხდეს შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენებით.

დასკვნა

გარბენის, როგორც ნამუშევრის შემფასებელი ძირითადი პარამეტრის გამოყენება ავტომობილის ტექნიკური მომსახურების და პროფილაქტიკური სამუშაოების შესრულების პერიოდულობის განსაზღვრის და ზოგადად საიმედოობის კვლევის მიზნით, რიგ შემთხვევებში არ იძლევა სასურველ შედეგს, რაც თავისთავად ქმნის საიმედოობის კვლევის ახალი მიდგომების შექმნის საჭიროებას. ნაშრომში შემოთავაზებული საქალაქო ავტობუსის საიმედოობის კვლევის მეთოდოლოგია საშუალებას იძლევა კვლევა და მისი ძირითადი მაჩვენებლების დაზუსტება მოხდეს ავტობუსის კონკრეტული კვანძისა და მექანიზმის მუშაობის რეჟიმის გათვალისწინებით, რაც რეალურ საექსპლუატაციო პირობებში ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფის ორგანიზაციულ-ტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსის დამუშავებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ვ. ლეკიაშვილი, ვ. ჯაჯანიძე, დ. უგულავა, მუშაობის რეჟიმების გავლენა ავტომობილის საიმედოობის მაჩვენებლებზე. სტუ, „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბ. 2009წ. გვ. 81-85;
2. ვ. ლეკიაშვილი, ავტომობილის საიმედოობა, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი 2005წ. 93 გვ.;
3. В. Лекиашвили, Диссертация на соисканиеучетной степени кандидата наук. Москва, МАДИ. 1978г. с. 132-137.

Optimization of Study Method for the Reliability of Urban Bus

Valeri Jajanidze¹, Malkhazi Khvedelidze²

¹Associate Professor, Georgian Technical University, vl.jajanidze@gtu.ge; 597-933-966, ORCID id - 0009-0000-1442-2595; ²Academic Doctor, Georgian Technical University, malxo7027@gmail.com, 593- 435-553.

Abstract

In modern cities, relying solely on mileage to manage the reliability of public bus transport is insufficient. This is because the operational conditions of such vehicles include modes where assessing technical condition based solely on mileage is not relevant. This paper examines the characteristic features of M1 and M2 category buses operating on established public routes. It identifies the primary operating modes of mechanisms and systems affecting safety and develops a complex approach to reliability management for these buses as a unified technical product.