

ვალერი ჯაჯანიძე

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილის
საიმელოგის მართვის მეთოდების დამუშავება

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური
ხარისხის მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო 2012 წელი

საავტორო უფლება © 2012 წელი, ვალერი ჯაჯანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ ქვემოთ ხელმოწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ვალერი ჯაჯანიძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს: „ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილის საიმედოობის მართვის მეთოდების დამუშავება“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი:

ხელმძღვანელი: ვარლამ ლეკიაშვილი

ტ.მ.დ. სრ. პროფ. -----

რეცენზენტი -----

რეცენზენტი -----

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
2012 წელი

ავტორი: ვალერი ჯაჯანიძე

დასახელება: ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილის საიმედოობის
მართვის მეთოდების დამუშავება

ფაკულტეტი: სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: 26 აპრილი, 2012 წელი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ
ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით
მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა
და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ
უნივერსიტეტს

დოქტორანტი ————— ვალერი ჯაჯანიძე

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების
გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია
ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებულ საავტორო
უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა
(გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ
სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს
მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა
მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ავტომობილის ეფექტურობის ამაღლების მნიშვნელოვან გზას წარმოადგენს ავტომობილის, მუშაობის უნარიანი მდგომარეობის სათანადო (ოპტიმალურ) დონეზე შენარჩუნება. ეს უზრუნველყოფს ავტომობილის მწარმოებლურობის, მოძრაობის უსაფრთხოების და ეკოლოგიურობის ამაღლებასა და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას. აღნიშნული საკითხის დიდ მნიშვნელობაზე მიუთითებს, თუნდაც ის, რომ ავტომობილის ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე გაწეული ხარჯები 2-2,5-ჯერ აღემატება ახალი ავტომობილის დამზადების ხარჯებს. ამიტომ საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტიანობის ამაღლების თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი მეთოდების დამუშავებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ავტომობილების საიმედოობის სასურველი დონის შენარჩუნებას მინიმალური დანახარჯების პირობებში.

ნაშრომის მიზანია ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის მართვის მეთოდების დამუშავება და მათი რეალიზაციით ეფექტიანობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ამაღლება.

აღნიშნული საკითხის ირგვლივ ლიტერატურის მიმოხილვისა და არსებული მეთოდების ანალიზის საფუძველზე ჩამოყალიბებული იქნა შემდეგი ძირითადი ამოცანები: ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების საიმედოობის მაჩვენებლებზე მუშაობის რეჟიმების პარამეტრების გავლენა და მისი შეფასების მეთოდის დამუშავება; ტექნიკური მომსახურების ოპერაციების შესრულების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება; აგრეგატებისა და სისტემების დეტალების შეცვლის ოპტიმალური სისტემის დამუშავება ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმით.

ნაშრომი მოიცავს თეორიულ და ექსპერიმენტულ კვლევებს. კვლევის ობიექტად აღებულ იქნა ქალაქის პირობებში მომუშავე "ბოგდან A-092" მარკის საქალაქო ავტობუსი. აღნიშნული ავტობუსის საექსპლუატაციო პირობებისგან გამომდინარე საჭირო გახდა საიმედოობის მაჩვენებლებისა და მუშაობის რეჟიმების ურთიერთკავშირის განსაზღვრა. აღნიშნული ურთიერთკავშირის შესაფასებლად შეფასებისათვის, გამოყენებულია კორელაციის კოეფიციენტი.

ნაშრომში დამუშავებული იქნა ავტომობილების ტექნიკური მომსახურების ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი. ტექნიკური მომსახურების რეჟიმის ოპტიმიზირების მოდელირების დროს გათვალისწინებულ იქნა უმტყუნებლობის კრიტერიუმი, რომელიც აისახება ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობებით. მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრისთვის დამუშავებული მოდელი საშუალებას იძლევა ავტომობილის ნებისმიერი სისტემისა და მექანიზმისათვის გამოვლენილი იქნას ოპტიმალური პერიოდულობა, როდესაც გათვალისწინებული იქნება როგორც უმტყუნებლობის, ისე კუთრი ხარჯების მინიმუმის კრიტერიუმები.

საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის სასურველ დონეზე უზრუნველყოფის მიზნით გათვალისწინებულია და ტექნიკური ზემოქმედების ისეთი საშუალებები, რომლებიც დაკავშირებულია დეტალების შეცვლასთან. მიზნები და

მიზეზები, რომლებიც განაპირობებენ დეტალების შეცვლის ამა თუ იმ სისტემის უპირატესობას და მისი გამოყენების ეფექტურობას, გამოვლინდებიან ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმის პოზიციებიდან. კვლევის შედეგად განისაზღვრა დეტალების შეცვლის სტრატეგია დეტალების გამოყენების კოეფიციენტის გათვალისწინებით.

ნაშრომის ექსპერიმენტულ ნაწილში მოხვდა საკვლევ ავტობუსებზე დაკვირვების შედეგად მიღებული სტატისტიკური მონაცემების დამუშავება და საიმედოობის მაჩვენებლების გამოვლენა უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობის და სარემონტო ვარგისიანობის მიხედვით. მოხდა მტყუნებებისა და უწყესივრობების კლასიფიცირება და დაჯგუფება აგრეგატებისა და სისტემების მიხედვით. განისაზღვრა ავტობუსის საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალების ნომენკლატურა უმტყუნებლობის და ღირებულების მაჩვენებლების მიხედვით, გამოვლინდა აგრეგატებისა და სისტემების რესურსები, და განაწილების პარამეტრები, ვარიაციის კოეფიციენტები და საშუალო კვადრატული გადახრები.

ექსპერიმენტალური მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრა ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებლობის დონე, გამოვლინდა მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი და მტყუნებათაშორისი ნამუშევრი. მაღლიმიტირებელი დეტალებისათვის აგებულ იქნა მათი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობების მრუდები. გამოვლინდა მაღლიმიტირებელი დეტალების რესურსების განაწილების მაჩვენებლები კუთრი ხარჯების ცვლილების მიხედვით.

საქალაქო ავტობუსების საექსპლუატაციო პირობებიდან გამომდინარე მექანიზმებისა და სისტემებისთვის, განისაზღვრა ერთ კმ-ზე დამუხრუჭებათა და გადაბმულობათა ჩართვების რაოდენობა, რის საფუძველზეც აიგო მათი განაწილების სიმჭიდროვის მრუდები და დამუშადა დატვირთვების ციკლების რაოდენობის გარბენზე გადამყვანი ნომოგრამა.

შესრულდა თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ერთობლივი ანალიზი. ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავებით მიღებული შედეგები შეტანილი იქნა დამუშავებული მეთოდების მოდელირებულ მათემატიკურ გამოსახულებებში და მიღებულ იქნა ძირითადი დასკვნები. განისაზღვრა კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა გადაბმულობის დისკის და სამუხრუჭე დოლის ფრიქციული სადებების ცვეთის სიდიდეებს შორის. არსებული მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრა გადაბმულობისა და სამუხრუჭე სისტემის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობა. გადაბმულობისა და მისი მექანიზმებისთვის იგი შეადგენს 30 ათას კმ-ს, ხოლო სამუხრუჭე სისტემისთვის 28 ათასი კმ-ის ფარგლებშია.

ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრის დამუშავებული მეთოდები პრაქტიკულად რეალიზებადია და მათი განხორციელება შესაძლებელია არა მარტო გადაბმულობისა და სამუხრუჭე სისტემისათვის, არამედ ავტომობილის სხვა აგრეგატებსა და კვანძებისათვის.

მიმდინარე რემონტის ნაირსახეობების ფორმირებისას განსაკუთრებული ყურადღება იქნა გამახვილებული ტექნიკურ ზემოქმედებებზე, რომლებიც დაკავშირებულია გადაბმულობის და გადაცემათა კოლოფის კვანძებისა და ელემენტების უნარის

აღდგენასთან, ხოლო სამუხრუჭე სისტემაში სამუხრუჭე მექანიზმების, ჰიდროამძრავის და ხელის მუხრუჭის ელემენტების მუშაობის უნარის აღდგენაზე. ეს განაპირობა იმან, რომ აღნიშნული ელემენტების მუშაობის უნარის შენარჩუნებაზე სათადარიგო დეტალების ხარჯი შეადგენს 80%- და 90% შესაბამისად.

გათვალისწინებულ იქნა რა მიმდინარე რემონტების ნაირ-სახეობათა ფორმირების ტექნოლოგიური ნიშნის მიზანშეწონილობა, დამუშავებულ იქნა დეტალების შეცვლის სისტემები და გამოვლენილი იქნა დეტალების გამოყენების კოეფიციენტი.

კვლევის შედეგების ანალიზით დადგენილი იქნა ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის ცვლილება გარბენის მიხედვით და ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული ყველა სახის მოცდენების გათვალისწინებით, მიმდინარე რემონტების შემცირების გზით, ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი გაიზარდა 0,85-დან 0,90-მდე, რის შედეგადაც ავტობუსის მწარმოებლობა გაიზარდა 6%-ით.

Abstract

The important way of motor cars' efficiency improvement is the maintenance of motor vehicle operable condition at the adequate (optimal) level. This provides the increase of motor car performance, traffic safety and ecological compatibility, as well as reduction of operational costs. The great importance of the mentioned issue is testified by the fact that costs incurred for motor car maintenance and repair are 2-2,5 times bigger than expenses for new motor car manufacturing. That's why from the viewpoint of improvement of automobile transport efficiency the great importance is attached to the elaboration of the methods that provide the maintenance of desirable level of motor car reliability under conditions of minimal expenses.

The work objective is the elaboration of motor cars reliability management methods during the operation process and improvement of technical and economic parameters of efficiency by means of their implementation.

On the basis of literature review round the mentioned issue and current methods analysis the following primary tasks have been established: effect of parameters of operation mode on the indices of reliability of motor vehicles assemblies and systems and the processing of their assessment methods; the elaboration of the method of determination of optimal periodicity of maintenance operations implementation; the elaboration of optimal systems of assemblies' and systems' parts replacement according to technical and economic criterion.

The work consists of theoretical and experimental researches. The city bus "Bogdan A-092" operating in city conditions is taken as the object of research. Proceeding from the operational conditions of mentioned buses became necessary the determination of interrelation of reliability indices and operation modes. In order to estimate the mentioned interrelation the correlation coefficient is used.

The mathematical model of motor cars maintenance optimization has been elaborated in the work. During modeling of maintenance mode optimization the reliability criterion has been taken into account that is reflected by limit values of technical state's parameter. The model elaborated for determination of service (maintenance) periodicity allows us to reveal optimal periodicity of any system or mechanism of motor cars when the criteria of both reliability and unit costs minimum will be taken into account.

In order to provide automobile transport rolling stock's maintenance on the desirable level are foreseen such technical impact works that are connected with parts replacement. The goals and reasons stipulating the advantages of one or another system of parts replacement and the efficiency of its application will be revealed from the perspective of technical and economic criterion. The strategy of parts replacement with taking the coefficient of parts application into account has been determined as a result of research.

In the experimental part of the work has been carried out the elaboration of statistical data obtained as a result of observations over buses under study and revelation of reliability indices according to reliability, durability and repair suitability. Classification and grouping of failures and stoppages (disorders) has been carried out according to assemblies and systems. Nomenclature (list) of parts limiting motor vehicles reliability has been determined according to indices of reliability and cost, resources of assemblies and systems have been discovered, as well as distribution parameters, variation coefficients and mean-square departures.

On the basis of experimental data has been determined the level of motor cars assemblies' and systems' reliability, parameter of failure flow and the work between failures has been revealed. For limiting parts have been drawn the curves of their

failure-free operation probabilities. The index of limiting parts resources distribution has been discovered according to change of unit costs.

Proceeding from the operational condition of city buses for mechanisms and systems has been determined the number of braking and clutch engagement, and on the basis of it the curves of density distribution have been drawn and nomogram converting loading cycles number to the runs has been composed.

United analysis of theoretical and experimental researches has been implemented. Results obtained by means of experimental data processing have been inserted into modeled mathematical expression of elaborated methods and basic conclusions have been obtained. The value of correlation coefficient between values of clutch plate and the wear of brake drum's frictional pads has been determined. On the basis of current data the optimal periodicity of clutch and braking systems maintenance has been defined. For the clutch and its systems it is equal to 30 thou. km, while for braking system is within the limits of 28 thou. km.

Elaborated methods of determination of maintenance periodicity are implementable in practice and their implementation is possible not only for clutch and braking systems but also for other assemblies and units of the motor car.

During formation of the variety of current repair special attention should be focused on the technical impact that is connected with restoration of working capacity of units and elements of gear box, while in the braking systems – with the restoration of working capacity of elements of hydraulic gear and handbrake. It is stipulated by the fact that the expenditure of spare parts for the maintenance of working capacity of mentioned elements equals to 80 and 90%, correspondingly.

By taking into account the expediency of technical feature of formation of current repairs' variety have been elaborated the systems of parts replacement and has been calculated (revealed) parts replacement coefficient.

By analysis of research results has been established the change of coefficient of technical readiness according to the run and by taking into account all kinds of delays caused by technical reasons, by means of reduction of number of technical repairs the coefficient of technical readiness has been increased from 0,85 to 0,90, and as a result buses' performance increases by 6%.

შინაარსი

შესავალი	14
თავი I. ლიტერატურის მიმოხილვა	16
1.1. საიმედოობის მაჩვენებლებზე ავტომობილის მუშაობის რეჟიმის გავლენის შეფასების მეთოდები	17
1.2. ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაციის მეთოდები	23
1.3. მუშაობის უნარის აღდგენის პროცესების მართვის მეთოდები	33
თავი II. შედეგები და მათი განსჯა	39
2.1 კვლევის თეორიული მეთოდების დამუშავება	41
2.1.1 საიმედოობის მაჩვენებლებზე მუშაობის რეჟიმის გავლენა და მისი შეფასების მეთოდი	41
2.1.2 ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელირება	45
2.1.3 დეტალების შეცვლის სისტემის ოპტიმიზაციის მეთოდის დამუშავება	52
2.2 ავტომობილების საიმედოობის მართვის დამუშავებული მეთოდების რეალიზაციისათვის საჭირო მახასიათებლების გამოვლენა (ავტობუს "ბოგდან A-092-ის მაგალითზე)	58
2.2.1 ექსპერიმენტული გამოკვლევის პირობები და ორგანიზაცია	58
2.2.2 საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალები	61
2.2.3 ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებლობა	64
2.2.4 აგრეგატებისა და სისტემების ხანგამძლეობა	70
2.2.5 აგრეგატებისა და სისტემების სარემონტო ვარგისიანობა	71
2.2.6 ავტომობილის სისტემებისა და მექანიზმის დატვირთვების ციკლების გამოვლენა	79
2.3 ავტომობილების საიმედოობის მართვის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ერთობლივი ანალიზი	83
2.3.1 აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის საიმედოობის მაჩვენებლებზე გავლენის განსაზღვრა	83

2.3.2	გადაბმულობის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრა -----	86
2.3.3	სამუხრუჭე სისტემის ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა -----	89
2.3.4	საკვლევი სისტემისა და მექანიზმებისათვის მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირება და დეტალების შეცვლის სისტემის სრულყოფა -----	93
	ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრა -----	102
	დასკვნები -----	105
	ბამოყენებული ლიტერატურა -----	108

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1	მუშაობის რეჟიმის დამახასიათებელი პარამეტრები ---	18
ცხრილი 2	საკვლევი ავტობუსის მუშაობის საექსპლუატაციო- ტექნიკური მაჩვენებლები -----	60
ცხრილი 3	გადაბმულობის, გადაცემათა კოლოფის და სამუხრუჭე სისტემის -----	65
ცხრილი 4	სათადარიგო დეტალების ხარჯი, ლარი -----	74
ცხრილი 5	სამუხრუჭე სისტემის კვანძებისა და მექანიზმების სათადარიგო -----	74
ცხრილი 6	დეტალების ხარჯის განაწილება % -----	74
ცხრილი 7	სალონის კარების გაღება-დახურვის სისტემის სათადარიგო -----	74
ცხრილი 8	მტყუნებათა აღმოფხვრის შრომატევადობები -----	77
ცხრილი 9	მტყუნებათა აღმოფხვრის ჯამური ხარჯები, ლარი ----	79
ცხრილი 10	საგზაო პირობების მიხედვით პარამეტრის ცვლილების კოეფიციენტები -----	84
ცხრილი 11	გადაბმულობის დისკის და სამუხრუჭე დოლის \bar{X} და ფრაქციული საღებების ცვეთას შორის კორელაციის კავშირის განსაზღვრა -----	85
ცხრილი 12	გადაბმულობის და მისი მექანიზმების ძირითადი მახასიათებლები -----	87
ცხრილი 13	საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა -----	87
ცხრილი 14	სამუხრუჭე სისტემის ძირითადი საანგარიშო მახასიათებლები -----	89
ცხრილი 15	სამუხრუჭე სისტემის საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა -----	90
ცხრილი 16	სამუხრუჭე მექანიზმისათვის პერიოდულობის განსაზღვრის მონაცემები -----	91
ცხრილი 17	მომსახურების პერიოდულობის i -ური სიდიდეების განსაზღვრა -----	91
ცხრილი 18	გადაბმულობის მიმდინარე რემონტების ნომენ- კლატურა -----	94
ცხრილი 19	სამუხრუჭე სისტემის მიმდინარე რემონტის ნომენკლატურა -----	95
ცხრილი 20	გადაბმულობის და სამუხრუჭე სისტემის მიმდინარე რემონტების ნამუშევრის განაწილების პარამეტრები --	95
ცხრილი 21	მიმდინარე რემონტის შესრულებისათვის საჭირო სათადარიგო დეტალების და შრომითი ხარჯები -----	99
ცხრილი 22	დეტალების რესურსების კოეფიციენტები მათი ინდივიდუალური შეცვლის პირობებში -----	101

ნახაზების ნუსხა

ნახ.	1	დამუხრუჭებათა რაოდენობის განაწილება სატვირთო ავტომობილისათვის -----	20
ნახ.	2	ავტომობილის საბურავების გარბენის განაწილება ----	21
ნახ.	3	ტექნიკური მომსახურების და რემონტის კუთრი ხარჯების ცვლილება პერიოდულობისგან დამოკიდებულებით -----	25
ნახ.	4	ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა მუშაობისუნარიანობის პარამეტრის დასაშვები დონის მიხედვით -----	27
ნახ.	5	ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა მუშაობის უნარიანობის დასაშვები დონის მიხედვით -----	27
ნახ.	6	ავტომობილების ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის ცვლილება გარბენისგან დამოკიდებულებით -----	29
ნახ.	7	საიმედოობის კვლევის მეთოდოლოგიური სქემა -----	40
ნახ.	8	სისტემის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის მიხედვით -	47
ნახ.	9	დეტალების რესურსების სხვაობის განაწილების ფუნქცია -----	56
ნახ.	10	სამუხრუჭე სისტემის (1) და გადაბმულობის (2) მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი -----	66
ნახ.	11	გადაცემათა კოლოფის(1) და სალონის კარების (2) მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი -----	67
ნახ.	12	მილგაყვანილობის (1) და სამუხრუჭე შლანგების (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები -----	68
ნახ.	13	უკანა (1) და წინა (2) სამუხრუჭე ცილინდრების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები -----	69
ნახ.	14	სამუხრუჭე ხუნდების (1) და ჰიდროგამაძლიერებლის (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები -----	69
ნახ.	15	გადაბმულობის ფრიქციული სადების (1) და სალონის კარების ცილინდრის (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები -----	70
ნახ.	16	გადაბმულობის რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე -	72
ნახ.	17	სალონის კარების მექანიზმის რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე I-ელ მტყუნებამდე -----	72
ნახ.	18	მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის რესურსის	

	განაწილების სიმჭიდროვე -----	73
ნახ.	19 წინა (1) და უკანა (2) სამუხრუჭე ხუნდების რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე -----	73
ნახ.	20 სამუხრუჭე სისტემის კუთრი ხარჯების ცვლილება გარბენის მიხედვით -----	75
ნახ.	21 გადაბმულობის (1) და გადაცემათა კოლოფის (2) სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილება -----	76
ნახ.	22 სალონის კარების სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილება -----	76
ნახ.	23 მტყუნების აღმოფხვრის კუთრი შრომატევადობების ცვლილება გადაბმულობისთვის (1) და სამუხრუჭე სისტემისთვის (2) -----	78
ნახ.	24 ერთ კმ-ზე დამუხრუჭებათა რაოდენობის განაწილების სიმჭიდროვის მრუდი -----	80
ნახ.	25 გადაბმულობათა ჩართვების რაოდენობის განაწილების სიმჭიდროვის მრუდი -----	81
ნახ.	26 დატვირთვების ციკლების რაოდენობის გარბენზე გადაწყვენი ნომოგრამის მაგალითი -----	82
ნახ.	27 სამუხრუჭე დოლისა და ხუნდებს შორის ღრეჩოს ცვლილება გარბენის მიხედვით -----	84
ნახ.	28 გადაბმულობის სატერფულის თავისუფალი სვლის რეგულირების პერიოდულობის განსაზღვრა -----	88
ნახ.	29 მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის (1) და სამუხრუჭე მექანიზმის (2) მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა -----	92
ნახ.	30 გადაბმულობის მრ-ის ნაკადის წამყვანი ფუნქცია ----	96
ნახ.	31 გადაბმულობის მრ-ის ნაკადის პარამეტრი -----	96
ნახ.	32 სამუხრუჭე სისტემის მრ-ის ნაკადის წამყვანი ფუნქცია -----	97
ნახ.	33 სამუხრუჭე სისტემის მრ-ის ნაკადის პარამეტრი -----	97

შესავალი

ცნობილია, რომ მსოფლიოს მთელი რიგი ქვეყნების და მათ შორის საქართველოს ეროვნული მეურნეობის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს დარგს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი. შესაბამისად ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების დონე ბევრადაა დამოკიდებული საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტურ ფუნქციონირებაზე.

ავტომობილის ეფექტურობის ამაღლების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გზას წარმოადგენს ავტომობილის საიმედოობის, მუშაობის უნარიანი მდგომარეობის სათანადო (ოპტიმალურ) დონეზე შენარჩუნება. უკანასკნელი უზრუნველყოფს ავტომობილის მწარმოებლურობას, მოძრაობის უსაფრთხოების და ეკოლოგიურობის ამაღლებასა და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას. აღნიშნული საკითხის დიდ მნიშვნელობაზე მიუთითებს, თუნდაც ის, რომ ავტომობილის ტექნიკური მზადყოფნის კოეფიციენტის 10%-ით ამაღლება განაპირობებს მისი მწარმოებლურობის 1,2-1,3-ჯერ გაზრდას, ავტომობილის ტექნიკური უწყესივრობები იწვევს საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების 12-15%-ს, ხოლო ავტომობილის ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე გაწეული ხარჯები 2-2,5-ჯერ აღემატება ახალი ავტომობილის დამზადების ხარჯებს.

ავტომობილის საიმედოობის სათანადო დონეზე შენარჩუნებისათვის ამჟამად ცნობილია მისი ექსპლუატაციის პროცესში მართვის შემდეგი ძირითადი მიმართულებები: ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზირება, დეტალების შეცვლის სისტემების სრულყოფა, ავტომობილის სისტემებისა და მექანიზმების მუშაობის რეჟიმების გაუმჯობესება, მაგრამ ამ მიმართულებებით დამუშავებული მეთოდები დღეისათვის არ ხასიათდებიან მეცნიერული და ტექნიკური უზრუნველყოფის სათანადო დონით, რაც განაპირობებს ავტომობილების ტექნიკური მომსახურების დაბალ ეფექტურობას, რემონტში მოცდენასა და მოძრაობის უსაფრთხოებაზე მოქმედი სისტემებისა და მექანიზმების ფუნქციონირების დაბალ ხარისხს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოსა და ფართო საავტომობილო პარკის მქონე სხვა ქვეყნებისათვის ავტოტრანსპორტის

ეფექტიანობის ამაღლების თვალსაზრისით აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ისეთი მეთოდების სრულყოფა და დამუშავება, რაც ავტომობილების საიმედოობის უშუალოდ ექსპლუატაციის პროცესში ეფექტიანი მართვის შესაძლებლობას იძლევა.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის მართვის მეთოდების დამუშავება და მათი რეალიზაციით ავტოტრანსპორტის ეფექტიანობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ამაღლება.

დასახული მიზნის განხორციელებისათვის ჩამოყალიბებული იქნა შემდეგი ძირითადი ამოცანები:

- ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების საიმედოობის მაჩვენებლებზე მუშაობის რეჟიმების პარამეტრების გავლენა და მისი შეფასების მეთოდის დამუშავება;
- ტექნიკური მომსახურების ოპერაციების შესრულების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება;
- აგრეგატებისა და სისტემების დეტალების შეცვლის ოპტიმალური სისტემის დამუშავება ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმით.

ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს:

- სისტემებისა და მექანიზმების პროფილაქტიკური ზემოქმედების რეჟიმების ოპტიმიზირების მათემატიკური მოდელები;
- ავტომობილების მიმდინარე რემონტის ნაირსახეობათა ფორმირებისა და მათი მოთხოვნილებათა ნაკადის პარამეტრის დიფერენცირებული მნიშვნელობების საფუძველზე დამუშავებული იქნა დეტალების შეცვლის სისტემა;
- ავტომობილის საიმედოობის მართვის სრულყოფისათვის გამოვლენილი იქნა სისტემებისა და მექანიზმების მუშაობის რეჟიმების პარამეტრების გავლენა.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

ცნობილია, რომ ავტომობილის საიმედოობა გულისხმობს მის უნარს, შეასრულოს მასზე დაკისრებული ფუნქციები გარკვეული დროის ან გარბენის განმავლობაში და კონკრეტულ საექსპლუატაციო პირობებში ტექნიკური მანევრებლების დასაშვებ ზღვრებში შენარჩუნებით. იგი მოიცავს კონსტრუირების, წარმოების ორგანიზაციის, დამზადების ტექნოლოგიის, გამოყენების პირობების, ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის საკითხებს.

საიმედოობის გამოკვლევებს ბოლო დროს დიდი ყურადღება ექცევა. ეს იმით აიხსნება, რომ მისი ამაღლება განაპირობებს მწარმოებლურობის, მოძრაობის და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლებასა და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას.

საიმედოობის თეორიას განსაკუთრებული ყურადღება მიეპყრო ორმოცდაათიანი წლების დასაწყისში. ეს განაპირობა იმ დროისათვის ტექნიკაში მომხდარმა ხარისხობრივმა ცვლილებებმა. შექმნილი მდგომარეობიდან გამომდინარე საიმედოობის შესახებ პირველი თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევები შესრულდა რადიოელექტრონიკისა და ავტომატიკის საკითხებზე.

საიმედოობის რაოდენობრივი მანევრებლების შეფასებამ მოითხოვა შესაბამისი მათემატიკური აპარატის შექმნა. მათემატიკური მეთოდების, მასობრივი მომსახურების თეორიის, მტყუნებათა პროგნოზირებისა და საიმედოობის მანევრებლების გაზრდის შესახებ შეიქმნა ცნობილი მეცნიერების ფუნდამენტალური შრომები [1-8].

საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის მუშაობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მანევრებლები მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია მათ საიმედოობაზე, იგი გათვალისწინებულია კონსტრუირების დროს, უზრუნველყოფილია დამზადებისას და შენარჩუნებულ უნდა იქნას ექსპლუატაციის პროცესში. ამიტომაც მანქანათმშენებლობის განვითარების ნებისმიერ ეტაპზე მიმდინარეობდა მუშაობა ტექნიკურ ნაკეთობათა კონსტრუქციების საიმედოობისა და ეფექტური გამოყენების შესახებ. ამ საკითხებისადმი მიძღვნილი ცნობილ მეცნიერთა შრომები [9-19].

საიმედოობის შესახებ სისტემატურ მუშაობას ეწევიან სამეცნიერო-კვლევითი და სასწავლო ინსტიტუტები, მანქანათმშენებლობის ქარხნები. მნიშვნელოვანი სამუშაოები მიმდინარეობს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, რ. დვალის სახელობის მექანიკის ინსტიტუტში, აგრარულ უნივერსიტეტში, საავტომობილო ტრანსპორტის წარმოება-დაწესებულებებში, ავტოსერვისის ფორმებში და სხვა.

შესრულებული გამოკვლევის შედეგად გადაწყდა რა მრავალი აქტუალური ამოცანა, შეიქმნა ავტომობილების საიმედოობის მართვის წინაპირობები. ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ერთის მხრივ ავტომობილების და მისი მექანიზმების საიმედოობის ამაღლება, მეორეს მხრივ მის უზრუნველყოფაზე გაწეული ხარჯების შემცირება.

ავტომობილების საიმედოობის მართვის თანამედროვე გზები შემდეგია:

- საექსპლუატაციო პირობებში ავტომობილის მუშაობის რეჟიმების გავლენა საიმედოობის მაჩვენებლებზე;
- ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაციის მეთოდების დამუშავება;
- ავტომობილების მუშაობის უნარის აღდგენის პროცესების მართვის მეთოდების დამუშავება.

1.2. საიმედოობის მაჩვენებლებზე ავტომობილის მუშაობის რეჟიმის გავლენის შეფასების მეთოდები

გამოკვლევები ამ მიმართულებით მიზნად ისახავს, ერთის მხრივ მოძრავი შემადგენლობის კონსტრუქციული თვისებების საექსპლუატაციო პირობებისადმი შეგუებასა და ტექნიკური მაჩვენებლების რეალიზაციის გამოვლენას, მეორე მხრივ საიმედოობის მაჩვენებლების ნორმატიული მნიშვნელობების დადგენას. ეს კი აუცილებელია ავტომობილის ეფექტიანობის განსაზღვრისა და შემდგომი ამაღლებისათვის.

კვლევის ძირითადი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ კონკრეტულ საექსპლუატაციო პირობებში დადგინდეს ავტომობილის აგრეგატებისა

და სისტემების მუშაობის რეჟიმების მაჩვენებლების სიდიდეები და მათი განაწილების პარამეტრები. შემდეგ მოხდეს მათი კავშირის გამოვლენა კონკრეტულ სარეალიზაციო პარამეტრებთან, კერძოდ, საიმედოობის მაჩვენებლებთან, ბუნებრივია მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ცალკეული აგრეგატის, მექანიზმის თუ სისტემისათვის განსაკუთრებულია და მათი სტატისტიკური გამოვლენისათვის მეთოდები, ფორმები და ტექნიკური საშუალებებიც განსხვავდებიან. სამეცნიერო-საკვლევ და სასწავლო ინსტიტუტებში შესასრულებელმა სამუშაოებმა შექმნეს წინაპირობა იმისა, რომ პარამეტრების განაწილების კანონზომიერება და მისი მახასიათებლები საკმარისი სიზუსტით იქნას განსაზღვრული. [12]

საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის თანამედროვე მოდერნიზაცია იძლევა აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები აღრიცხული იქნას საბორტე დიაგნოსტიკის და საკონტროლო-მზომი ხელსაწყოების საშუალებით.

ავტომობილების აგრეგატების და სისტემის მუშაობის რეჟიმების დამახასიათებელი ძირითადი პარამეტრების ჩამონათვალი მოცემულია 1-ელ ცხრილში. [12,14] კონკრეტული ავტომობილის და მისი კონსტრუქციებისათვის შესაძლებელია მოხდეს ამ პარამეტრების კორექტირება და დაზუსტება.

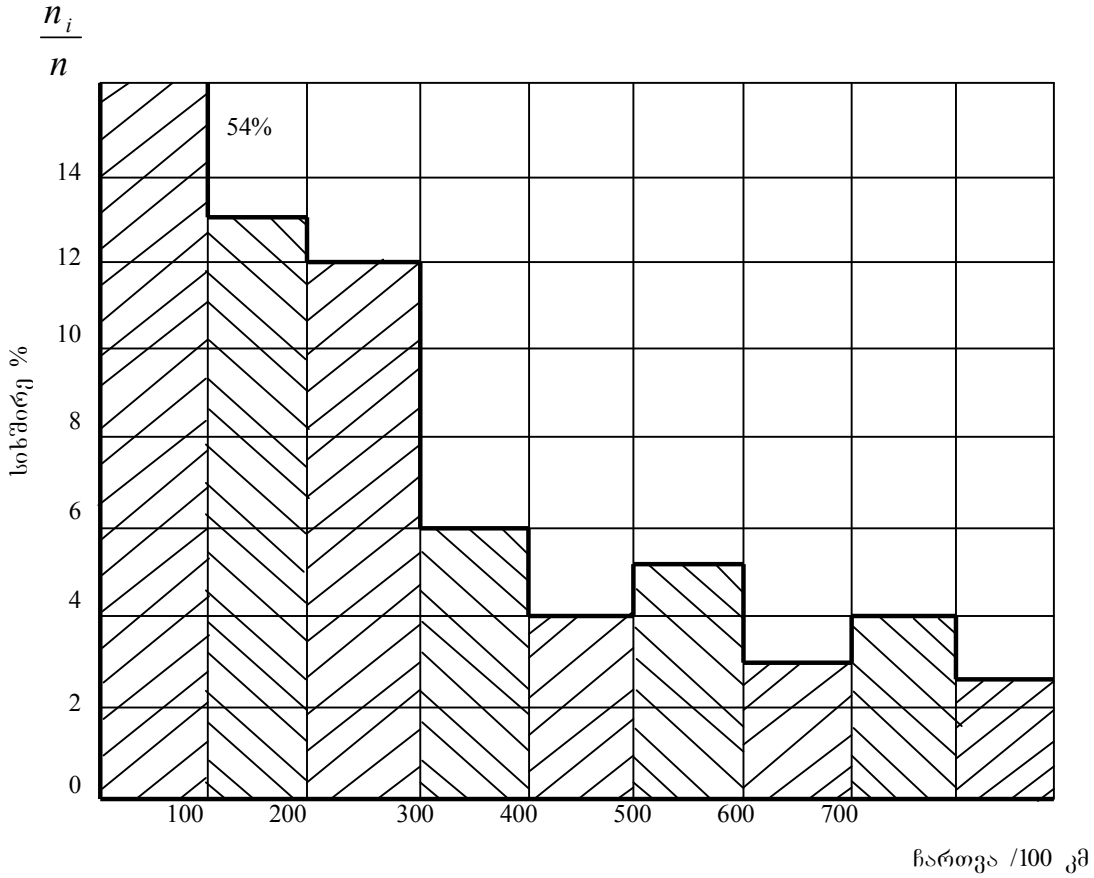
ცხრილი 1

მუშაობის რეჟიმის დამახასიათებელი პარამეტრები

ავტომობილის აგრეგატები და სისტემები	მუშაობის რეჟიმის დამახასიათებელი პარამეტრი	განზომილება
1	2	3
ავტომობილი	1. მოძრაობის საშუალო სიჩქარე 2. საწვავის საექსპლუატაციო ხარჯი	კმ/სთ ლიტრი/100კმ
ძრავი	1. ძრავის მამბრუნებელი მომენტი 2. ბრუნთა რიცხვი 3. ეფექტური სიმძლავრე 4. ძრავის გაშვების რაო-ბა და დრო	ნ/მ ბრ/წთ ცხ.ძ (კვტ) წთ

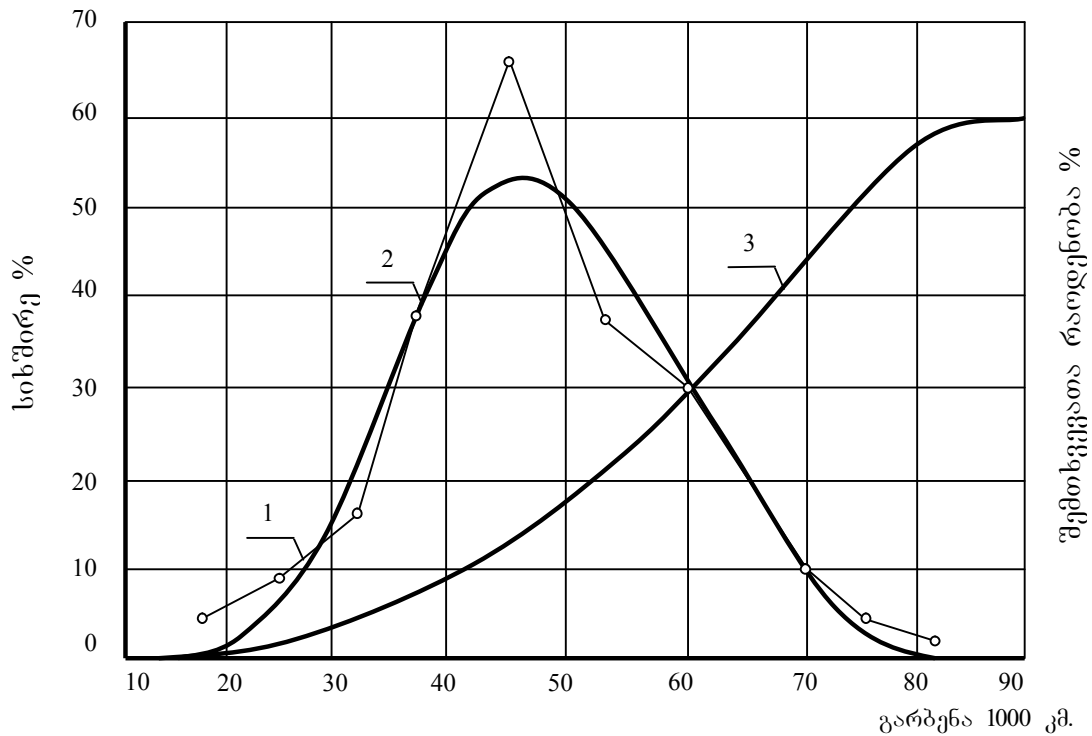
1	2	3
გადაბმულობა	1. გადაბმულობის ჩართვის (გამორთვის) რაოდენობა 100კმ-ზე 2. ბუქსაობის კუთხე 1კმ-ზე 3. დამწოლი დისკის საშუალო მოცულობითი ტემპერატურა	ჩართვა/100კმ რადიანი/კმ K°
გადაცემათა კოლოფი	1. ცალკეული გადაცემების ჩართვების რაოდენობა 100კმ-ზე 2. ცალკეულ გადაცემებზე მოძრაობის მანძილი (ან დრო) პროცენტულად საერთო გარბენისგან 3. ზეთის ტემპერატურა გადაცემათა კოლოფის კარტერში	ჩართვა/100კმ % K°
მთავარი გადაცემა	1. კარტერში ზეთის ტემპერატურა	K°
სამუხრუჭე სისტემა	1. საშუალო სამუხრუჭე მომენტი 2. დამუხრუჭების მანძილი პროცენტულად საერთო გარბენის მიხედვით 3. დამუხრუჭებათა რაოდენობა 1კმ-ზე. 4. სამუხრუჭე ხუნდების საშუალო ტემპერატურა	კვ/მ % დამ/კმ K°
საჭით მართვა	1. საჭის რგოლის მობრუნების კუთხის განაწილება გარბენის მიხედვით	
დაკიდება	1. რესორების ჯამური ჩაღუნვა გარბენის 1კმ-ზე 2. რხევების სიხშირე	სმ/კმ რად/წმ

ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის სტატისტიკური მახასიათებლების ანალიზი, შესრულებული ნ. გოვორუშენკოს მიერ [12] გვიჩვენებს, რომ კონკრეტულ საექსპლუატაციო პირობებში პარამეტრების განაწილება და მისი მახასიათებლები არაერთგვაროვანია და დამოკიდებულია ავტომობილის ტექნიკურ მდგომარეობაზე. ეს მიუთითებს იმ გარემოებაზე, რომ ნორმატიული მაჩვენებლებიდან მათი გადახრა ვეიბულის კანონზომიერებას ექვემდებარება. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია სამუხრუჭე სისტემის ამოქმედების განაწილება.



ნახ. 1 დამუხრუჭებათა რაოდენობის განაწილება სატვირთო ავტომობილისათვის

ავტორის მიერ გამოვლენილი იქნა კორელაციის კოეფიციენტები და მისი პარამეტრები თითოეული აგრეგატისა და სისტემის მუშაობის რეჟიმების მიხედვით, რამაც საშუალება მისცა განესაზღვრა ხანგრძლივობის მაჩვენებლები. ცალკეული კვანძის და დეტალის რესურსების განსაზღვრისას გათვალისწინებული იქნა მათი განაწილების პარამეტრები. უნდა აღინიშნოს, რომ კორექტირების კოეფიციენტები, რომლებიც აზუსტებს საკვლევი ობიექტის რესურსებს, მისაღებია პარამეტრების ნორმალური განაწილების შემთხვევაში. ექსპონენციალური კანონის დროს აღნიშნული კოეფიციენტების გამოყენება არ იძლევა დადებით ეფექტს. ამის მაგალითს წარმოადგენს სატვირთო ავტომობილების საბურავების გარბენის განაწილება (ნახ. 2).



ნახ. 2. ავტომობილის საბურავების გარბენის განაწილება.

1 – ექსპერიმენტული; 2 – თეორიული, 3. მტყუნების ალბათობა

როგორც ნახაზიდან ჩანს, საბურავების საშუალო რესურსი დაახლოებით 40-50 ათასი კმ-ის ფარგლებშია, მაგრამ საშუალო კვადრატული გადახრის გაზრდილი მნიშვნელობის პირობებში მისი ნორმატიულ მაჩვენებლად გამოყენება არ მოგვცემს სასურველ სიზუსტეს.

მუშაობის რეჟიმების პარამეტრების გამოვლენისას გამოყენებული მოწყობილობებისა და ხელსაწყოების სიზუსტეზე დამოკიდებულია გაზომვითი სტატისტიკური მონაცემების მნიშვნელობები, რომელთა შემდგომი დამუშავება იძლევა საანგარიშო პარამეტრების განსაზღვრისათვის საჭირო ინფორმაციას. [12,16] სამუხრუჭე მექანიზმების მუშაობის რეჟიმის კვლევისას იანგარიშება ხახუნის მუშაობა შემდეგნაირად:

$$L_a = \sum L_a^i \quad (1)$$

სადაც L_a^i – ხახუნის მუშაობა დამუხრუჭებისას სამუხრუჭე მექანიზმის მიერ განვითარებული ხახუნის მომენტის კონკრეტული დიაპაზონისათვის. იგი შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$L_{\text{ა}}^i = 2\pi \cdot M^i \cdot n_{\text{თგ}}^i \quad (2)$$

სადაც M^i – არის ხახუნის მომენტის საშუალო მნიშვნელობა i -ურ დიაპაზონში, კმ;

$n_{\text{თგ}}^i$ – თვლის ბრუნვების რაოდენობა, რომლისთვისაც სრულდება გაზომვები პარამეტრის გამოსავლენად.

რეალურ საქსპლუატაციო პირობებში, როდესაც ხდება ავტომობილების დამყარებული (ერთნაირი) რეჟიმით ექსპლუატაცია, საიმედოობის მაჩვენებლების გამოვლენა და მათი შემდგომი ნორმირება მისაღებია, მხოლოდ კონკრეტული პირობებისათვის, ყველა დანარჩენ შემთხვევაში საჭიროა განახლებული ექსპერიმენტის შესრულება და რეჟიმების პარამეტრების დადგენა, ან ისეთი კორექტირების კოეფიციენტების გაანგარიშება, რომელიც ადაპტირებულ სიტუაციას ასახავს. საიმედოობის მაჩვენებლებისათვის (კერძოდ, რესურსების საშუალო მნიშვნელობებისთვის) შეიძლება გამოყენებული იქნას სპეციალური ნომოგრამები დაკვირვების ციკლიდან გარბენაზე გადამყვანი მნიშვნელობებით ან პირიქით.

საქალაქო ავტობუსების რესურსების განსაზღვრას აქვს მიძღვნილი ა.ნ. იგოლკინის ნაშრომი [20,23]. მასში ავტორს მოცემული აქვს აგრეგატებისა და სისტემების ოპტიმალური რესურსების განსაზღვრის მეთოდი, რომელიც ემყარება ინფორმაციული უზრუნველყოფის ძირითად პრინციპებს, გაანალიზებულია სხვადასხვა ორგანიზაციულ-ტექნიკური ფაქტორების გავლენა განსაკუთრებით მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაციის დონე, რაც მნიშვნელოვანია კონკრეტულ პირობებში ავტობუსების ექსპლუატაციის სხვადასხვა ეტაპზე. რესურსის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავებისას ავტორს გათვალისწინებული აქვს ეკონომიკური კრიტერიუმი, თუმცა ბოლომდე არა აქვს დაკონკრეტებული მოცდენების შემფასებელი კოეფიციენტების გავლენა ავტობუსის მუშაობის ეფექტიანობაზე.

საყურადღებოა ვ.ნ. ბასკოვის ნაშრომი ავტომობილების ექსპლუატაციის პროცესში საიმედოობის გაზრდის შესახებ რაციონალური შეფასების მახასიათებლების შერჩევის გზით [21,22]. ავტორი მოიცავს ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორებიცაა

ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაცია, სათადარიგო დეტალების ნორმირება, მიმდინარე რემონტის შრომითი და მატერიალური ხარჯების ანალიზი. სატვირთო ავტომობილების ექსპლუატაციის მაგალითზე ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავებით მიღებულია ტექნიკური ზემოქმედების მახასიათებლები. საიმედოობის უზრუნველყოფის მეთოდების დამუშავებისას ავტორი მიუთითებს მტყუნებათა განაწილების კანონზომიერებების ცნობილ ფორმებს, მაგრამ არ არის ბოლომდე დაყვანილი ვარიაციის კოეფიციენტების გავლენა წამყვანი ფუნქციის ანგარიშის შედეგებზე.

1.2 ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაციის მეთოდები

ამ საკითხისადმი მიძღვნილი შრომები მოიცავენ ავტომობილების ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის გასაზღვრის და სრულყოფის მეთოდებს, აგრეთვე ოპტიმალური ხანგამძლეობისა და რესურსების მართვისა და კორექტირების კომპლექსური კვლევის მეთოდებს.

ექსპლუატაციის პროცესში მანქანების ტექნიკური მდგომარეობის დამახასიათებელი პარამეტრები გარკვეული ნამუშევრის შემდეგ განიცდიან ცვლილებებს და ხასიათდებიან რიცხობრივი მნიშვნელობების გაბნევით. ამასთან სხვადასხვა საექსპლუატაციო პირობებში ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილებების ხასიათი შეიძლება სხვადასხვა იყოს. ამიტომ ერთნაირი კვანძებისა და მექანიზმების მომსახურების მოთხოვნილებაც სხვადასხვანაირი იქნება. მომსახურების რეჟიმების, პერიოდულობის და სამუშაოთა ჩამონათვალის ოპერაციების შრომატევადობების სწორ შერჩევაზე მნიშვნელოვნად იქნება დამოკიდებული მანქანათა უმტყუნებლობის დონე.

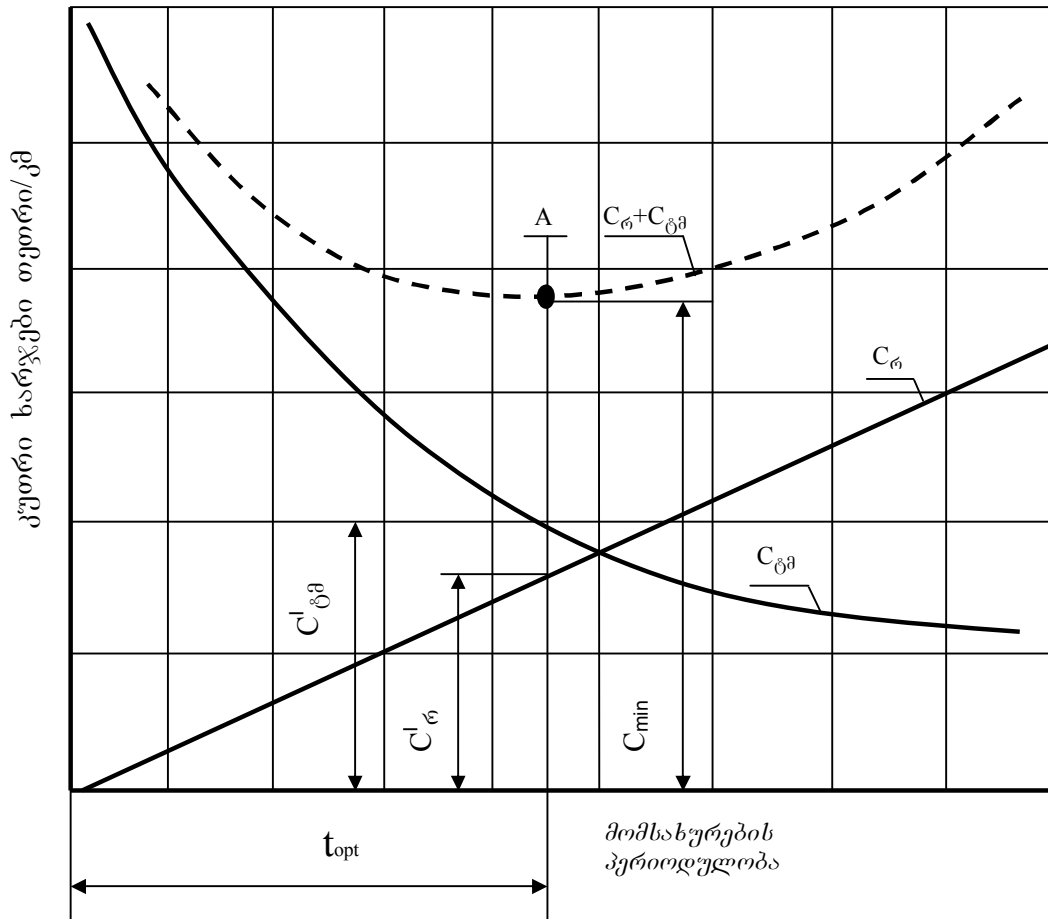
ტექნიკური მომსახურების რეჟიმზე მრავალი ფაქტორის გავლენამ განაპირობა პერიოდულობის დადგენის მთელი რიგი მეთოდების დამუშავება. ძირითად საფუძველს წარმოადგენს პროფ. გ.ვ. კრამარენკოს მიერ დამუშავებული ტექნიკურ-ეკონომიკური მეთოდი

[13]. იგი ითვალისწინებს პერიოდულობის განსაზღვრას ტექნიკურ მომსახურებასა და მიმდინარე რემონტზე გაწეული ჯამური კუთრი ხარჯების კრიტერიუმს. მრუდი $C_{\text{წ}}$ (ნახ.3) ასახავს პერიოდულობის გაზრდის მიხედვით რემონტზე გაწეული კუთრი ხარჯების ცვლილების კანონზომიერებას. მრუდი $C_{\text{გა}}$ ასახავს ტექნიკური მომსახურების კუთრი ხარჯების ცვლილების კანონზომიერებას. როგორც გრაფიკიდან ჩანს პერიოდულობის გაზრდით $C_{\text{გა}}$ მცირდება მისი იშვიათად შესრულების გამო, ხოლო $C_{\text{წ}}$ იზრდება. ამასთან ჯამური ხარჯები $C_{\text{გა}} + C_{\text{წ}}$ დასაწყისში მცირდება, ხოლო შემდეგ იზრდება. ჩაღუნვის A წერტილი ჯამურ მრუდზე, რომელიც მინიმალურ C_{min} ხარჯებს შეესაბამება, იძლევა ავტომატის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალურ t_{opt} პერიოდულობას.

ამავე ნაშრომში [13] მოცემულია აგრეგატებისა და სისტემების ტექნიკური მომსახურების სამუშაოების ჩამონათვალისა და მოცულობის კორექტირების რეკომენდაციები. მიმდინარე რემონტის თანმხვედრი ოპერაციის შესრულების საშუალო პერიოდულობა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\ell = \frac{\sum \ell}{n} \quad (3)$$

სადაც $\sum \ell$ – არის დასაკვირვებელი ობიექტების საერთო ნამუშევარი;
 n – მიმდინარე რემონტების ერთნაირი ოპერაციების გამეორების რიცხვი.



ნახ. 3. ტექნიკური მომსახურების და რემონტის კუთრი ხარჯების ცვლილება პერიოდულობისგან დამოკიდებულებით

$C_{\text{ტგა}}$ – ტექნიკური მომსახურების კუთრი ხარჯები;

$C_{\text{რ}}$ – რემონტის კუთრი ხარჯები;

$C_{\text{ტგა}} + C_{\text{რ}}$ – ტექნიკური მომსახურების და რემონტის ჯამური ხარჯები;

C_{min} – ტექნიკური მომსახურების და რემონტის მინიმალური ხარჯები;

L_{opt} – ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობა;

$C'_{\text{ტგა}}$ – ტექნიკური მომსახურების მინიმალური ღირებულება;

$C'_{\text{რ}}$ – რემონტის მინიმალური ღირებულება;

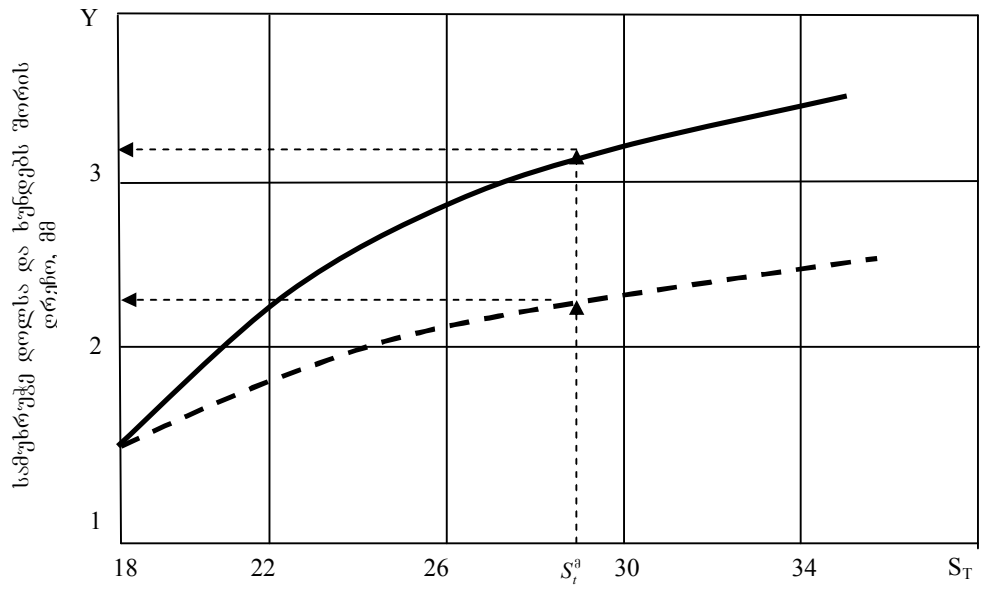
იმის და მიხედვით, რა სიდიდისაა ℓ , მიმდინარე რემონტების ოპერაციები შეაქვთ ტმ-1-ის ან ტმ-2-ის ოპერაციებში შესაბამისი ℓ_1 და ℓ_2 ნამუშევრებით, თუ $\ell_2 > \ell > \ell_1$ ან $m\ell_1 > \ell \geq \ell_2$ სადაც $m = \ell_2 / \ell_1$ მაშინ m -ს აქვს მნიშვნელობა 4-დან 6-მდე და მიმდინარე რემონტის ოპერაცია შეაქვთ ტმ-1-ში. ანალოგიურად ხდება ტმ-2-ის ოპერაციების კორექტირება. ამასთან m იცვლება 10÷30 ზღვრებში. ოპერაცია არ შევა ტექნიკური მომსახურების მოცულობაში და დარჩება მიმდინარე რემონტის მოცულობაში როდესაც $\ell > m\ell_2$. აღნიშნული მეთოდის გამოყენება ეფექტურია ახალი ავტომობილებისათვის პროფილაქტიკური რეჟიმების დადგენისას, მაგრამ იგი არ ითვალისწინებს ავტომობილის ნამუშევარს ექსპლუატაციის დაწყებიდან.

ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის დასაბუთებისა და კვლევის საკითხებისადმი მიძღვნილი ე.ს. კუზნეცოვის შრომები [14,15] მის მიერ შემოთავაზებულია მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდები. პერიოდულობის შეფასებისათვის მას მიღებული აქვს შემდეგ კრიტერიუმები:

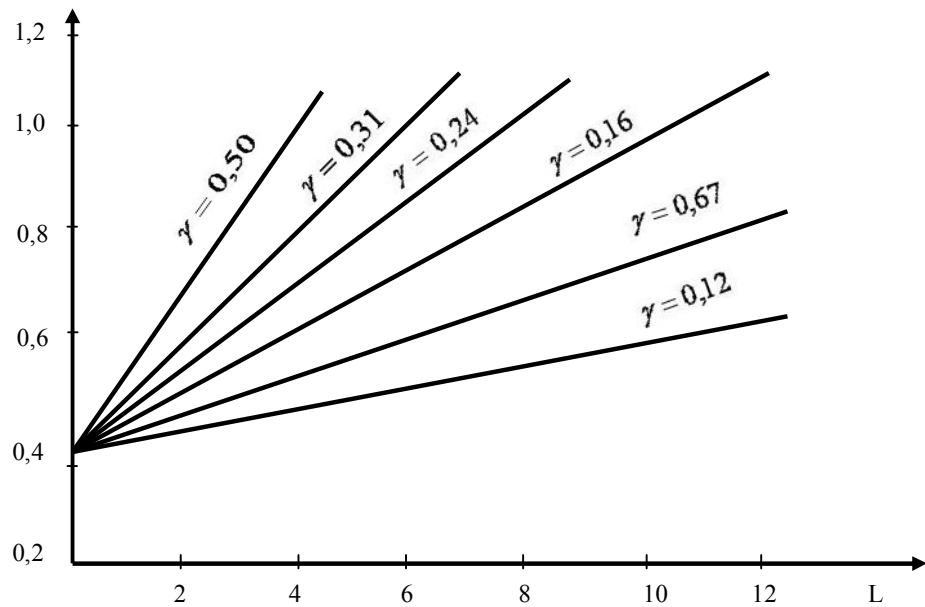
- აგრეგატებისა და სისტემების გარეგნული სახე;
- მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;
- მოძრავი შემადგენლობის მწარმოებლურობა;
- აგრეგატებისა და კვანძების ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის დასაშვები მნიშვნელობა (ნახ. 4, 5);
- უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის დასაშვები დონე;
- ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმები.

მოძრაობის უსაფრთხოებაზე მოქმედი აგრეგატებისა და სისტემებისათვის ავტორის რეკომენდაციით უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის დასაშვები სიდიდე უნდა იყოს 0,90-0,95, ხოლო დანარჩენი სისტემებისათვის 0,85-0,90.

აღნიშნული მეთოდების დამატებას წარმოადგენს ა.მ. შეინინის მიერ დამუშავებული ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის კორექტირების მეთოდი [17], როდესაც იგი განსაზღვრულია როგორც უმტყუნებლობის ფუნქცია.



ნახ. 4. ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა მუშაობისუნარიანობის პარამეტრის დასაშვები დონის მიხედვით



ნახ. 5. ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა მუშაობისუნარიანობის დასაშვები დონის მიხედვით

აღბათობა იმისა, რომ L_1 -დან L_2 - მდე ნამუშევრის შემთხვევაში მტყუნება არ მოხდება, განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$P(L_2 - L_1) = e^{-[\Omega(L_2) - \Omega(L_1)]} \quad (4)$$

სადაც $\Omega(L)$ - წამყვანი ფუნქციაა და წარმოადგენს ნამუშევარზე ობიექტის მტყუნებათა საშუალო რაოდენობას.

თუ მივიღებთ, რომ მომსახურებებს შორის პერიოდში უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა 0,80-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, შეიძლება ვისარგებლოთ გამოსახულებით:

$$P(L_{\text{გამს}}) = 1 - \omega \cdot L_{\text{გამს}}, \quad (5)$$

სადაც ω - მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრია და იგი გარბენის ზრდასთან ერთად იზრდება (ნახ. 4).

ვინაიდან ორგანიზაციული და სხვა მიზეზების გამო პერიოდულობის მუდმივად შემცირება შეუძლებელია, იგი დაგეგმილი უნდა იქნას საფეხურებრივად მთლიანი რესურსის L_0 ზღვრებში შემდეგნაირად: 0-დან $0,5L_0$ -მდე - ყველაზე დიდი პერიოდულობა, საშუალო - $0,5 \div 0,75L_0$ ზღვარში და შემცირებული, როდესაც $L > 0,75L_0$.

ამის გარდა პროფ. ა.მ. შეინინის მიერ დამუშავებული იქნა მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრის ანალიზური მეთოდი, რომელსაც აქვს შემდეგნაირი გამოსახულება:

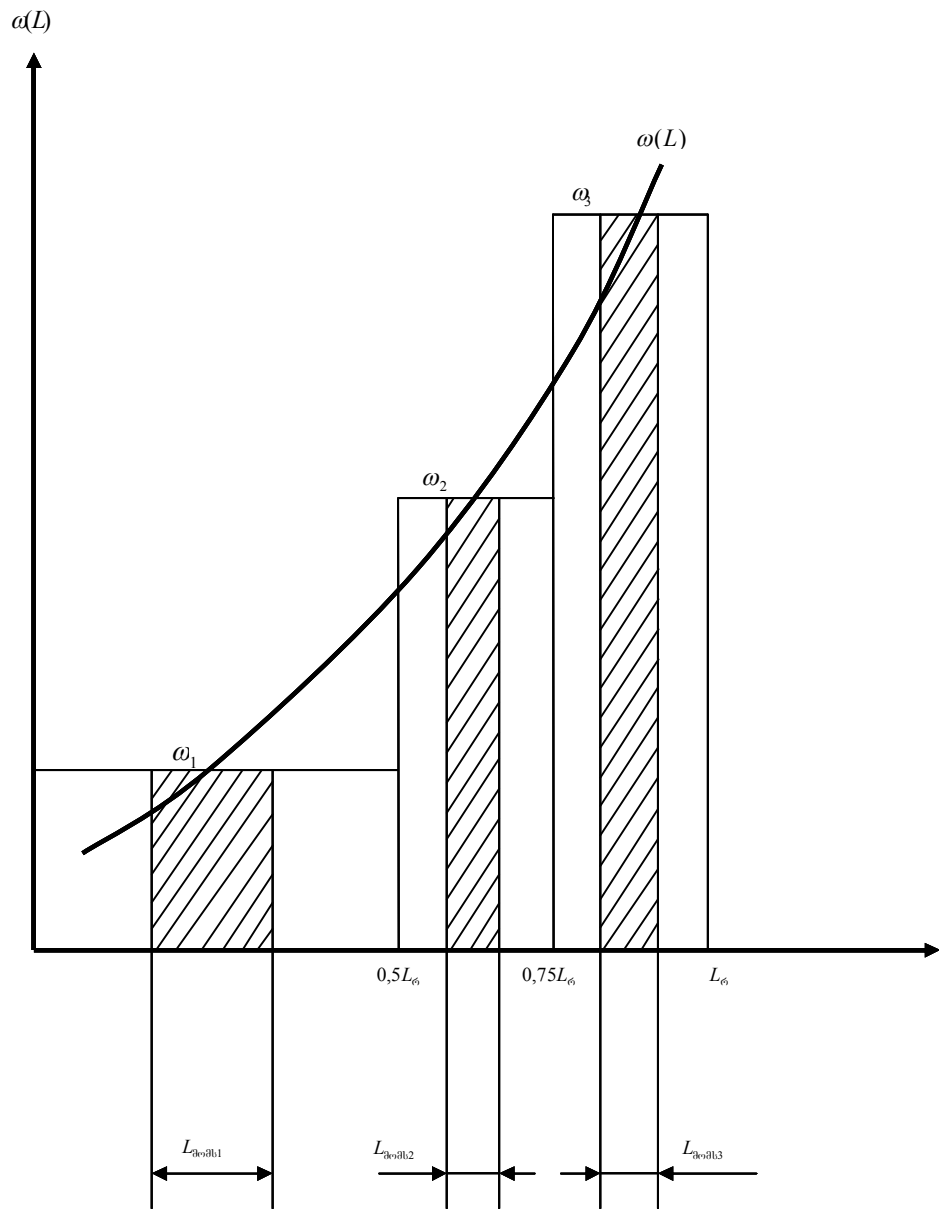
$$L_{\text{გამს}} = \sqrt[n+1]{\frac{(n+1) \cdot C_{\text{გა}}}{b_{\text{გა}} \cdot n}} \quad (6)$$

სადაც $C_{\text{გა}}$ არის მომსახურების ღირებულება, ლარი;

$b_{\text{გა}}$ - მიმდინარე რემონტის ხარჯის ცვლილების კუთხური კოეფიციენტი ლარი/ათასი კმⁿ⁺¹;

n - ხარისხის მაჩვენებელი.

პროფ. ე.ს. კუზნეცოვის მიერ [16] დამუშავებულ იქნა პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდი ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობისა და მისი ცვლილების კანონზომიერების კრიტერიუმით. ამ მეთოდის გამოყენების სფეროა მომსახურების ობიექტები, რომლებსაც ტექნიკური მდგომარეობის



ნახ. 6. ავტომობილების ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის ცვლილება გარბენისგან დამოკიდებულებით.

პარამეტრის ცვლილების აშკარად გამოხატული ნიშნები აქვთ. მათ მიეკუთვნება აგრეგატები, მექანიზმები და კვანძები, რომლებიც მოითხოვენ სარეგულირებელ და შეზეთვის სამუშაოებს. პერიოდულობის განსაზღვრის ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$\ell_0 = \frac{Y_a - Y_0}{\mu \cdot \bar{\alpha}} \quad (7)$$

სადაც Y_a არის ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის დასაშვები მნიშვნელობა;

Y_0 - პარამეტრის ნომინალური მნიშვნელობა;

$\bar{\alpha}$ - ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილების საშუალო ინტენსიურობა;

μ - მაქსიმალური ინტენსიურობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს განაწილების მრუდს, ვარიაციის კოეფიციენტსა და ალბათობის სარწმუნო დონეს.

უმტყუნებლობის დასაშვები დონის მიხედვით პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდი ითვალისწინებს ℓ_0 - ის გამოვლენას იმ პირობით, რომ მტყუნებისა და უწყესიერობის წარმოქმნის ალბათობა წინასწარ დადგენილი პერიოდულობის შემთხვევაში, იქნება განპირობებულ დონეზე ნაკლები

$$\ell_0 = \beta \cdot \bar{\ell} \quad (8)$$

სადაც β - ოპტიმალური პერიოდულობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს (μ კოეფიციენტის ანალოგიურად) განაწილების მრუდს, ვარიაციის კოეფიციენტს და ალბათობის სარწმუნო დასაშვებ დონეს.

ეს მეთოდი გამოიყენება სამაგრი სამუშაოების შესრულების პერიოდულობის დადგენისათვის, მაგრამ იგი არ ითვალისწინებს ეკონომიკურ მახასიათებლებს, რასაც ხშირად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს.

მომსახურების რაციონალური რეჟიმების განსაზღვრის ტექნიკურ-ეკონომიკური მეთოდი ითვალისწინებს პერიოდულობის გავლენას დეტალების ცვეთაზე, გამოყენებული მასალების ღირებულებას, აგრეთვე შრომით ხარჯებს. ეს უკანასკნელი საკმაოდ მნიშვნელოვანია.

ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე გაწეული მინიმალური ხარჯები წარმოადგენენ მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის მხოლოდ ერთ, ეკონომიკურ მახასიათებელს ან კრიტერიუმს. მაგრამ შეიძლება გათვალისწინებული იყოს სხვა ფაქტორებიც: მოძრაობის უსაფრთხოება, სატრანსპორტო ან სხვა ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტით გამოწვეული დანაკარგები, მოცდენები და სხვ. [15].

ტექნიკური მომსახურების ამა თუ იმ ოპერაციის შესრულების მიზანშეწონილობის დადგენისათვის გამოიყენება ეკონომიკურ-ალბათური მეთოდი. იგი წარმოადგენს ორი მეთოდის გაგრძელებასა და გაერთიანებას: ტექნიკურ-ეკონომიკურის და უმტყუნებლობის დასაშვები დონის მიხედვით. ეს მეთოდი დამყარებულია ტექნიკური მომსახურების იძულებითი ოპერაციების შესრულებისათვის გაწეული მინიმალური კუთრი ხარჯების გამოვლენის პრინციპზე [17].

განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდიკა, რომელიც დამუშავებულ იქნა ავტორთა ჯგუფის მიერ [19, 24-26]. ამ მეთოდის მიხედვით მტყუნებათა კლასიფიკაციის საფუძველზე შექმნილია ოპერაციათა შესრულების პერიოდულობა დამხმარე-პარალელური, მიმდევრობითი და ძირითადი სისტემებისათვის. ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს მტყუნებებისა და უწესივრობების აღმოფხვრაზე გაწეული კუთრი ხარჯების მინიმუმი სხვადასხვა მნიშვნელობის პერიოდულობისათვის მის დასაშვებ ქვედა და ზედა ზღვრებს შორის. თითოეული მნიშვნელობისათვის კუთრი ხარჯების სიდიდე განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$C_{კუთ}(L_{აომს}) = \frac{C_{აბჟ}}{L_{საშ}} + \frac{C_{აომს}}{L_{აომს}} \rightarrow \min \quad (9)$$

სადაც $C_{აბჟ}$ და $C_{აომს}$ მტყუნებისა და მომსახურების ღირებულებებია შესაბამისად.

მოცემული მეთოდით გათვალისწინებულია ოპერაციათა გამეორების K_1 და მტყუნებათა და უწესივრობის ღირებულებათა

ფარდობის K_2 კოეფიციენტების გამოვლენა, რაც პერიოდულობის განსაზღვრის ადრინდელ მეთოდებს ახუსტებს.

კონსტრუქციული ელემენტების, მათ შორის სამუხრუჭე სისტემის ელემენტების მტყუნებათა პროგნოზირებისათვის ვ. ლეკიაშვილის მიერ გამოყენებულ იქნა სტატისტიკური მეთოდი [26]. სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრება სარეგულირებელი პარამეტრების ზღვრულ მდგომარეობამდე ნამუშევრების განაწილების კანონები. ამ კანონების პარამეტრებისა და უმტყუნებლობის საჭირო დონის მიხედვით მოხდება ელემენტების მტყუნებათა პროგნოზირება და დაინიშნება შესაბამისი მომსახურების რეჟიმი.

პერიოდულობის განსაზღვრის საფუძველს წარმოადგენს კუთრი ხარჯების მინიმუმი, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$C_{\text{კუთ}}(L_{\text{გომ}}) = \frac{1}{L_{\text{გომ}}} \left\{ C_{\text{მტყ}}^{\text{მგ}} [\bar{P}(L_{\text{გომ}}) + P_1(L_{\text{გომ}}) - P_2(L_{\text{გომ}}) + C_e + C_{\text{მტყ}} \cdot P_2^n(L_{\text{გომ}})] \right\} \rightarrow \min \quad (10)$$

სადაც: $C_{\text{მტყ}}^{\text{მგ}}$ არის მტყუნების ღირებულება ტექნიკური მომსახურების დროს;

$C_{\text{მტყ}}$ - მტყუნების ღირებულება ($C_{\text{მტყ}} > C_{\text{მტყ}}^{\text{მგ}}$);

$\bar{P}(L_{\text{გომ}})$ - უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის საშუალო მნიშვნელობა;

$P_1(L_{\text{გომ}})$ - არასასურველი ზემოქმედებათა ალბათობა;

$P_2(L_{\text{გომ}})$ - მტყუნებათა წარმოქმნის (დიაგნოსტირების შეცდომა) ალბათობა;

C_e - დიაგნოსტიკის ღირებულება;

n - პერიოდულობის მაქსიმალურ და მიმდინარე მნიშვნელობების ფარდობა.

კუთრი ხარჯები განისაზღვრება საკვლევი ობიექტის ტექნიკური მდგომარეობის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის (მაქსიმალურსა და მინიმალურ მნიშვნელობებს შორის) მინიმალური კუთრი ხარჯების შესაბამისი პერიოდულობა იქნება ოპტიმალური იმ პირობით, რომ

სისტემის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის დონე არ იქნება წინასწარ დანიშნულ დონეზე ნაკლები.

ავტომობილების კონსტრუქციების უწყესივრობების დროული გამოვლენა უზრუნველყოფილ უნდა იქნას დიაგნოსტიკებით, ამიტომაც მას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკების საფუძველს წარმოადგენს ექსპლუატაციის პროცესში დამახასიათებელი უწყესივრობების ჩამონათვალი, შესაბამისად შეიძლება სადიაგნოსტიკო პარამეტრები, განისაზღვრება ნორმატიული მაჩვენებლები, საშუალებები, ტექნოლოგია და სამუშაოს ორგანიზაცია.

ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკის დარგში მკვლევართა და კონსტრუქტორთა ყურადღება მიპყრობილია დიაგნოსტიკის მეთოდებისა და საშუალებების შექმნისაკენ. ისინი მუშავდება დიაგნოსტიკური პარამეტრებით ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის ტექნოლოგიური პარამეტრების მოთხოვნების საფუძველზე.

1.3. მუშაობის უნარის აღდგენის პროცესების მართვის მეთოდები

ტექნიკურ საშუალებათა საიმედოობის უზრუნველყოფისა და შენარჩუნების მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს მტყუნებათა პროგნოზირება და გამოვლენა. დიდი მნიშვნელობა აქვს კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური და საექსპლუატაციო ხასიათის დონისძიებათა კომპლექსის დამუშავებასა და სრულყოფას საიმედოობის მაჩვენებლების გაუმჯობესების მიზნით, აგრეთვე ტექნიკური ექსპლუატაციის ფორმებისა და მეთოდების გაუმჯობესებას. დღეისათვის პროგნოზირების თეორია წარმატებით გამოიყენება საიმედოობის დონის მართვის პროცესში. ეს ტექნიკური პროგრესის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს.

მტყუნებებისა და უწყესივრობების აღმოფხვრისათვის საჭირო სამუშაოთა მოცულობის პროგნოზირების მეთოდების დამუშავება ხელს უწყობს მიმდინარე რემონტების ოპტიმალურ დაგეგმვას. ეს კი რთული ტექნიკური სისტემების საიმედოობის კვლევის ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომლის გარეშეც რთულდება ტექნიკური მდგომარეობის მართვა ექსპლუატაციის პროცესში.

დღეისათვის ტექნიკური ზემოქმედების მოცულობის დაგეგმვა ხდება შრომატევადობის ნორმატიული მაჩვენებლებით (კაცსაათები ნამუშევრის ერთეულზე) და მოცდენის სიდიდით (დღე ნამუშევრის ერთეულზე), რაც უარყოფითად აისახება ავტომობილების მუშაობისუნარიან მდგომარეობაში შენარჩუნების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

საიმედოობის თეორიის გამოყენება პრობლემის ოპტიმალური გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა. ძირითადად ამ მიმართულებით წარმოადგენს დამუშავებული მეთოდები [24], რომლებსაც საფუძვლად უდევს ანალიზური გაანგარიშებები. საბოლოო მიზნის მისაღწევად ამ მეთოდების მიხედვით ეტაპობრივად განისაზღვრება ტექნიკურ ზემოქმედებათა რაოდენობა, შრომატევადობა და საერთოდ საიმედოობის შენარჩუნების საექსპლუატაციო ხარჯები. ძირითად კრიტერიუმად აღებულია დეტალების შეცვლის ოპტიმალური სისტემა, რომელიც მოიცავს მიზანს, პირობებსა და ტექნიკურ მოთხოვნებს. აღნიშნული მეთოდი არ ითვალისწინებს დამამზადებელი ქარხნების მოთხოვნებს სრულყოფილად.

მიმდინარე რემონტების დაგეგმვის დამუშავებული მეთოდები გულისხმობენ მატერიალური და შრომითი ხარჯების განსაზღვრას. საიმედოობის შენარჩუნების საექსპლუატაციო ხარჯები შემდგენიარად განისაზღვრება:

$$C_{სშ} = C_{სათ.დ} + C_{შრ} + C_{მ.ს} , \quad (11)$$

სადაც $C_{სათ.დ}$ არის სათადარიგო დეტალების ხარჯები;

$C_{შრ}$ - დეტალების შეცვლის შრომითი ხარჯები;

$C_{მ.ს}$ - გამოყენებული მასალების ხარჯები.

თითოეული სახეობის მიმდინარე რემონტის შიგნით დეტალების შეცვლის სისტემის ოპტიმიზაციისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს აღდგენის პროცესის წამყვანი ფუნქციის განსაზღვრა. იგი განსაზღვრულია მორიგი შეცვლების კომპოზიციათა ფუნქციების შეჯამებით.

$$\Omega(L) = \sum_{n=0}^{\infty} F_{k_n}(L) \quad (12)$$

აღნიშნული მოდელის შემდგომ დაზუსტებას და განვითარებას წარმოადგენს საექსპლუატაციო ხარჯების ნუსხაში მოცდენის კომპენსაციის – $C_{\text{მოც}}(L)$ ხარჯების გათვალისწინება [26]. ამასთან ერთად, საგულისხმოა მისი კავშირი (ცვლილების პოზიციიდან გამომდინარე) სათადარიგო დეტალების, ან რაც იგივეა, შრომით ხარჯებთან, რომელიც კვლევის სპეციალური სფეროა. ამ მხრივ არის გარკვეული წინაპირობები იმისათვის, რომ დადგინდეს კორელაციური კავშირი და გამოვლინდეს ამ კავშირის კანონზომიერება და კონკრეტული რიცხობრივი მნიშვნელობა.

როგორც ცნობილია, რთული ტექნიკური სისტემები დაიყოფა ქვესისტემებად, რომელთა შიგნითაც უნდა მოხდეს საკითხის ოპტიმიზაცია და გადაწყვეტა. საჭირო ხდება მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა გამოვლენა თითოეული აგრეგატის, სისტემის და კვანძებისათვის. ამ მხრივ საყურადღებოა ფ.ი. კერიმოვის ნაშრომი. მასში მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირება რამოდენიმე კრიტერიუმით ხდება და შემდეგ მოინახება ოპტიმალური ვარიანტი. კომბინატორული ანალიზის საფუძველზე მიღებულმა შედეგებმა ავტორს უჩვენა, რომ მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირების ყველაზე ოპტიმალურ კრიტერიუმს წარმოადგენს აგრეგატის დაშლა-აწყობის ტექნოლოგიური ნიშანი. ეს გულისხმობს კრიტიკული დეტალების აგრეგატში განლაგების სიდრმესა და ადგილს, რაც ბუნებრივია მოქმედებს ყველა ნორმატიულ მანვენებელზე (შრომატევადობა, მოცდენა, საერთო ხარჯები და სხვ.).

ამ მეთოდის საფუძველზე ავტორის მიერ შემოთავაზებულ იქნა მიმდინარე რემონტების რუკა, რომელიც საშუალებას იძლევა შეირჩეს საჭირო მოწყობილობები მათ შესასრულებლად და დადგინდეს დეტალების შეცვლის ოპტიმალური სტრატეგია.

სხვადასხვა ვარიანტების ანალიზის შედეგად ავტორმა დაასაბუთა, რომ დეტალების რესურსების დანაკარგების შემცირების მიზნით, მათი ჯგუფური შეცვლის დროს, საჭიროა არა მარტო საშუალო რესურსების ერთიმეორესთან მიახლოება, არამედ

რესურსების განაწილების ვარიაციის კოეფიციენტების მიახლოებაც, რაც მნიშვნელოვან ეფექტს იძლევა ხარჯების შემცირების თვალსაზრისით. მაგრამ, როგორც ცნობილია, ავტომობილების კრიტიკული დეტალების რესურსების ერთიმეორესთან მიახლოება ჯერჯერობით გართულებულია [27].

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის მართვის მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ტექნიკური ზემოქმედების მოთხოვნილებათა პროგნოზირება. იგი უნდა პასუხობდეს ტექნიკური მომსახურების ბაზების, საწარმოების ტექნიკური სამსახურის მართვის ავტომატიზირებული სისტემის მოთხოვნებს. ამ საკითხებს ბოლო დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.

ტექნიკური ზემოქმედების ხანგრძლივი პერიოდით პროგნოზირება მოიცავს მათ ნომენკლატურას, სათადარიგო ნაწილების და შრომით ხარჯებს. ამ საკითხებისადმი მიძღვნილი ავტორთა შრომები [27, 32, 33]. მათში მოცემული პროგნოზირების მეთოდები ძირითადად ემყარება მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის საშუალო მნიშვნელობებს.

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის უზრუნველყოფის ერთ-ერთ პირობას წარმოადგენს სათადარიგო ნაწილების და მშრომელი ხარჯების მოთხოვნათა დაგეგმვა სათანადო ტექნიკური მომსახურებისა და მიმდინარე რემონტების შესრულების პირობებში.

შესრულებული გამოკვლევების მონაცემებით [46] ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული მოცდენების საერთო მნიშვნელობიდან დაახლოებით 30-40% სათადარიგო ნაწილების უქონლობის გამო ხდება. ეს ძირითადად გამოწვეულია ე.წ. დეფიციტური დეტალების მარაგსა და მწყობრიდან იშვიათად გამოსულ ელემენტების რაოდენობას შორის არსებული დისპროპორციით.

სათადარიგო ნაწილების ნორმირება, როგორც საიმედოობის მართვის მეთოდი და ავტომობილის რესურსის გამოყენების დონის რეგულირება განხილულია ა.მ. შეინინის და სხვათა შრომებში [18].

ავტომობილის ნამუშევრის ინტერვალების მიხედვით სათადარიგო ნაწილების ხარჯის ნორმა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$C_{\text{საათ.დ}}(L) = \frac{B}{1 + A + B + C} \cdot L^n \quad (13)$$

სადაც B არის კუთხური კოეფიციენტი, ლ/1000კმⁿ⁺¹;

n - ხარისხის მაჩვენებელი;

A, B, C - ხარჯების შეფარდების კოეფიციენტები შესაბამისად:

შრომითი ხარჯებისა $C_{\text{შრ}}$, სათადარიგო ნაწილების $C_{\text{საათ.დ}}$ ხარჯთან, მასალების ხარჯისა $C_{\text{მას}}$ ისევე სათადარიგო ნაწილების ხარჯთან და მოცდენის კომპენსაციის $C_{\text{მოც}}$ ისევე სათადარიგო ნაწილების ხარჯთან.

ავტოსატრანსპორტო საწარმოების ტექნიკური სამსახურის ანალიზის მიხედვით ავტორმა დაადგინა, რომ $A + B + C = 1,5 \div 2,5$. ავტომობილის რესურსის პერიოდში სათადარიგო ნაწილების ჯამური ხარჯი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$C_{\text{საათ.დ}} = \frac{C_{\text{ავტ}}}{n(1 + A + B + C)} \quad (14)$$

როდესაც $C_{\text{საათ.დ}}$ მნიშვნელობა მიაღწევს ნორმატიულ სიდიდეს, ავტომობილი უნდა მოიხსნას ექსპლუატაციიდან კაპიტალურ რემონტში გასაგზავნად ან ჩამოსაწერად.

მაშასადამე, დამუშავებულმა მეთოდებმა შექმნეს რეალური პირობები იმისათვის, რომ ექსპლუატაციის პროცესში შესაძლებელი იყოს ავტომობილების კონსტრუქციების ცვეთის პროცესების მართვა კონკრეტული მექანიზმისა და სისტემისათვის.

პროგნოზირების დამუშავებული მეთოდები აპრობირებულ იქნა ავტომობილის სხვადასხვა აგრეგატებისა და სისტემების მაგალითზე [27], პროგნოზირებული და ფაქტიური მონაცემების შედარებისათვის დადგინდა მათ შორის კავშირის მეთოდი, რამაც საშუალება მოგვცა მოგვეხდინა ნორმატიული მაჩვენებლების კორექტირება. როგორც შედეგებმა აჩვენა კვარტალური პროგნოზირების შემთხვევაში პროგნოზირებული პარამეტრების სიზუსტე არ გამოდის 10% ზღვრებიდან, პროგნოზირების პერიოდის გაზრდით სიზუსტეც გაიზრდება.

მაშასადამე, როგორც ავტოსატრანსპორტო საწარმოების მონაცემებმა აჩვენა ტექნიკური სამსახურის მართვის სისტემაში წარმატებით გამოიყენება მართვის ხანგრძლივი პერიოდით პროგნოზირება, როგორც დაგეგმვის ფორმა, ამასთან ერთად საჭირო ხდება საინფორმაციო-ნორმატიული მონაცემების აღება ექსპლუატაციის დროს, რაც ტექნიკური სამსახურის ქვესისტემების ოპერატიული მართვისათვის აუცილებელია.

სხვა, ადრინდელმა შესრულებულმა გამოკვლევებმა შექმნეს ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის მართვის თანამედროვე პროგრესული მეთოდების შემდგომი სრულყოფისა და გაუმჯობესების წინაპირობები, რაც ხელს შეუწყობს ეფექტურობის მაღალი მაჩვენებლების მიღებას მინიმალური ხარჯებით.

საკითხის თანამედროვე მდგომარეობის ანალიზისა და ნაშრომში დასმული მიზნის მისაღწევად კვლევის ძირითადი ამოცანები შემდეგნაირად იქნა ფორმირებული:

- ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების საიმედოობის მაჩვენებლებზე მუშაობის რეჟიმების პარამეტრების გავლენა და მისი შეფასების მეთოდის დამუშავება;
- ტექნიკური მომსახურების ოპერაციების შესრულების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება;
- აგრეგატებისა და სისტემების დეტალების შეცვლის ოპტიმალური სისტემის დამუშავება ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმით.

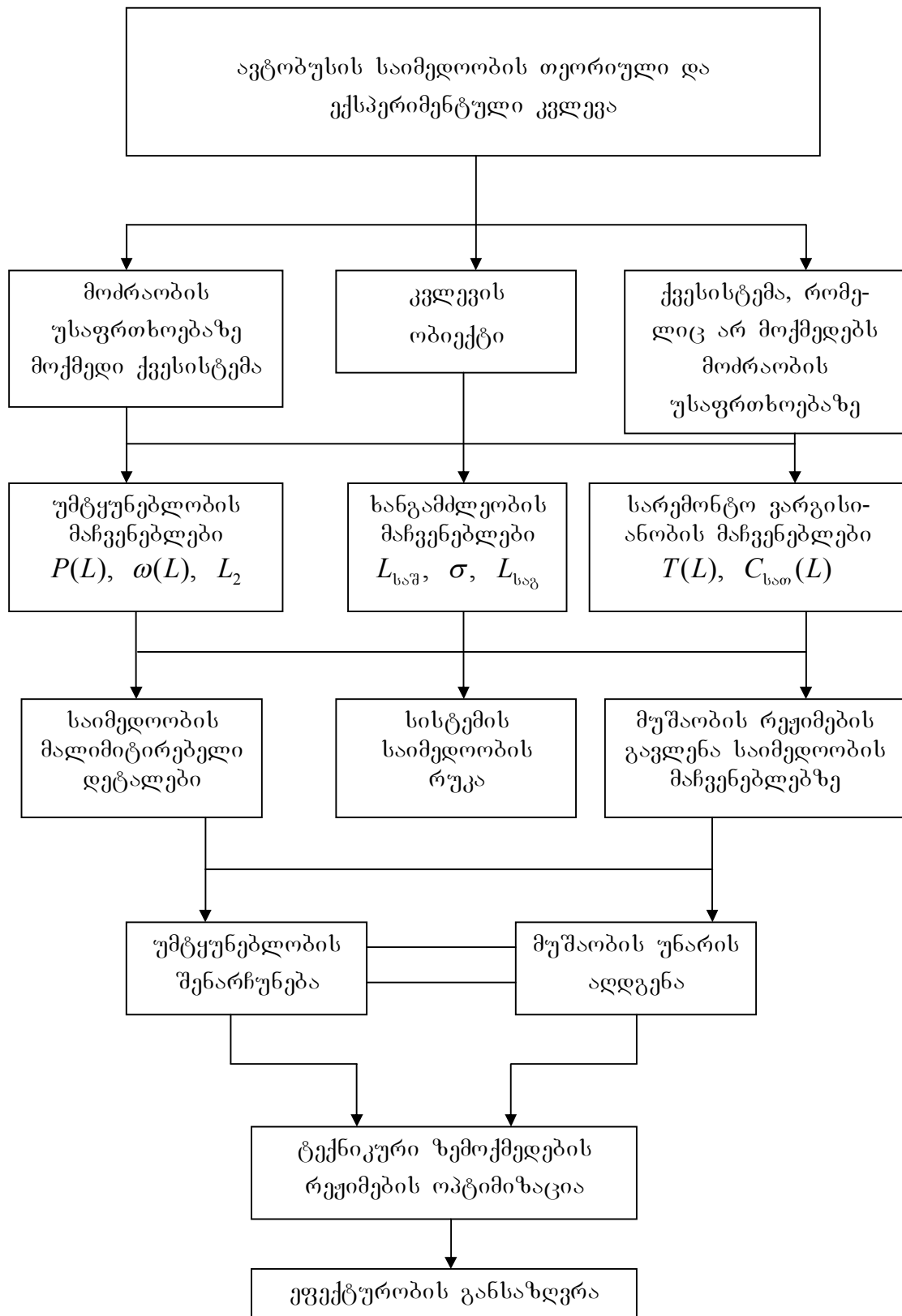
თავი II. შედეგები და მათი განსჯა

ნაშრომში დასმული ამოცანების მიხედვით დამუშავებული იქნა კვლევის მეთოდოლოგიური სქემა. (ნახ. 7). იგი მოიცავს როგორც თეორიული მეთოდების დამუშავებას, ასევე ექსპერიმენტალურ კვლევას. თეორიული ნაწილი წარმოადგენს ერთის მხრივ ავტომობილის კვანძებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის ძირითადი პარამეტრების ნამუშევრის სახით წარმოსახვას (გარბენის ნაცვლად დატვირთვების, ციკლების რაოდენობას) და მეორეს მხრივ შესაბამისი საიმედოობის მაჩვენებლების მის მიხედვით განსაზღვრას, რაც გამარტივებული ნომოგრამის და კოეფიციენტით გამოითვლება.

საიმედოობის თვალსაზრისით მისი მაღალიმეტირებელი დეტალებისა და კვანძებისათვის აუცილებელია ტექნიკური ზემოქმედების რეჟიმის ოპტიმიზაცია, პირველ რიგში იგი გამოისახება კონკრეტული კვანძისათვის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის მათემატიკური მოდულირებით.

მეორეს მხრივ, ეფექტურობის კრიტერიუმის გათვალისწინებით, საჭიროა ჩამოყალიბდეს და მიეცეს პრაქტიკული რეალიზაცია დეტალების შეცვლის სტრატეგიასა და ისეთი სისტემის მოდულირებას, რომელიც უზრუნველყოფს ავტომობილების ტექნიკური მიზეზით მოცდენების მაქსიმალურ შემცირებას.

მეთოდოლოგიური სქემა გულისხმობს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ერთობლივ ანალიზს და შედეგების რეალიზაციით მიღებული ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრას.



ნახ. 7. საიმედოობის კვლევის მეთოდოლოგიური სქემა

2.1. კვლევის თეორიული მეთოდების დამუშავება

2.1. საიმედოობის მაჩვენებლებზე მუშაობის რეჟიმის გაგონა და მისი შეფასების მეთოდი

ავტომობილების ექსპლუატაციის მთელი პერიოდისათვის მისი მუშაობის რეჟიმები და მისი შემადგენელი კომპონენტები წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს. ეს გამოწვეულია ძირითადად მასზე მოქმედი ფაქტორების სიმრავლითა და ზემოქმედებით. ამიტომ საიმედოობის მაჩვენებლები მჭიდროდ არიან დაკავშირებული მუშაობის რეჟიმის პარამეტრებთან, რომლებიც ფართო დიაპაზონში იცვლებიან. ეს კავშირი ფასდება კორელაციური კოეფიციენტით. ამიტომ მისი გამოკვლევა უნდა მოხდეს შემთხვევითი სიდიდეების (ხლომილებების) ალბათობის თეორიის, კერძოდ კი კორელაციური განტოლებების გამოყენებით.

კორელაციური განტოლებები საშუალებას იძლევიან ერთი შემთხვევითი ხლომილების ალბათობის მნიშვნელობები განისაზღვროს მეორე შემთხვევითი სიდიდეებისგან დამოკიდებულებით. თუ შემთხვევითი სიდიდეები იმყოფებიან კორელაციურ კავშირში, მაშინ შემთხვევითი სიდიდის ყოველ მნიშვნელობას შეესაბამება მეორე შემთხვევითი სიდიდის განაწილებათა მნიშვნელობები. კორელაციური განტოლებები არსებობს ჩვეულებრივი და მრავლობითი (წრფივი და არაწრფივი). ჩვეულებრივი განტოლებები ახასიათებენ კავშირს ორ შემთხვევით სიდიდეს შორის, ხოლო მრავლობითი კორელაციური განტოლებები ორზე მეტ შემთხვევით სიდიდეს შორის.

კორელაციური კავშირი ორ ცვლადს შორის (X, და Y) იმით გამოიხატება, რომ ერთ-ერთი მათგანის საშუალო მნიშვნელობა იცვლება მეორისგან დამოკიდებულებით და კორელაციურ განტოლებაში ერთ-ერთი ცვლადი წარმოადგენს არგუმენტს, ხოლო მეორე ცვლადის საშუალო მნიშვნელობა, მის ფუნქციას, კორელაციურ განტოლებაში შემავალი ცვლადის მნიშვნელობები იძლევიან H_x სიდიდეებს, რომლებიც განსხვავდებიან ფაქტიური F -ის მნიშვნელობებისაგან და ამიტომ კორელაციური კავშირი არსებითად არ ნიშნავს, რომ ერთი ცვლადის მნიშვნელობა განისაზღვროს მეორის

სიდიდით, როგორც ამას აქვს ადგილი ჩვეულებრივი ფუნქციონალური კავშირის დროს.

წრფივი კორელაციური კავშირის შემთხვევაში მისი სიმჭიდროვე განისაზღვრება კორელაციის კოეფიციენტით.

$$z = \frac{\overline{xy} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (15)$$

სადაც $\overline{x \cdot y}$ არის x_i და y_i ნამრავლის საშუალო მნიშვნელობა;

$\overline{x \cdot y}$ - საშუალო მნიშვნელობების ნამრავლი;

σ_x და σ_y x და y -ის საშუალო კვადრატული გადახრები კორელაციის კოეფიციენტი იცვლება ზღვრებში $0 \leq r \leq 1$, როდესაც $r = 0$, x და y -ს შორის საერთოდ არ არსებობს წრფივი კავშირი და შეიძლება იყოს არაწრფივი კავშირი, რომელიც ზოგადად გამოისახება n რიგის პოლინომით.

$$\overline{y} = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + \dots + A_nx^n \quad (16)$$

კორელაციური განტოლებები, რომლებიც სხვადასხვა რიგის შეიძლება იყოს და მისი კონსტანტება განისაზღვრება შემთხვევითი დამოუკიდებელი ცვლადი სიდიდეების ძირითადი და შერეული მომენტების საშუალებებით, ხოლო შემთხვევითი სიდიდის ნორმირებული გადახრა შემდეგი განტოლებით:

$$\Sigma = \frac{x - \overline{x}}{\sigma_x} \quad (17)$$

სადაც x დამოკიდებული (ცვლადი) შემთხვევითი სიდიდეა;

\overline{x} - იგივე ცვლადის განაწილების საშუალო მნიშვნელობა;

σ_x - განაწილების საშუალო კვადრატული გადახრა.

შემთხვევითი დამოუკიდებელი სიდიდის ძირითადი მომენტები განისაზღვრება განაწილების რიგის საწყისი და ცენტრალური მომენტების საშუალო მნიშვნელობებით და იგივე მეთოდიკით, როგორც

ეს დეტალების რესურსების განაწილების დროს გამოიყენება, ხოლო ძირითადი მომენტები განისაზღვრება განაწილების ცენტრალური მომენტებით.

კორელაციური კავშირის პრაქტიკული გამოყენებისას, როდესაც ექსპერიმენტული წესით განისაზღვრება საიმედოობის მაჩვენებლები და მისი განაწილების პარამეტრები, შეიძლება მიღებული და შერჩეული იქნას ისეთი განტოლებები, რომლებიც გამოავლენენ საკმაოდ სიზუსტით კავშირს იმ სიდიდეებთან, რომლებიც მუშაობის რეჟიმს განსაზღვრავენ და რომლებიც ურთიერთკავშირის გამომსახველ განტოლებაში იქნება მითითებული.

გამოსაკვლევი შემთხვევითი სიდიდეების ურთიერთკავშირის შეფასებისათვის, როგორც ზევით იყო აღნიშნული, გამოიყენება კორელაციის კოეფიციენტი წრფივი განტოლებებისათვის და კორელაციური ფარდობა არაწრფივი განტოლებებისათვის. ეს კოეფიციენტები გვიჩვენებენ კავშირს, თუ რა რაოდენობის პროცენტი მოდის თითოეული განსახილველ სიდიდეზე, იმ ფაქტორის გათვალისწინებით, რაც მოქმედებს საერთოდ ამ კავშირზე.

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგინდება მუშაობის რეჟიმის განმსაზღვრელი მაჩვენებლების განაწილების პარამეტრები და კანონზომიერება. ანალოგიურად მოხდება მასთან კავშირში მყოფი საიმედოობის მაჩვენებლების განაწილების პარამეტრების განსაზღვრა, რის შემდეგაც შესაძლებელი იქნება მათ შორის კავშირის განსაზღვრა და შესაბამისად მისი დონის ფორმირება. პრაქტიკული თვალსაზრისით, ოპერატიული მართვის და მუშაობის უნარის სასურველ დონეზე შენარჩუნებისათვის თვით საიმედოობის მაჩვენებლებს შორის თანაფარდობის გამოვლენა უნდა მოხდეს ანალიზური მეთოდით.

ამოცანის მოდელირება უნდა მოხდეს ავტომობილის კონკრეტული მექანიზმის, კვანძის და სისტემის მიხედვით. ეს განპირობებულია ერთის მხრივ საკვლევი ობიექტის კონსტრუქციული თავისებურებებით, მისადმი წაყენებული მოთხოვნებით საიმედოობის მაჩვენებლების სასურველ დონეზე შენარჩუნებისათვის, მეორეს მხრივ მუშაობის რეჟიმის განმსაზღვრელი პარამეტრების განსხვავებით.

მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული კონკრეტული პირობები, საკვლევი ობიექტის (აგრეგატი, სისტემა) მოძრაობის უსაფრთხოებაზე გავლენის ფაქტორები, ხოლო ზოგიერთი სისტემისათვის ტექნიკურ-ეკონომიკური ფაქტორი.

ავტომობილის სამუხრუჭე სისტემისათვის საიმედოობის მთავარ მაჩვენებელს წარმოადგენს სამუხრუჭე მანძილი – S_m , რომელიც სხვა ცნობილ ფაქტორებთან ერთად დამოკიდებულია სამუხრუჭე დოლსა და ხუნდებს შორის ღრეზზე, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია მოსახუნე ზედაპირების ცვეთის ინტენსიურობაზე. იმის და მიხედვით, როგორია მუშაობის რეჟიმი, ცვეთის ინტენსიურობა შეიძლება იცვლებოდეს ფართო დიაპაზონში. სამუხრუჭე ხუნდებისა და დოლისათვის ცვეთის ინტენსიურობის შეფასების საექსპლოატაციო პარამეტრად მიიღება გარბენის ერთეულზე ცვეთის სიდიდე, რომელიც ექსპერიმენტით დადგინდება. ეს მოითხოვს მუშაობის რეჟიმის გამოვლენას, რომელიც გულისხმობს დატვირთვათა ციკლის განაწილების განსაზღვრას.

ამ პირობით გამოსახულება სამუხრუჭე სისტემისათვის შემდეგნაირ სახეს მიიღებს:

$$\tau_a = \frac{\overline{N_g \cdot U} - \overline{N_b} \cdot \overline{U}}{\sigma_g \cdot \sigma_u} \quad (18)$$

სადაც: N არის სამუხრუჭე სისტემის ციკლური დატვირთვების რაოდენობა, დამუხრუჭება/კმ;

U - ცვეთის ინტენსიურობა მმ/1000კმ;

σ_g - დატვირთვების განაწილების საშუალო კვადრატული გადახრა;

σ_u - ცვეთის ინტენსიურობის განაწილების საშუალო კვადრატული გადახრა.

ამოცანის დაზუსტებისათვის მიზანშეწონილია დატვირთვების ციკლების განაწილების პარამეტრების გამოვლენის დროს მოხდეს დიფერენცირება სრული დამუხრუჭების შემთხვევაში და ნაწილობრივი

დამუხრუჭების დროს და შესაბამისად ცვეთის ინტენსიურობის დიაპაზონებად დაყოფა.

გადაცემათა კოლოფის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება ის გარემოება, რომ კორელაციის კოეფიციენტის გამოვლენისას განისაზღვროს დატვირთვის განაწილების პარამეტრები გადაცემის თითოეული საფეხურისათვის.

$$\tau_{\text{ბკ.}} = \frac{\overline{N_i^{\text{ბკ.}}} \cdot \overline{U} - \overline{N_i^{\text{ბკ.}}} \cdot \overline{U}}{\sigma_{\text{ბკ.}} \cdot \sigma_u} \quad (19)$$

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს ავტომობილის მექანიზმებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმისა და ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილების ამსახველ პარამეტრებს შორის კავშირის დონე და მაჩვენებლები.

2.1.2. ტექნიკური მომსახურების რეჟიმების ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელირება

ტექნიკური მომსახურება წარმოადგენს სამუშაოთა კომპლექსს, რომლის შემადგენელი ოპერაციათა ჩამონათვალი მრავალმხრივია და დამოკიდებულია კონსტრუქციის თვისებებზე, დაპროექტებისა და დამზადების პროცესებისას მიღწეულ საიმედოობის მაჩვენებლებზე და სხვადასხვა საექსპლოატაციო პირობებში აღნიშნული მაჩვენებლების რეალიზაციაზე. ამ უკანასკნელის მართვა და სასურველ დონეზე შენარჩუნება, რაც თავისთავად ნებისმიერ შემთხვევაში კვლევის ამოცანას წარმოადგენს, მოითხოვს თეორიულად დასაბუთებული მეთოდების შექმნას და მათ პრაქტიკულ აპრობაციას.

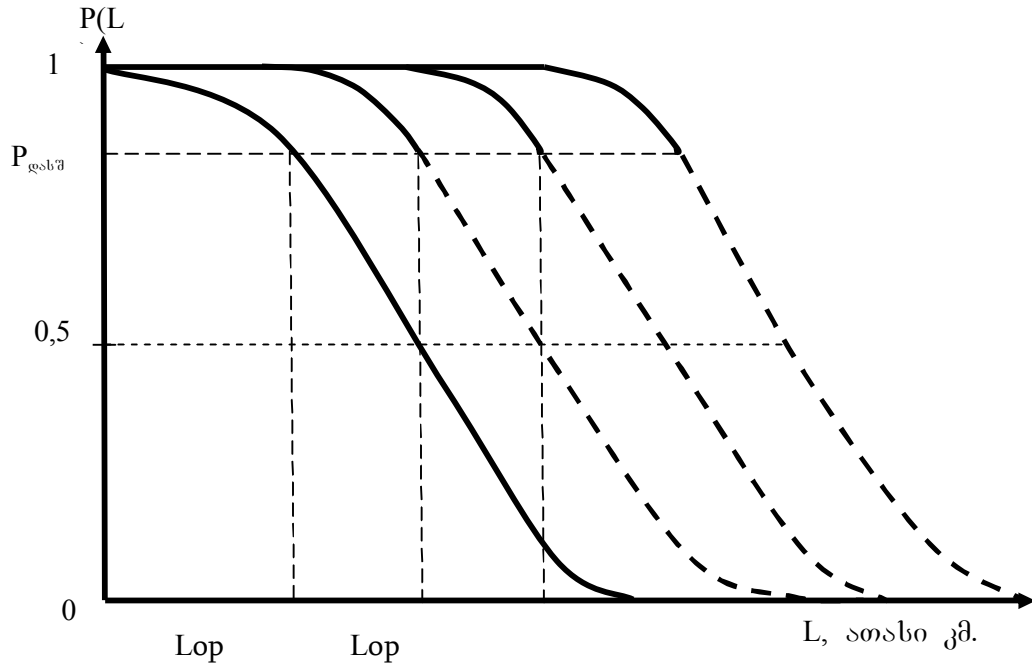
საკითხისადმი ასეთი მიდგომა განპირობებულია ერთის მხრივ ექსპლუატაციის პროცესში საავტომობილო ტექნიკის გამოყენების მრავალფეროვნებით (კონსტრუქციული განსხვავება და ტექნიკური პირობები), მეორეს მხრივ თითოეული კონსტრუქციის მქონე მოძრავი

შემაღგენლობისათვის შესასრულებელი ტექნიკური ზემოქმედების სამუშაოთა (ოპერაციათა) სიმრავლით. ეს მიუთითებს ავტომობილის მექანიზმებისა და სისტემების მიხედვით ოპერაციებად დანაწილებას, რაც მათი ფუნქციონირების შინაარსის მიხედვით უნდა მოხდეს.

ამასთან ერთად, მოდელირების დროს მიზნობრივი ფუნქციის ფორმირებისას აუცილებელ საწყის პირობას წარმოადგენს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმის ან კრიტერიუმების შერჩევა. დანიშნულებისა და შინაარსიდან გამომდინარე, ბუნებრივია ავტომობილის მექანიზმებისა და კვანძებისათვის ოპტიმიზაციის კრიტერიუმები შეიძლება იყოს სხვადასხვა. ამ მხრივ შესრულებული სამეცნიერო კვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საავტომობილო ტექნიკისათვის პრიორიტეტულ კრიტერიუმებს წარმოადგენენ უმტყუნებლობის დონე და ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნებისათვის (უზრუნველყოფისათვის) გაწეული კუთრი ხარჯების მინიმალური მნიშვნელობა. ავტომობილის ისეთი კვანძებისა და სისტემებისათვის, რომლებზედაც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მოძრაობის უსაფრთხოება, პრიორიტეტული კრიტერიუმი იქმნება უმტყუნებლობა, ხოლო სხვა სისტემებისა და მექანიზმებისათვის კუთრი ხარჯების მინიმუმი.

ტექნიკური მომსახურების რეჟიმის ოპტიმიზირების მოდელირების დროს ზოგადად გათვალისწინებული უნდა იყოს ორივე აღნიშნული კრიტერიუმი. უმტყუნებლობის კრიტერიუმი აისახება ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობებით (ქვედა და ზედა ზღვარი), რომლებსაც შეესაბამება უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მნიშვნელობები $P(L)$, ხოლო ეკონომიკური კრიტერიუმი ტექნიკური მომსახურებისა $C_{ტა}$ და მტყუნების აღმოფხვრის $C_{ატა}$ ღირებულებით.

პირველი კრიტერიუმის ფორმირებისას საფუძვლად აიღება პირობა იმის შესახებ, რომ ტექნიკური მომსახურების შემდეგ სისტემის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა აიწევს საწყის მნიშვნელობამდე (თეორიულად ერთამდე) და შემდეგ დაიწყებს ვარდნას. (ნახ. 8.)



ნახ.8. სისტემის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის მიხედვით.

იმის და მიხედვით, თუ როგორია სასურველი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მნიშვნელობის დასაშვები ზღვრული დონე, მოხდება პერიოდულობის ვარირება აღნიშნულ ზღვრებში, როგორც უმტყუნებლობის ფუნქცია

$$L_{\text{მოშ.}} = \varphi P(L) \quad (20)$$

ვინაიდან $P(L)$ კლებადია, მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ განაწილების კანონზომიერება ყოველთვის ერთი და იგივე არ იქნება და შესაბამისად კლების ტენდენცია (მტყუნების ინტენსიურობა) გავლენას მოახდენს ამ ფართზე, **S** რომელიც მრუდის ქვეშ რჩება. ფართი კი საკვლევი ობიექტის (სისტემის, კვანძის, მექანიზმის) საშუალო რესურსის ტოლია. მაშასადამე იმ რესურსის ნაწილი იქნება შესრულებული, რაც ტექნიკური მომსახურებით არის უზრუნველყოფილი.

იმისათვის, რომ ტექნიკურ მომსახურებებს შორის მტყუნებას არ ქონდეს ადგილი, ანუ მტყუნებათაშორისო ნამუშევარი $L_{ა.გ.}$

მომსახურების პერიოდულობის ტოლი იყოს, ან მიახლოებული მასთან მინიმალური სხვაობით, მოდელირებისათვის ვისარგებლოთ რესურსის სასურველი მნიშვნელობით. როდესაც წამყვანი ფუნქცია ერთის ტოლია, (საშუალო რესურსი და მტყუნებათაშორისო ნამუშევარი ერთიმეორის ტოლია). ასეთ შემთხვევაში მომსახურების პერიოდულობის განმსაზღვრელი გამოსახულება შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$L_{\text{მომს.}} = \frac{C_{\text{მომს.}} \cdot L_{\text{r}}}{C_{\text{ს.შ.}}(L_{\text{მომს.}}) \cdot L_{\text{r}} - C_{\text{მტყ}}}$$
 (21)

სადაც $C_{\text{მომს.}}$ არის მომსახურების ღირებულება;

$C_{\text{მტყ}}$ მტყუნების ღირებულება.

მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობათა დიაპაზონში რესურსის თითოეულ მნიშვნელობას შეესაბამება მომსახურების პერიოდულობის გარკვეული მნიშვნელობა $L_{\text{მომს. } i}$, რითაც გამოვლინდება კუთრი ხარჯების მინიმუმი და შესაბამისად ოპტიმალური პერიოდულობა. სისტემის (მექანიზმის) რესურსის მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ალბათობის თვისების მოდიფიცირებული გამოსახულება

$$P_{\text{საშ.}}(L) = \frac{\int_0^L P_1(L) dL}{L_{\text{მომს. } i}} \cdot \int_0^L P_1(L) dL + \frac{\int_0^L \bar{P}_2(L) dL}{L_{\text{მომს. } i}} \cdot \int_0^L P_2(L) dL$$
 (22)

სადაც $P_{\text{საშ.}}(L)$ და $P_i(L)$ არის შესაბამისად სისტემის (მექანიზმის) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის საშუალო და მიმდინარე მნიშვნელობები, ხოლო $P_i(L)$ არის მტყუნების ალბათობის მიმდინარე მნიშვნელობა

$$P_i(L) = 1 - P_i(L)$$
 (23)

რადგანაც სისტემის (მექანიზმის) ნამუშევრის საშუალო მნიშვნელობა $L_{\text{r}}^{\text{საშ.}}$ არის ინტეგრალური ალბათობის ტოლი ამიტომ გვექნება:

$$L_{\rho}^{\text{საშ}} = \int_0^{\infty} P(L) d(L) \quad (24)$$

$$P_i(L) = P_{\text{ს}}^{\text{საშ}}(L_{\text{მომს}}) \cdot P_1(L) + \overline{P}_{\text{ს}}^{\text{საშ}}(L_{\text{მომს}}) \cdot P_2(L) \quad (25)$$

და მაშასადამე:

$$L_{\rho_i} = P_{\text{ს}}^{\text{საშ}}(L_{\text{მომს } i}) \cdot L_{\rho}^{\text{max}} + \overline{P}_{\text{ს}}^{\text{საშ}}(L_{\text{მომს}}) \cdot L_{\rho}^{\text{min}} \quad (26)$$

სადაც L_{ρ}^{max} და L_{ρ}^{min} რესურსის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობებია. თუ მივიღებთ პირობას, რომ

$$P_{\text{ს}}^{\text{საშ}}(L_{\text{მომს } i}) > P_{\text{ს}}^{\text{min}}(L_{\text{მომს}}) < 1, \text{ მაშინ}$$

$$L_{\rho_i} = P_{\text{ს}}(L_{\text{მომს } i}) \cdot L_{\rho}^{\text{min}} + [1 - P_{\text{ს}}(L_{\text{მომს } i})] L_{\rho}^{\text{max}} \quad (27)$$

როდესაც გვაქვს რამოდენიმე სისტემა და ისინი დამოუკიდებლად მოქმედებენ და ასევე დამოუკიდებულად ზემოქმედებენ ავტომობილის სხვა სისტემაზე (კერძოდ მის რესურსზე) მაშინ კუთრი ხარჯის მინიმუმი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$C_{\text{ს.შ}}(L_{\rho}) = \frac{C_{\text{მომს}}}{Z_{\rho}} = \frac{\sum_{i=1}^M C_{\text{მომს}}}{Z_{\text{მომს}}} \rightarrow \min \quad (28)$$

$$\text{სადაც: } Z_{\rho} = \frac{L_{\rho}}{L_{\rho}^{\text{max}}} \text{ და } Z_{\text{მომს}} = \frac{L_{\text{მომს}}}{L_{\rho}^{\text{max}}}$$

ხოლო საერთო რესურსის i -ური მნიშვნელობები შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$Z_{\rho} = 1 - \sum_{m=0}^M (1 - Z_{\rho}^m) \quad (29)$$

სადაც M არის საკვლევი სისტემების რაოდენობა.

$Z_{r,M}$ - ური სისტემის რესურსი მისი მტყუნების დროს.

ავტომობილი მოიცავს ისეთ სისტემებსა და მექანიზმებს, რომელთა ტექნიკური მომსახურების დროს საჭირო ხდება მტყუნებებისა და უწყესივრობების აღმოფხვრა. ეს კი დაკავშირებულია დამატებით ხარჯებთან, ვინაიდან მომსახურებებს შორის წარმოქმნილი მტყუნებების ალბათობა პერიოდულობაზეა დამოუკიდებელი. ეს გარემოება გვაიძულებს შემცირდეს მომსახურების პერიოდულობა, მაგრამ ასეთი სამუშაოების შესრულება დაკავშირებულია რესურსის არასრულ გამოყენებასთან, რაც ხარჯებს კიდევ უფრო ზრდის, ამიტომ საჭირო ხდება პერიოდულობის გაზრდა. აქედან გამომდინარე, კუთრი ხარჯები (ორივე სახის) უნდა განისაზღვროს ნამუშევრისათვის $L = L_{\text{მომს}}$, ამასთან მეორე სახის ხარჯებმა უნდა ასახოს სამუშაოების ნაწილობრივი ან სრული გამეორება. იგი გათვალისწინებული იქნება გამეორების კოეფიციენტით K_{δ} . ამ პირობის გათვალისწინებით საიმედოობის შენარჩუნების კუთრი ხარჯები შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$C_{\text{ს.შ}}(L_{\text{მომს}}) = \frac{1}{L_{\text{მომს}}} \left\{ \begin{array}{l} C_{\text{მტყ}} \cdot \bar{P}(L_{\text{მომს}}) + C_{\text{მტყ}}^{\text{გმ}} [P(L_{\text{მომს}})] \\ + K_{\delta} \cdot \bar{P}(L_{\text{მომს}}) \end{array} \right\} \rightarrow \min \quad (30)$$

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნა $K = \frac{C_{\text{მტყ}}}{C_{\text{მტყ}}^{\text{გმ}}}$

მივიღებთ:

$$C_{\text{ს.შ}}(L_{\text{მომს}}) = \frac{C_{\text{მტყ}}^{\text{გმ}}}{L_{\text{მომს}}} [(K_{\delta} + K - 1) \cdot \bar{P}(L_{\text{მომს}}) + 1] \rightarrow \min \quad (31)$$

საიდანაც გვექნება:

$$L_{\text{მომს}} = \frac{C_{\text{მტკ}}^{\text{ტმ}} [(K_{\text{გ}} + K - 1) \cdot \bar{P}(L_{\text{მომს}}) + 1]}{C_{\text{ს.შ}}(L_{\text{მომს}})} \quad (32)$$

მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრისთვის დამუშავებული მოდელი საშუალებას იძლევა ავტომობილის ნებისმიერი სისტემისა და მექანიზმისათვის გამოვლენილი იქნას ოპტიმალური პერიოდულობა, როდესაც გათვალისწინებული იქნება როგორც უმტყუნებლობის, ისე კუთრი ხარჯების მინიმუმის კრიტერიუმები, რაც ამოცანის გადაწყვეტის პირობას წარმოადგენს. მოდელი საშუალებას იძლევა ოპერაციები დაჯგუფდეს კონსტრუქციული თავისებურებებისა და დანიშნულების მიხედვით და მათი ნებისმიერი რაოდენობის შემთხვევაში მოიძებნოს ოპტიმალური ვარიანტი.

2.1.3. დეტალების შეცვლის სისტემის ოპტიმიზაციის მეთოდის დამუშავება

ტექნიკური “რეგლამენტის” მიხედვით საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის სასურველ დონეზე უზრუნველყოფის მიზნით გათვალისწინებულია პროფილაქტიკური სამუშაოები გარკვეული ოპერაციების სახით და ტექნიკური ზემოქმედების ისეთი სამუშაოები, რომლებიც დაკავშირებულია დეტალების შეცვლასთან და რომელთა ძირითად მიზანს წარმოადგენს მუშაობის უნარის აღდგენა. საავტომობილო ტრანსპორტის პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება დეტალების შეცვლის ე.წ. “მოთხოვნების” მეთოდი, რაც იმას გულისხმობს, რომ ნებისმიერი დეტალის შეცვლა უნდა მოხდეს მხოლოდ მისი მტყუნების შემთხვევაში, ე.ი. როდესაც დეტალს არ შეუძლია შეასრულოს მასზე დაკისრებული ფუნქციები დადგენილი პარამეტრებით. შეცვლის ასეთ სისტემის, ან როგორც მას უწოდებენ საიმედოობის თეორიაში, კონსტრუქციული ელემენტების შეცვლის სტრატეგიას, აქვს ის უპირატესობა, რომ ამ შემთხვევაში ყველა დეტალი თეორიულად

მთლიანად გამოიმუშავებს თავის რესურსს. მაგრამ ამ სისტემას გააჩნია მთელი რიგი სერიოზული ნაკლოვანებები, რომლებიც ცალკეული სახის მოძრავი შემადგენლობისათვის (ან მათი აგრეგატებისა და მექანიზმებისათვის) მოითხოვენ შეცვლის სხვადასხვა სისტემაზე გადასვლის აუცილებლობას.

იმ ავტომობილებისათვის, რომელთა მუშაობაც მოითხოვს უმტყუნებლობის მაღალ დონეს (საქალაქო და საქალაქთაშორისო ავტობუსები და ტაქსები, რომლებიც მუდმივ მარშრუტებზე მუშაობენ, სასწრაფო დახმარების ავტომობილები, სახანძრო მანქანები და სხვა) განსაზღვრულია წინასწარ დადგენილ ვადებში დეტალების იძულებითი შეცვლა. ამასთან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმ აგრეგატებსა და დეტალებს, რომლებიც მოძრაობის უსაფრთხოებაზე მოქმედებენ. ასეთი აგრეგატებისა და სისტემებისათვის უმტყუნებო მუშაობის დასაშვები დონე უნდა იყოს არა ნაკლებ 0.95-0.98. უმტყუნებლობის მაღალი დონის შენარჩუნების სხვა მეთოდს წარმოადგენს დეტალების შეცვლა მათი ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკის შემდეგ. ამ შემთხვევაში დიაგნოსტიკის საშუალებებმა უნდა უზრუნველყონ გარკვეულ პერიოდში დეტალების მდგომარეობის პროგნოზირება. იმ შემთხვევაში, თუ დიაგნოსტიკით განსაზღვრული დეტალის სავარაუდო რესურსი საჭიროზე ნაკლებია, მაშინ იგი იცვლება იძულებით. ეს მოითხოვს საკმაოდ რთულ სადიაგნოსტიკო მოწყობილობის შექმნას და მათ ეფექტურ გამოყენებას (საბორტო ინფორმაციულ მოწყობილობასთან ერთად).

ცალკეულ შემთხვევაში მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნები ან დამამზადებელი ქარხნების ტექნიკური პირობები იწვევენ აგრეგატის რამოდენიმე დეტალის ერთდროულად შეცვლის აუცილებლობას ერთ-ერთი მათგანის მტყუნებისას. (მთავარი გადაცემის კბილანები, ერთი ხიდის სამუხრუჭე ხუნდები და სხვა). დეტალების ჯგუფის ერთდროული შეცვლა ნაკარნახევაა აგრეთვე მთლიანად აგრეგატის ხანგამძლეობის შენარჩუნებითაც.

დეტალების ერთდროული შეცვლა ფართოდ გამოიყენება ტექნიკურ-ეკონომიკური მოსაზრებით და იგი მიზნად ისახავს აგრეგატის მუშაობის უნარის შენარჩუნებას გარბენის გარკვეულ

ინტერვალში მისი დამატებითი დაშლის გარეშე. დაშლათა რაოდენობის შემცირება კი მიზანშეწონილია იმითაც, რომ აგრეგატის თითოეული დაშლა დაკავშირებულია შრომითი ხარჯებიდან. ამასთან თითოეული დაშლის შემდეგ მკვეთრად მცირდება აგრეგატის ხანგამძლეობა.

დეტალების შეცვლის სისტემების კლასიფიცირება უნდა მოხდეს მათი შესრულების პირობების, მიზნის და მიზეზის მიხედვით. ამა თუ იმ მეთოდის გამოყენება განპირობებულია როგორც ტექნიკური აუცილებლობით (უმტყუნებლობის გაზრდა) ისე ეკონომიკური მიზანშეწონილობით. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფილია არა მარტო ტექნიკური ზემოქმედების ჯამური შრომატევადობის შემცირებით და ტექნიკური მზადყოფნის კოეფიციენტის გაზრდით, არამედ ძირითადი დეტალების ცვეთის შემცირებით და აგრეგატის საერთო ხანგამძლეობის გაზრდითაც.

მიზნები და მიზეზები, რომლებიც განაპირობებენ დეტალების შეცვლის ამა თუ იმ სისტემის უპირატესობას და მისი გამოყენების ეფექტურობას, გამოვლინდებიან ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმის პოზიციებიდან. ეს კრიტერიუმებია:

- დეტალების გამოყენების დონე მათი შეცვლისას;
- დეტალების შეცვლათა საერთო რაოდენობა მოცემული ნამუშევრის (რესურსის-გარბენის) წლის (კვარტლის) ან მთელი საექსპლუატაციო (ჩამოწერის) პერიოდისათვის.

აღნიშნული კრიტერიუმების მიხედვით უნდა მოხდეს სისტემის ოპტიმიზაციის მოდელირება, რაც საშუალებას მოგვცემს შეცვალოს სხვადასხვა სისტემის ანალიზით გამოვლინდეს ოპტიმალური ვარიანტი.

დეტალების შეცვლის პროფილაქტიკური სტრატეგიის შემთხვევაში მათი რესურსების გამოყენების კოეფიციენტი განისაზღვრება შეცვლის მომენტში ნამუშევრის შეფარდებით საშუალო რესურსთან, რომელიც გამოვლენილია ზღვრულ მდგომარეობამდე მიღწევის სტატისტიკური ანალიზით, ე.ი. როდესაც დეტალმა დაკარგა ფუნქციონირება

$$\beta = \frac{L_{პრ}}{L_{საშ}} = 1 - \frac{L_{დ}}{L_{საშ}} \quad (33)$$

სადაც $L_{\text{ღ}}$ არის რესურსის საშუალო დანაკარგი დეტალების შეცვლის ჯგუფური ვარიანტის შემთხვევაში დეტალების რესურსების გამოყენების საშუალო მნიშვნელობა განისაზღვრება ყველა ჯგუფში შემავალი n დეტალის β კოეფიციენტების საშუალო მნიშვნელობებით:

$$\beta_{\text{საშ}} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{L_{ni}^{\text{საშ}}}{L_{\text{საშ}_i}} \quad (34)$$

იმის გამო, რომ დეტალებს სხვადასხვა ღირებულება აქვთ C_i და მაშასადამე მათი რესურსების გამოყენება ეკონომიკური თვალსაზრისით განსხვავებულია, შემოდებული იქნა დეტალების გამოყენების კოეფიციენტი

$$\beta_{\text{ღ}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \beta_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (35)$$

მოცემული გამოსახულებიდან ჩანს, რომ ერთნაირი ღირებულების დეტალებისათვის $\beta_{\text{ღ}} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{n} = \beta_{\text{საშ}}$ და იგი აფასებს დეტალების რესურსების გამოყენებას როდესაც $\beta_{\text{ღ}} = \beta_i$, მაშასადამე $\beta_{\text{ღ}} = \beta_i = 1$ როდესაც მტყუნების დროს იცვლება ყველა დეტალი. ხოლო პროფილაქტიკური შეცვლების დროს $\beta_i < 1$ და $\beta_{\text{ღ}} < 1$

დეტალების ჯგუფური შეცვლა ერთ-ერთი მათგანის მტყუნების შემთხვევაში გამოიწვევს რესურსის გამოყენების შემცირებას იმის გამო, რომ მხოლოდ ერთი დეტალი არის ზღვრულ მდგომარეობამდე მისული, ხოლო დანარჩენებს აქვთ რესურსის განსაზღვრული მარაგი. დეტალების რესურსების გამოყენების ოპტიმიზაციის ამოცანას წარმოადგენს რესურსების ფარდობითი განაწილების ისეთი

ოპტიმალური ვარიანტის გამოვლენა და უზრუნველყოფა, რომლის დროსაც ერთდროულად შესაცვლელი დეტალების კომპლექტს აქვს მოცემული რესურსი მინიმალური დანაკარგებით.

ამ ამოცანის ამოხსნისათვის დამუშავებული იქნა მოდელი-კოეფიციენტი β -ს გამოვლენა დეტალების რესურსების სხვაობის განაწილების კანონზომიერებით. მოდელი ითვალისწინებს ყველა ნორმატული მაჩვენებლების გამოვლენას, როდესაც რესურსების განაწილება ექვემდებარება ნორმალურ კანონს (პირველი ვარიანტი) და როდესაც რესურსების განაწილება ხდება ვეიბულის და ლოგარითმულ-ნორმალური კანონით. (მეორე ვარიანტი).

დეტალების ჯგუფური შეცვლის დროს ხდება მათი ნამუშევრების იძულებითი გათანაბრება კონკრეტულ ავტომობილზე და მის აგრეგატებზე.

ორი დეტალისგან შემდგარი ჯგუფისათვის, როდესაც მათი რესურსებია L_1 და L_2 , მათი სხვაობა $(L_1 - L_2)$ განიხილება, როგორც რესურსის დანაკარგი იძულებითი გათანაბრების გამო. იგი წარმოადგენს ორ შემთხვევითი სიდიდის სხვაობას და ხასიათდება: მათემატიკური მოლოდინით:

$$(L_1 - L_2)_{\text{საშ}} = L_1^{\text{საშ}} - L_2^{\text{საშ}} \quad (36)$$

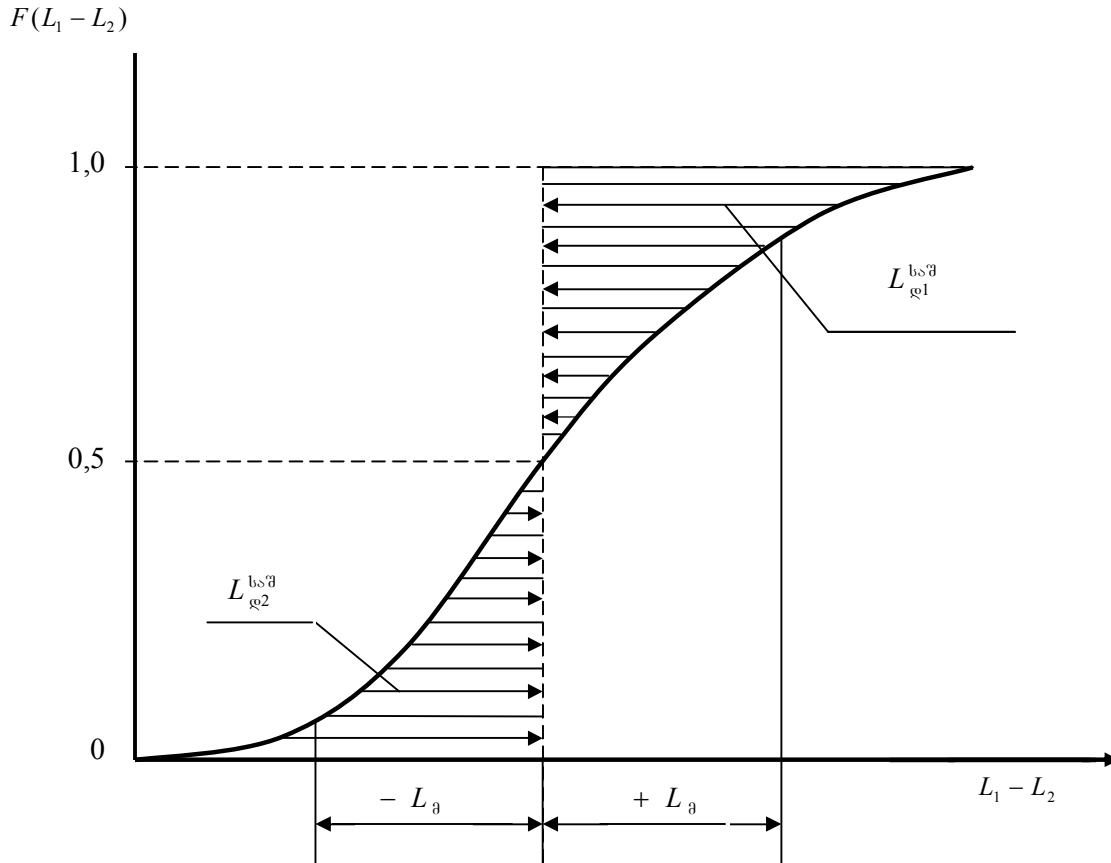
და დისპერსიით:

$$\sigma_{\text{გ}}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\tau_{1,2} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \quad (37)$$

სადაც $\tau_{1,2}$ - არის რესურსების კორელაციის კოეფიციენტი. (4) და (5) ფორმულებიდან ჩანს, რომ რესურსების გამოყენების გაუმჯობესება შეიძლება მიღწეული იქნას მათი საშუალო მნიშვნელობებით $L_1^{\text{საშ}} - L_2^{\text{საშ}} = 0$. მაგრამ რესურსების სხვაობის გაბნევას ცალკეული ეგზემპლარებისათვის მაინც ექნება ადგილი და მაშასადამე იქნება რესურსების დანაკარგიც. როდესაც მტყუნება ერთიმეორეზე დამოკიდებული $\tau_{1,2} = 1$ და $\sigma_1 = \sigma_2$, მაშინ $\sigma_{\text{გ}} = 0$ და დანაკარგებიც არ იქნება, არ იქნება პროფილაქტიკური შესვლაც. რესურსების დამოუკიდებელი განაწილებისას $\tau_{1,2} = 0$ და მაშასადამე სხვაობის დისპერსია $\sigma_{\text{გ}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$, ე.ი. საიმედოობის მხრივ ერთიმეორეზე

დამოკიდებულება ამცირებს რესურსების სხვაობის განაწილების გაბნევას.

მე 9 ნახაზზე მოცემულია რესურსების სხვაობის განაწილების ფუნქცია ორი ერთნაირი – ნორმალური კანონით თანხვედრილი რესურსების მქონე დეტალებისათვის.



ნახ. 9 დეტალების რესურსების სხვაობის განაწილების ფუნქცია.

ნახაზიდან ჩანს, რომ პირველ ნახევარზე პირველი დეტალის რესურსი მეტია მეორე დეტალის რესურსზე $L_1 > L_2$, ხოლო მეორე ნახევარზე $L_2 > L_1$: ცხადია, რომ $(L_1 - L_2) = 0$, მაგრამ დეტალების იძულებითი შეცვლის სისტემა გამოიწვევს რესურსების $L_{g1}^{საშ}$ და $L_{g2}^{საშ}$ (დაშტრიხული ფართობები).

$$L_{g1}^{საშ} = \int_0^{\infty} [1 - F(L_1 - L_2)] d(L_1 - L_2), \quad (38)$$

$$L_{\text{დ2}}^{\text{საშ}} = \int_0^{\infty} [1 - F(L_1 - L_2)] d(L_1 - L_2) \quad (39)$$

აღნიშნულ სიდიდეების მნიშვნელობების (29) და (30) ფორმულაში შეტანით განისაზღვრება დეტალების რესურსების გამოყენება.

მოცემული მოდელის პრაქტიკული რეალიზაცია სწორად ასახავს შერეული ჯგუფური შეცვლების სტრატეგიას:

- როდესაც დეტალები განსხვავდებიან ღირებულებითა და დანიშნულებით, მაშინ ჯგუფური შეცვლა შესრულდება მხოლოდ ძირითადი დეტალის მტყუნებისას, ხოლო არაძირითადი, მეორე დეტალი შეიცვლება ინდივიდუალურად. შეცვლის ასეთი სტრატეგიისას რესურსების დანაკარგი ექნება მხოლოდ მეორე (არაძირითად) დეტალს - $L_{\text{დ2}}^{\text{საშ}}$ და დეტალების რესურსების გამოყენების საშუალო კოეფიციენტი იქნება $\beta_{\text{საშ}} = (\beta_2 + 1) / 2$.
- იმისათვის, რომ შემცირდეს რესურსის დანაკარგი, ჯგუფური შეცვლა უნდა განხორციელდეს იმ შემთხვევაში და იმ აგრეგატზე, სადაც მეორე დეტალის რესურსის მარაგი შედარებით მცირეა L_2 , ხოლო დიდი მარაგის შემთხვევაში მოვასდინოთ ინდივიდუალური შეცვლა.

სხვადასხვა ღირებულების დეტალების რესურსების თანაფარდობის ოპტიმიზაცია გამოვლინდება $C_{\text{გომს}}$ კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობისათვის. ორი დეტალისათვის, რომელთა ღირებულებები განსხვავებულია და თანაფარდობა შემდეგნაირი $K = C_1 / C_2 > 1$, დეტალების გამოყენების კოეფიციენტი ტოლია:

$$\beta_{\text{დ}} = \frac{C_1 \beta_1 + C_2 \beta_2}{C_1 + C_2} = \frac{K \beta_1 + \beta_2}{K + 1} \quad (40)$$

ამ გამოსახულებიდან ჩანს, რომ ცალკე β_1 და β_2 მნიშვნელობების გავლენა საერთო გამოყენების დონეზე არაერთგვაროვანია. ძვირადღირებული დეტალებისათვის β_1 შეიძლება

გამოიწვიოს $\beta_{\text{გ}}$ - ის გაუმჯობესება შედარებით იაფი დეტალის გამოყენების გაუარესების პირობებში.

ეკონომიკური თვალსაზრისით სასურველია აგრეგატში “სუსტი” იყოს ძვირადღირებული დეტალი და იაფი დეტალის რესურსი იყოს დიდი, ფასებში დიდი სხვაობის შემთხვევაში (მაგალითად როდესაც $K=100$) გამოირიცხება დეტალების კომპლექტის შეცვლა იაფი დეტალის მტყუნებისას ამ დროს რესურსის გამოყენების კოეფიციენტი ტოლია:

$$\beta_{\text{გ}} = \frac{K + \beta_2}{K + 1} = \frac{1}{K + 1} \cdot (K = \frac{L_1^{\text{საშ}}}{L_2^{\text{საშ}}}) \quad (41)$$

ბუნებრივია, ასეთ პირობებში, ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების დეტალების შეცვლის სტრატეგიის ოპტიმიზაციისათვის დამუშავებული იქნას კონტურული მოდელი თითოეული კრიტიკული დეტალის რესურსების განაწილების კანონზომიერებისა და ღირებულების გათვალისწინებით. ეს დაკავშირებულია ტექნიკური ზემოქმედების ნაირსახეობათა ფორმირებასთან, როდესაც მიზნობრივი ფუნქცია მოიცავს ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფის მრავალკომპონენტური ხარჯების მინიმიზაციას და უმტყუნებლობის სასურველი დონის შენარჩუნებას.

2.2. ავტომობილების საიმედოობის მართვის დამუშავებული მეთოდების რეალიზაციისათვის საჭირო მახასიათებლების გამოვლენა (ავტობუს ”ბოგდან A-092-ის მაგალითზე)

2.2.1. ექსპერიმენტული გამოკვლევის პირობები და ორგანიზაცია

ავტომობილების აგრეგატებისა და სისტემების საიმედოობის უზრუნველყოფის ზემოთ დამუშავებული მეთოდების რეალიზაციის მიზნით საჭირო გახდა ექსპერიმენტული კვლევის შესრულება. იგი გამომდინარეობს კვლევის საერთო მეთოდიდან (ნახ.8), რომელსაც

საფუძვლად უდევს საიმედოობის საჭირო დონის უზრუნველყოფა და ამისათვის გაწეული საექსპლუატაციო ხარჯების მინიმიზაცია.

კვლევის ობიექტად აღებულ იქნა საქალაქო ავტობუს ”ბოგდან A092“-ის სამუხრუჭე სისტემა, გადაბმულობა, გადაცემათა კოლოფი და სალონის კარების ამძრავი მექანიზმი.

ავტომობილის საიმედოობის მახასიათებლების რიცხობრივი მნიშვნელობების გამოვლენა შესაძლებელია პოლიგონზე, სასტენდო და საექსპლუატაციო გამოცდებით. ეს მეთოდები, როგორც წესი, ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან, ისახავენ გარკვეულ მიზანს და ერთიმეორეს ავსებენ.

საექსპლუატაციო გამოცდები სრულდება, როგორც საერთო სარგებლობის გზებზე, ასევე სპეციალურ ავტოპოლიგონებზე. ასეთი გამოცდები სრულდება ავტომობილის ყველა სისტემის რეალური რეჟიმით მუშაობის პირობებში. ამიტომ სისტემების და აგრეგატების ელემენტების მუშაობის რეალური მაჩვენებლები მიიღება. საექსპლუატაციო გამოცდები იძლევიან ელემენტების საიმედოობის შედარებით დამაჯერებელ შედეგებს, სისტემის და საკვლევი ობიექტების ფუნქციონირების სრულ სურათს, ვინაიდან ამ დროს გათვალისწინებულია მუშაობაზე მოქმედ ფაქტორთა მთელი კომპლექტი. ამასთან გამოცდას გადიან ავტომობილების საკმაოდ დიდი რაოდენობა.

ნაშრომში დასმული ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით შერჩეულ იქნა საექსპლუატაციო გამოცდების მეთოდი, ისეთი დამახასიათებელი პირობებისათვის, როგორცაა საშუალო მგზავროტტევალობის ავტობუს ”ბოგდან“-ის ქალაქში მუშაობა.

ექსპერიმენტული კვლევით გათვალისწინებულ ავტომობილებზე დაკვირვება შესრულდა თბილისის ავტოსატრანსპორტო საწარმოში. მხედველობაში მიღებული იყო საგზაო და კლიმატური პირობები, გარბენისა და მგზავროტტევალობის გამოყენების კოეფიციენტები, მგზავრობის საშუალო მანძილი, შენახვის თვისებურებანი და სხვა ფაქტორები. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს გადაცემათა კოლოფისა და სამურუჭე სისტემის მუშაობის რეჟიმები და მათი გავლენა საიმედოობის მაჩვენებლების ცვლილებაზე.

”ბოგდან“-ის ავტობუსები მუშაობენ თბილისის სამგზავრო მარშრუტებზე ინტენსიური მოძრაობის პირობებში. გაჩერებებს შორის საშუალო მანძილი დაახლოებით 300-500 მ-ის ზღვრებშია. გზები ასფალტირებულია და მისი დახრა შეადგენს ძირითად 8%, ხოლო ზოგიერთ ადგილებში იგი შეადგენს 10-11%, გზის მოხვევის რადიუსები შეადგენს არანაკლებ 20 მ.

ავტოსატრანსპორტო საწარმოში პირველი ტექნიკური მომსახურება სრულდება 2500 კმ პერიოდულობით, ხოლო მეორე ტექნიკური მომსახურების ოპერაციები დაახლოებით 10000 კმ-ის პერიოდულობით.

მე-2 ცხრილში ავტოსატრანსპორტო საწარმოს მასალების მიხედვით მოცემულია საკვლევი ავტობუსების მუშაობის საექსპლუატაციო-ტექნიკური მაჩვენებლები.

ცხრილი 2

საკვლევი ავტობუსის მუშაობის საექსპლუატაციო-ტექნიკური მაჩვენებლები

№	მაჩვენებლების დასახელება	აღნიშვნა, განზომილება	რაოდენობა
1	2	3	4
1	დასაკვირვებელი ავტობუსების რაოდენობა	$A_{ავტ}$	40
2	განაწესში ყოფნის დრო	$T_{გ}, სთ$	12,0
3	საშუალო დღიური გარბენა	$L_{გ}, კმ$	250
4	საექსპლუატაციო სინქარე	$V_{გ}, კმ/სა$	18
5	გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი	B	0,96
6	შევსების საშუალო კოეფიციენტი	H	0,45
7	მარშრუტების საშუალო სიგრძე	$L_{ავტ}, კმ$	12,5
8	მუშა დღეების რაოდენობა წელიწადში	$D_{მუშ}, დღე$	365
9	ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი (საშუალო)	$\alpha_{ტ}$	0,85
10	საშუალო წლიური გარბენა	$L_{წლ}, ათასი კმ$	75

1	2	3	4
11	ტმ-1 პერიოდულობა	<i>L_{ტმ-1,კნ}</i>	2500
12	ტმ-2 პერიოდულობა	<i>L_{ტმ-2,კნ}</i>	10000
13	დაკვირვების პერიოდში ავტობუსების მთლიანი გარბენა	<i>L_{ავტობუსი კნ}</i>	12000

2.2.2. საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალები

ავტობუსის საკვლევი სისტემები და ავრეგატები მოიცავენ სხვადასხვა მექანიზმებსა და ელემენტებს, რომლებსაც გარკვეული დანიშნულება და ფუნქციები აქვთ. თითოეული მათგანის დეტალების საერთო რაოდენობა კატალოგის მიხედვით რამოდენიმე ასეულს შეადგენს. მათში არ შედის ნორმალიზებული დეტალები. მაგრამ დეტალების რაოდენობა დაბალი საიმედოობის მაჩვენებლებით გაცილებით ნაკლებია დეტალების საერთო რაოდენობასთან შედარებით. ამიტომ საჭიროა გამოვლინდეს ისეთი დეტალები, რომლებიც ხასიათდებიან ხშირი მტყუნებით და მათ აღმოფხვრაზე დიდია მატერიალური და შრომითი ხარჯები. ასეთი დეტალების გამოვლენამ მოითხოვა ყველა მტყუნებისა და შეცვლების ანალიზი. ეს მონაცემები აღებულ იქნა ავტომობილების ექსპლუატაციის დაწყებიდან.

ანალიზის გაადვილების მიზნით მტყუნებები დაჯგუფებულ იქნა კვანძებისა და მექანიზმების მიხედვით. გამოვლენილ იქნა მათი შეცვლათა რაოდენობა, სათანადო შრომითი და მატერიალური ხარჯები.

როგორც სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს უმტყუნებლობისა და ღირებულების მაჩვენებლების მიხედვით, ყველა დეტალი არ ქმნის საიმედოობის ლიმიტს. მტყუნებების საკმაოდ დიდი რაოდენობა მოდის (30-40%) სისტემის მილგაყვანილობის შეერთების ადგილებში ჰერმეტიკულობის დაკარგვის გამო.

წინა და უკანა სამუხრუჭე მექანიზმების ძირითად მტყუნებებს წარმოადგენენ ხუნდების გაცვეთა. მათი შეცვლა ხდებოდა ზღვრული

ცვეთის მიღწევის დროს. სამუხრუჭე მექანიზმების საიმედოობა ხასიათდება აგრეთვე სამუხრუჭე დოლების, გამშლელი მუშტასა და ხუნდების ლილვების მწყობრიდან გამოსვლით მათი გაცვეთის გამო.

ხელის მუხრუჭების დამახასიათებელ მტყუნებებს წარმოადგენენ სამუხრუჭე დოლისა და ხუნდების გაცვეთა, აგრეთვე ამძრავის ბერკეტი.

უნდა აღინიშნოს, რომ ავტომობილის მართვის სისტემები (სამუხრუჭე სისტემა, საჭე) კონსტრუქციული თავისებურებიდან გამომდინარე მოიცავენ საკმაო რაოდენობის რეზინის დეტალებს, რომელთა მტყუნებები მოძრაობის უსაფრთხოების თვალსაზრისით უეცარ, საშიშ მტყუნებად ითვლება (შლანგები, სამაჯურები და სხვ.). მაღლიმიტირებელი დეტალების საერთო რაოდენობიდან მათზე დაახლოებით 30% მოდის სამუხრუჭე სისტემისათვის და 20% – საჭისათვის.

საიმედოობის თვალსაზრისით კრიტიკული დეტალები განლაგებულია ავტომობილის სისტემებისა და მექანიზმების სხვადასხვა ადგილას. ასეთი დეტალების შეცვლა დაკავშირებულია დაშლა-აწყოების სამუშაოებთან, რაც იწვევს შრომითი ხარჯების გაზრდას და ავტომობილის მოცდენას.

აღნიშნული დეტალების მტყუნებები გამოწვეულია მათი გაცვეთის გამო, აგრეთვე ციკლური დატვირთვების დაუმყარებელი რეჟიმებით და ზეთის ქიმიური ზემოქმედებით (განსაკუთრებით არალითონის მასალისაგან დამზადებული დეტალებისათვის).

სტატისტიკური მონაცემების შეგროვების დროს გამოვლენილ იქნა არამარტო დეტალებისა და კვანძების მტყუნებები, არამედ მტყუნებები, რომლებიც გამოწვეული იყო აგრეგატისა და სისტემის განრეგულირებით (ფუნქციონალური სქემა), რაც იწვევდა მათ უწესივრობებს. სარეგულირებელი პარამეტრების ცვლილება ამცირებს აგრეგატისა და სისტემის მუშაობის ეფექტურობას, როგორც სამუხრუჭე სისტემაში, ისე გადაბმულობაში. განრეგულირების ძირითადი ნაწილი (80-85%) მოდის სამუხრუჭე დოლსა და ხუნდებს შორის ღრეხოზე და სარქველებზე. მტყუნებების წარმოქმნის საშიშროებისა თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა სარეგულირებელი პარამეტრების დასაშვებ

ზღვრებში შენარჩუნება, რაც სრულდება ტექნიკური მომსახურების დროს.

სამუხრუჭე სისტემის საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალების გამოვლენისათვის ანალიზირებელი იქნა დამახასიათებელი უწესივრობები და მტყუნებები და მათი გამომწვევი მიზეზები. იგი შესრულდა სისტემის მექანიზმების ჯგუფების მიხედვით. ამძრავის სისტემაში მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის კრიტიკულ დეტალებს მიეკუთვნება ჩობალი, დგუში, ზამბარა. ხოლო ფუნქციონალური სქემის მიხედვით სამუხრუჭე სითხე (მისი ხარისხი, გატუჭყიანება ან ნაკლებობა), აგრეთვე მიღები და შლანგები, რომლებიც შეიძლება იყოს გატუჭყიანებული და ზოგიერთ შემთხვევაში დაზიანებული. მოქმედების ეფექტურობის პოზიციებიდან საყურადღებოა სამუხრუჭე სატერფულის განრეგულირება, რაც სხვადასხვა მიზეზით შეიძლება იყოს გამოწვეული.

მუხრუჭების ჰიდროგამძლიერების არაეფექტური მუშაობის მიზეზი ხშირ შემთხვევაში არის არასაკმარისი სითხის წნევა ცილინდრში, გამომავალი და შემავალი ბერკეტების სვლების სიდიდე, სარქველების გატედა ნაწილობრივ ან მთლიანად, გამაძლიერებლიდან სითხის გაუნვა და ჰერმეტიზაციის ნაწილობრის დაკარგვა. საყურადღებოა სასიგნალო ზუმერის პერიოდული გამორთვა, რაც შეიძლება ელექტროგადამწოდის (წნევის გადამწოდი) უწესივრობით იყოს გამოწვეული.

ხელის მუხრუჭის საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალებს წარმოადგენენ სამუხრუჭე ხუნდები, მუშტა ლილვი, ამძრავის ტროსი, რომელთა მტყუნებები ამ სისტემის მტყუნებათა 90%-ს წარმოადგენს. უნდა აღინიშნოს, რომ სამუხრუჭე ლილვის შიგა დიამეტრის ზღვრული მნიშვნელობა 179 მმ-ის ტოლია, ანუ ერთი მმ-ით მეტი ნომინალურზე, ხოლო სამუხრუჭე ხუნდების სისქე 1 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

თვლების სამუხრუჭე მექანიზმში ლილვის დასაშვები ცვეთა არ უნდა აღემატებოდეს წინა და უკანა მექანიზმებისათვის 0,15 მმ (დრენოს უზრუნველყოფის პირობა დოლსა და ხუნდებს შორის), რომლის შემდეგაც საჭიროა მათი შეცვლა. ხოლო ამძრავის სისტემაში სარქველის თავისუფალი სვლა 21-24 მმ-ის ტოლი უნდა იყოს. ამ

გადახრების მიხედვით იქნა გამოვლენილი განრეგულირების ფუნქციონალური სქემის მანევრებლები. მთლიანად უნდა აღინიშნოს, რომ სამუხრუჭე სისტემისათვის საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალების საერთო რაოდენობამ შეადგინა 22 დასახელების დეტალები.

საკვლევი ავტობუსის გადაბმულობის და გადაცემათა კოლოფის ძირითად უწყესივრობებს და მტყუნებებს წარმოადგენენ: ძნელად გადართვა, გადაცემიდან ამოვარდნა, ბუქსაობა, ვიბრაცია, ხმაური. მათი გამომწვევი მიზეზები მრავალგვარია. გადაბმულობის ჰიდრაულიკურ ამძრავში ცვეთის შედეგად მწყობრიდან გამოდის მთავრი ცილინდრის დგუშის ჩობალი, აგრეთვე ცილინდრი, უკუსვლის ზამბარა, გამომრთველი საკისარი, თვით მექანიზმში კი ცვდება ამჟოლი დისკოს ფრიქციული სადები. გადაცემათა კოლოფში სინქსონიზატორები და ჩამკეტები. უნდა აღინიშნოს, აგრეთვე სისტემაში ჰაერის მოხვედრა. ფუნქციონალური სქემის მიხედვით სატერფულის თავისუფალი სვლის დარღვევა-განრეგულირება, რაც მოითხოვს აუცილებელი ოპერაციის შესრულებას და რეგულირებას ტექნიკური მოთხოვნების პირობების დაცვით. აღნიშნული მექანიზმების საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალების საერთო რაოდენობა შეადგენს 12 დასახელების დეტალებს.

რაც შეეხება სალონის კარების გაღება-დაკეტვის მექანიზმს, მისი პნევმატიკური ამძრავის ძირითად უწყესივრობებს წარმოადგენს ჰერმეტიკობის დაკარგვა და ცილინდრის ჩობალის დაზიანება, რაც უეცარი მტყუნების კატეგორიას მიეკუთვნება

2.2.3. ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებლობა

უმტყუნებლობა ხასიათდება მისი ისეთი ძირითადი მანევრებლებით, როგორებიცაა მტყუნებთა ნაკადის პარამეტრი $\lambda(L)$, მტყუნებთა შორისო ნამუშევარი. $L_{ა.ფ.}$ და უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა – $P(L)$.

მტყუნების ნაკადის პარამეტრი გამოვლენილ იქნა გადაბმულობის, გადაცემათა კოლოფის და სამუხრუჭე სისტემისათვის.

გარბენის ინტერვალების მიხედვით მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრების ექსპერიმენტული მონაცემები თეორიული მნიშვნელობების მისაღებად დამუშავებულ იქნა კომპიუტერზე მე-5 ხარისხის დამოკიდებულების სახით

$$\omega(L) = a_1L + a_2L^2 + \dots + a_nL^n \quad (42)$$

ნახ. 9 და 10-ზე ნაჩვენებია სამუხრუჭე სისტემის და გადაბმულობის მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრების ცვლილების მრუდები.

მოცემული მრუდების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრს აქვს ცვალებადი ხასიათი და იზრდება გარბენის გაზრდასთან ერთად. შემდეგ ხდება სტაბილური. როგორც ნახაზიდან ჩანს მისი მნიშვნელობა იცვლება $2 \cdot 10^{-5}$ მტყ/კმ-დან $26 \cdot 10^{-5}$ მტყ/კმ-მდე სამუხრუჭე სისტემისა და გადაბმულობისთვის, $1,0 \cdot 10^{-3}$ მტყ/კმ-დან $6 \cdot 10^{-3}$ მტყ/კმ-მდე გადაცემათა კოლოფისა და სალონის კარებისთვის.

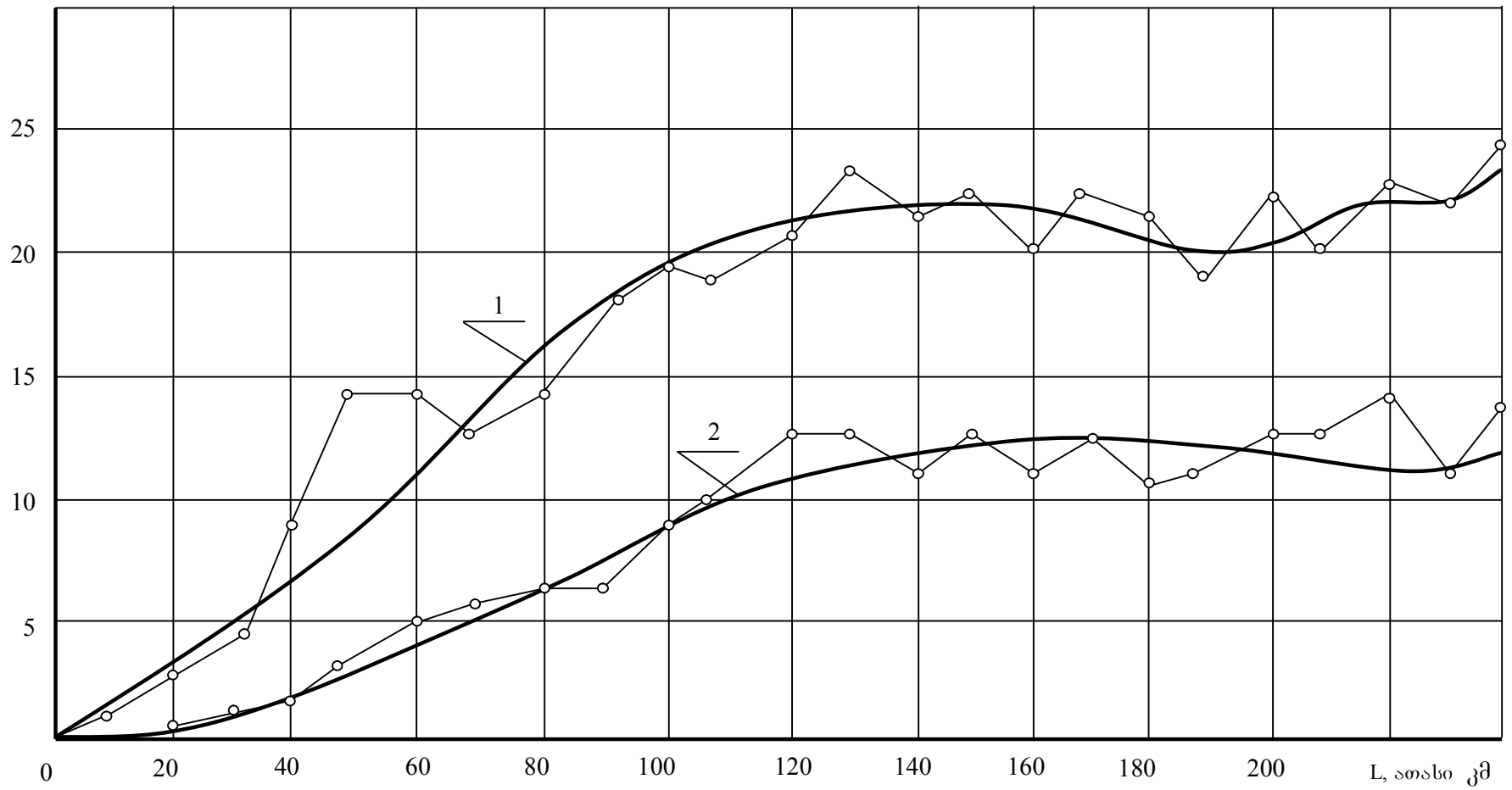
კვლევის პროცესში გამოვლენილ იქნა აგრეთვე უმტყუნებლობის ისეთი მაჩვენებელი, როგორცაა მტყუნებათშორისო ნამუშევარი. იგი წარმოადგენს ობიექტის ნამუშევრის შეფარდებას ამავე ნამუშევრის პერიოდში მტყუნებათა რაოდენობის მათემატიკურ მოლოდინთან. მე-3 ცხრილში მოცემულია ამ მაჩვენებლის რიცხობრივი მნიშვნელობები აგრეგატისა და სისტემებისათვის. მათი დაბალი მნიშვნელობები იმით აიხსნება, რომ ხშირია მტყუნებები და უწესივრობები მძიმე საქალაქო პირობებში მუშაობის გამო.

ცხრილი 3

გადაბმულობის, გადაცემათა კოლოფის და სამუხრუჭე სისტემის მტყუნებათშორისი ნამუშევარი

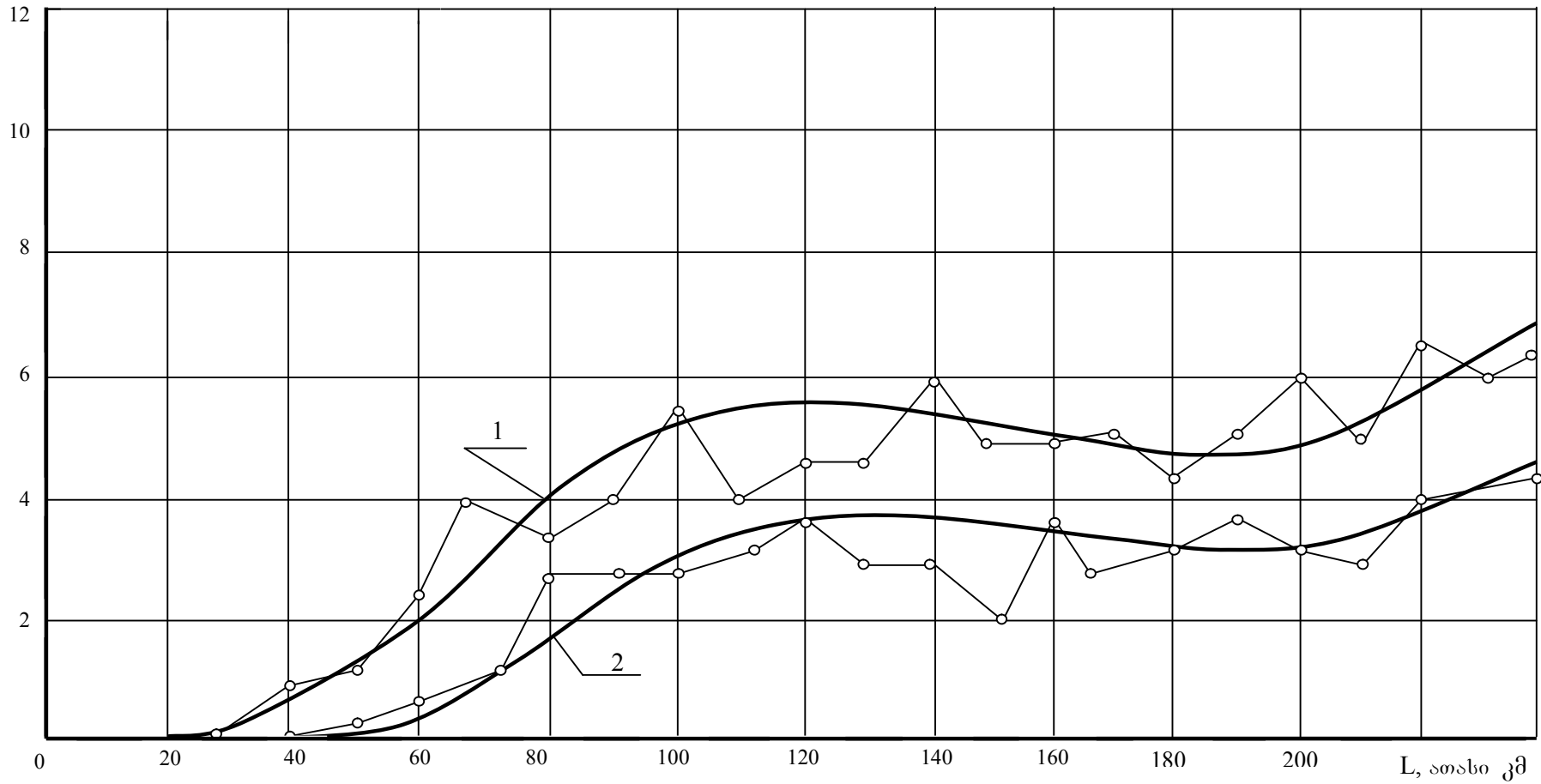
ობიექტის დასახელება	ავტომობილების საერთო გარბენა, 1000/კმ	მტყუნებების საერთო რაოდენობა	მტყუნებათშორისი ნამუშევარი, 1000/კმ
გადაბმულობა სამუხრუჭე	12000	536	22,3
სისტემა	12000	774	15,5
გადაცემათა კოლოფი	12000	470	25,5
სალონის კარები	12000	666	18,0

$\omega(L) \cdot 10^{-5}$ მტყუნება/კმ



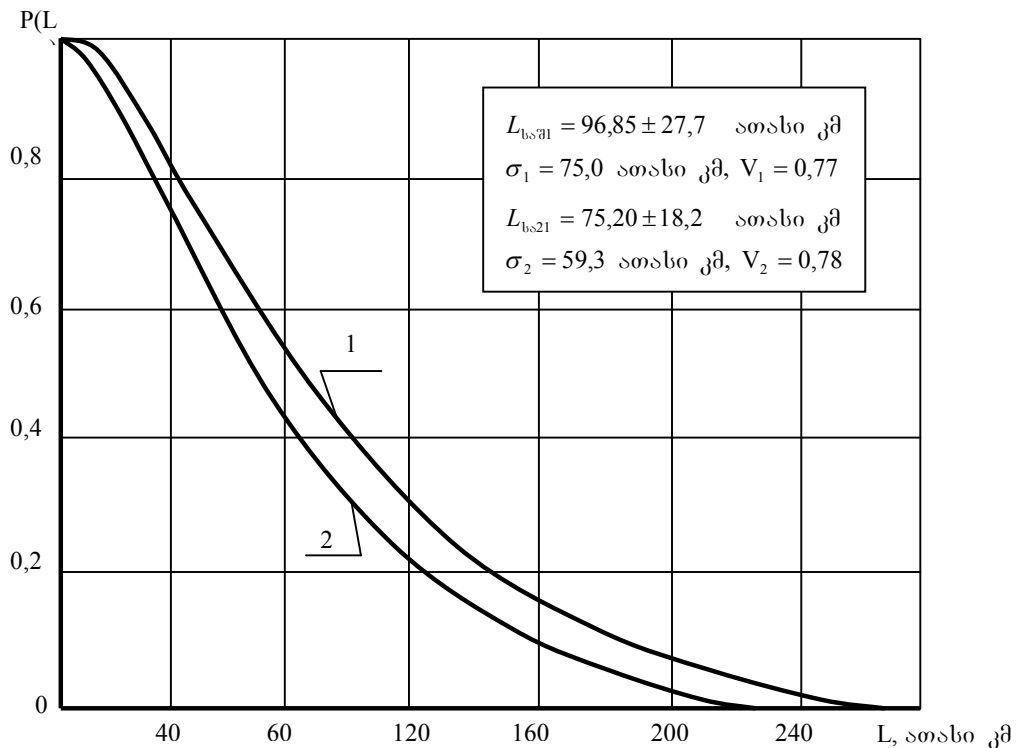
ნახ.10 სამუხრუჭე სისტემის (1) და გადაბმულობის (2) მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი

$\omega(L) \cdot 10^{-5}$ მტყუნება/კმ

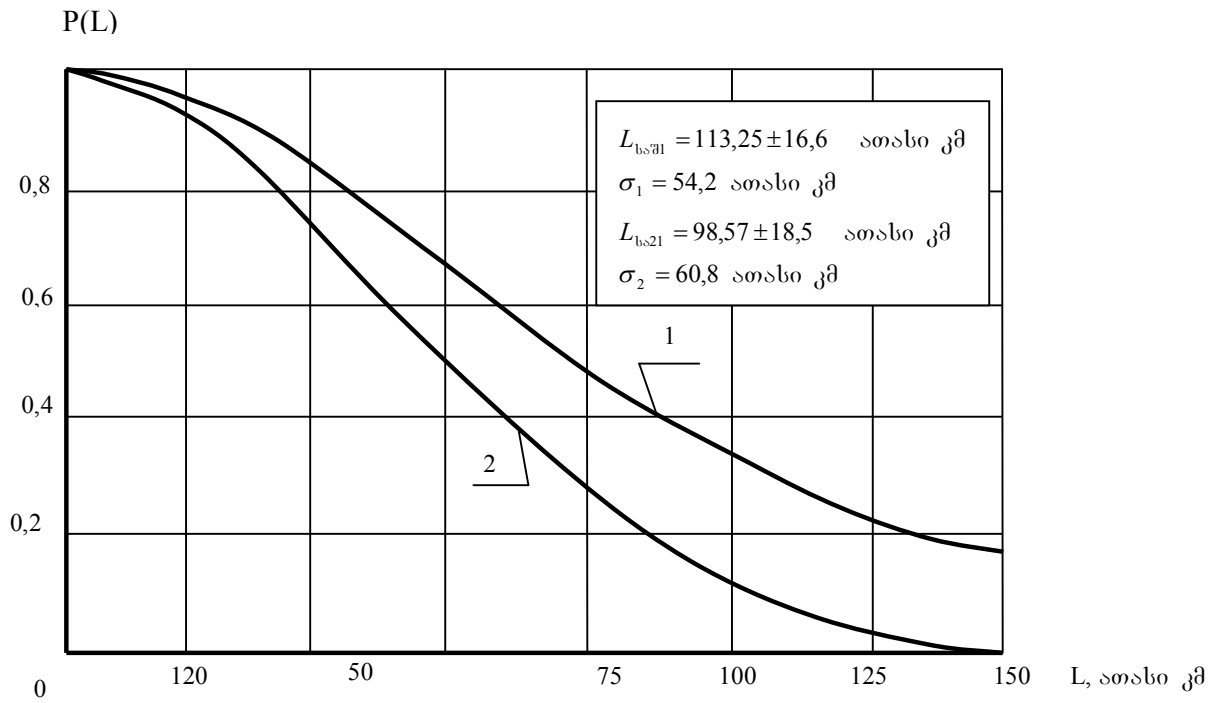


ნახ.11 გადაცემათა კოლოფის(1) და სალონის კარების (2) მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი

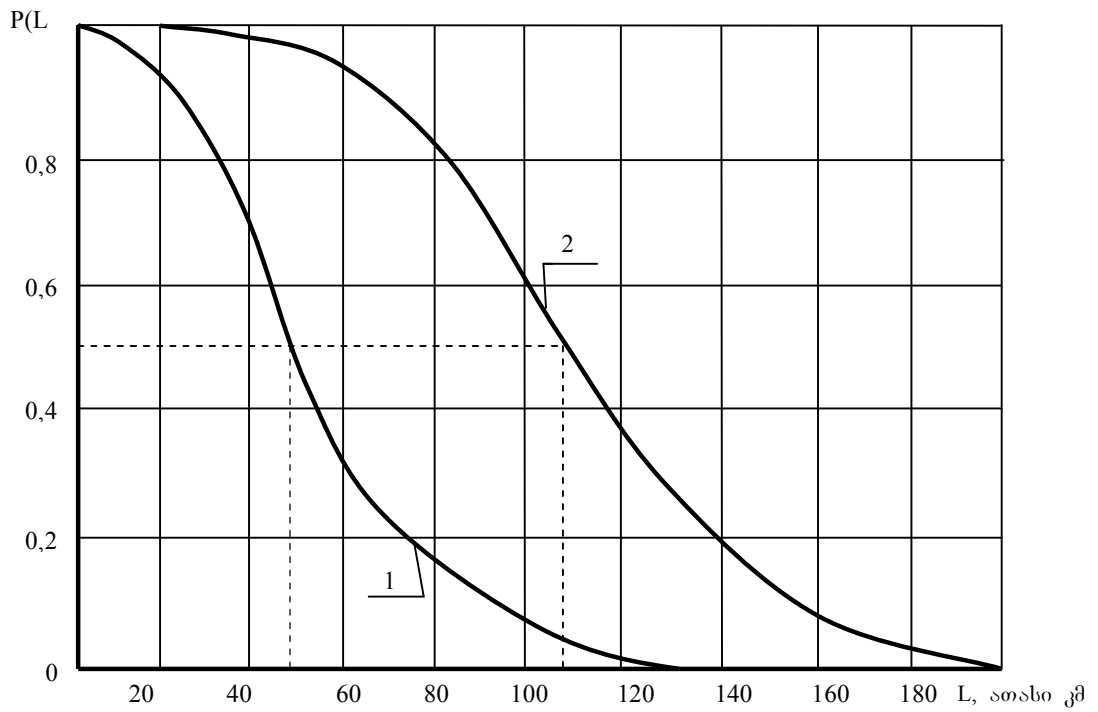
ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე მაღლიმიტირებელი დეტალებისათვის აგებულ იქნა მათი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობების მრუდები. მაგალითისათვის ზოგიერთი მათგანი მოცემულია ნახ. 11-14. მთლიანობაში ეს საშუალებას იძლევა შედგეს საკვლევი ობიექტის საიმედოობის რუკა. იგი იძლევა თვალსაჩინო წარმოდგენას დეტალების მექანიზმში განლაგების ადგილისა და მათი უმტყუნებლობის ცვლილების შესახებ. უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები თითოეული დეტალებისათვის გვაძლევს საშუალებას განსაზღვროს ალბათობის ინტერვალური მნიშვნელობა, ანუ მისი სიდიდე გარბენის ნებისმიერი ინტერვალისათვის, რიცხობრივად შეფასდეს ამა თუ იმ მტყუნების შესაძლებლობა ექსპლუატაციის დაწყებიდან გარბენის ნებისმიერი მომენტისათვის, გამოვლინდეს გამა-პროცენტული რესურსი (საგარანტიო გარბენის დადგენისათვის), განისაზღვროს მტყუნებათშორისო ნამუშევარი, ანუ ელემენტის საშუალო რესურსი. საერთოდ საიმედოობის რუკა გვაძლევს უმტყუნებლობის პროგნოზირების საშუალებას.



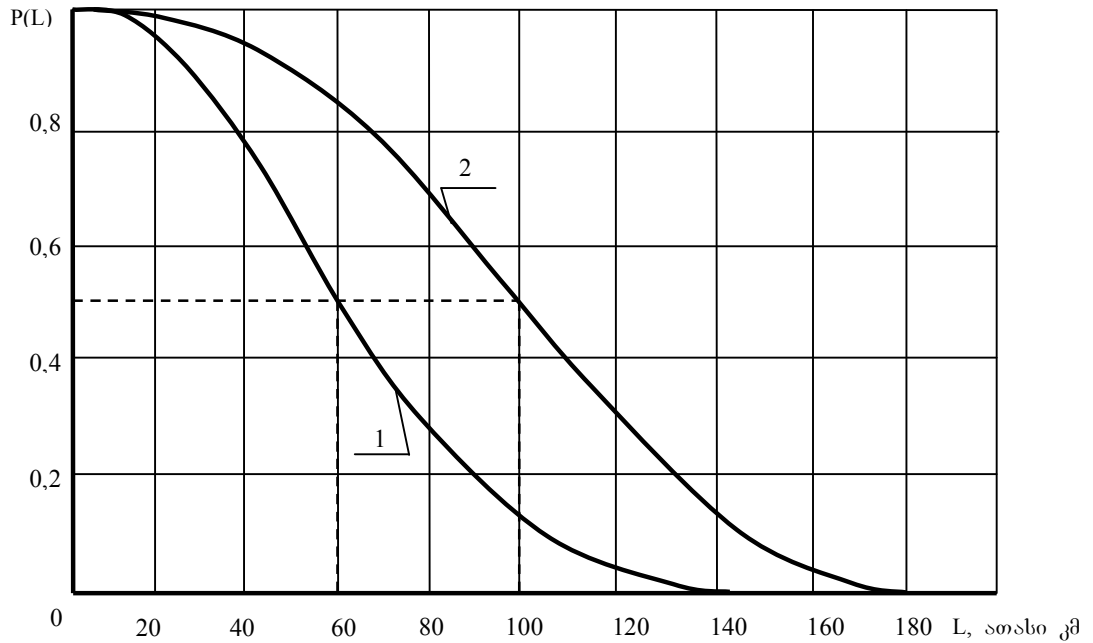
ნახ.12 მიღგაყვანილობის (1) და სამუხრუჭე შლანგების (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები



ნახ.13 უკანა (1) და წინა (2) სამუხრუჭე ცილინდრების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები



ნახ.14 სამუხრუჭე ხუნდების (1) და პიდროგამაძლიერებლის (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები



ნახ.15 გადაბმულობის ფრიქციული სადების (1) და სალონის კარების ცილინდრის (2) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდები

2.2.4. აგრეგატებისა და სისტემების ხანგამძლეობა

ხანგამძლეობა, ეს არის ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი ზღვრულ მდგომარეობამდე ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დადგენილი სისტემის შემთხვევაში. მის ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს რესურსი, რომელიც შემთხვევითი სიდიდეა და ხასიათდება განაწილების კანონით, აგრეთვე γ -პროცენტული რესურსი (საგარანტიო გარბენისათვის).

ექსპერიმენტის სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით გამოვლენილ იქნა დეტალების და კვანძების რესურსები. როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა დეტალების რესურსების განაწილებები ეთანხმება ნორმალურ, ვეიბულის და ექსპონენციალური განაწილების თეორიულ კანონებს. ამასთან დეტალების 30%-ზე მეტი ვეიბულის კანონი, ზოგიერთი კონსტრუქციული ელემენტისათვის გამოვლენილი იქნა რესურსების განაწილება პირველ, მეორე და მესამე შეცვლამდე.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს მაღლიმიტირებელ დეტალებს აქვს რესურსების გარკვეული გაბნევა ვარიაციის კოეფიციენტით 0,3-დან 1,0-მდე. როგორც სხვა განსხვავებულ პირობებში ჩატარებულმა ექსპერიმენტის შედეგებთან შედარებამ გვიჩვენა, მოცემული სისტემებისა და აგრეგატების დეტალების რესურსები ნაწილობრივ განსხვავდებიან, რაც აიხსნება ზოგიერთი მათგანის შედარებით დატვირთულ რეჟიმზე მუშაობით. მცირე რესურსებით ხასიათდებიან სამუხრუჭე სისტემის და აგრეგატის დეტალები, რომელთა დამზადების მასალა ლითონისგან განსხვავებულია – რეზინის, აზბესტისა და სხვ.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ უკანა სამუხრუჭე მექანიზმის ხუნდების რესურსი თითქმის 1,5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე წინა სამუხრუჭე მექანიზმისა. ნახ. 15-18 მაგალითისათვის მოცემულია ზოგიერთი დეტალების რესურსების განაწილების სიმჭიდროვის მრუდები.

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო დროს საგრძნობლად გაიზარდა რეზინის ელემენტების რესურსები, მათი ვარიაციის კოეფიციენტი კვლავ მაღალია (0,65-1,0), რაც მიუთითებს მათი განაწილების ექსპონენციალურ კანონს, ანუ უეცარ მტყუნებებს, რომელიც საშიშია მოძრაობის უსაფრთხოების თვალსაზრისით.

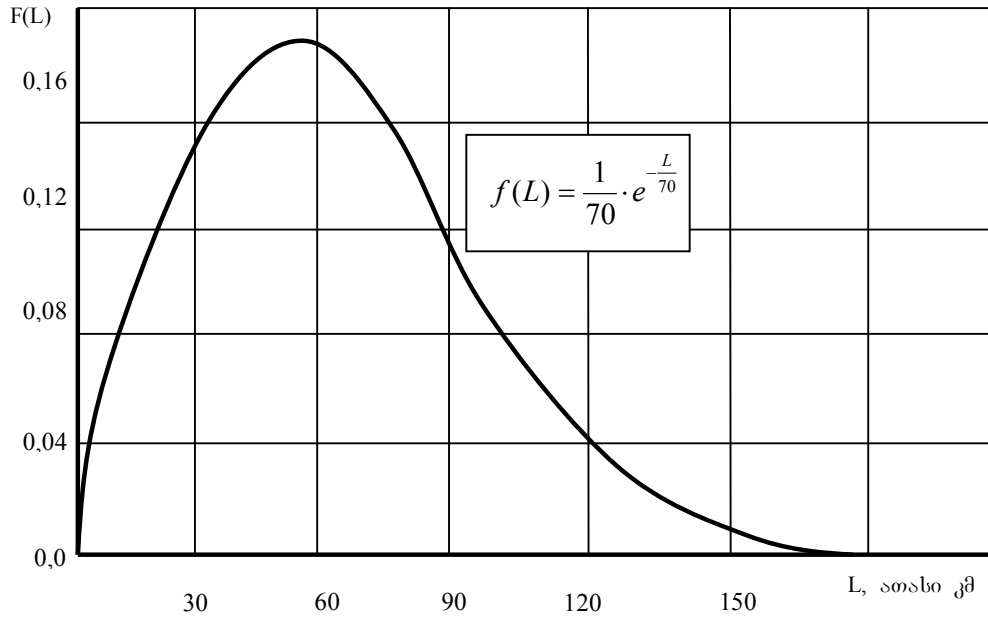
ამასთან ერთად გამოვლენილ იქნა გადაბმულობის, გადაცემათა კოლოფის და სალონის კარების მექანიზმების რესურსების განაწილების მაჩვენებლები. საშუალო რესურსი $L_{საშ.}$ და ვარიაციის კოეფიციენტი v . საშუალო რესურსმა შეადგინა გადაბმულობისათვის 70,0 ათასი კმ, გადაცემათა კოლოფისათვის – 150 ათასი კმ, ხოლო სალონის კარების მექანიზმისათვის – 90 ათასი კმ. ვარიაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები შესაბამისად შეადგენს 0,68; 0,37 და 0,35.

2.2.5. აგრეგატებისა და სისტემების სარემონტო

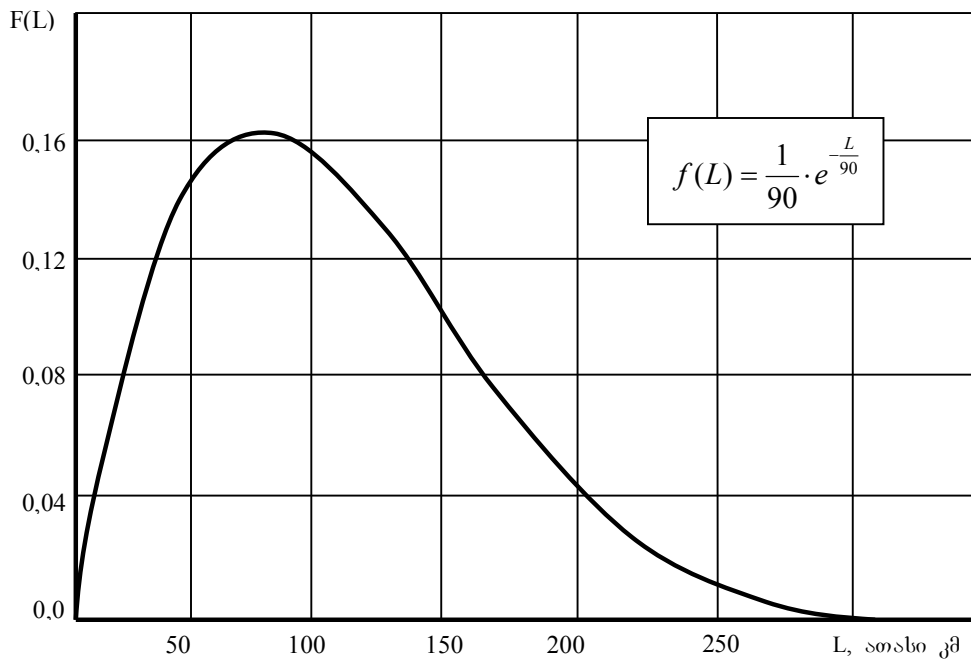
ვარგისიანობა

სარემონტო ვარგისიანობა ხასიათდება აგრეგატისა და სისტემების მუშაობის უნარის აღდგენაზე დახარჯული სათადარიგო დეტალებისა და შრომითი რესურსების კუთრი მნიშვნელობით. ეს მონაცემები მიღებულ იქნა შრომატევადობისა და ფულადი ხარჯების სახით.

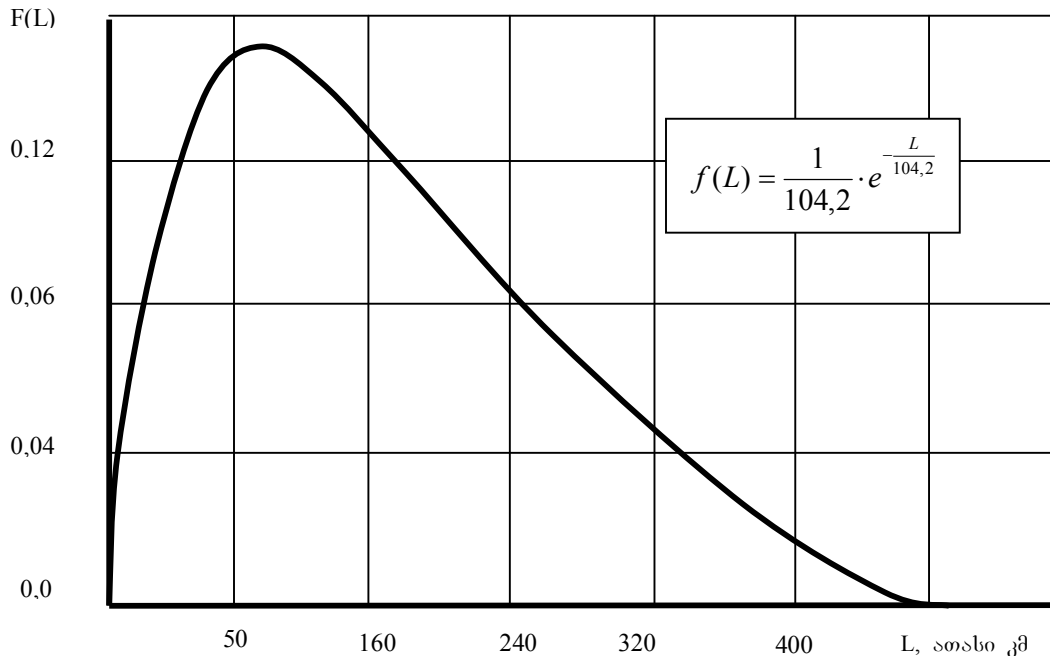
სათადარიგო დეტალების განსაზღვრისას მტყუნებათა რაოდენობა გამოვლინდა ექსპერიმენტის გზით, ხოლო მტყუნების აღმოფხვრის შრომატევადობა – არსებული ნორმატივებით.



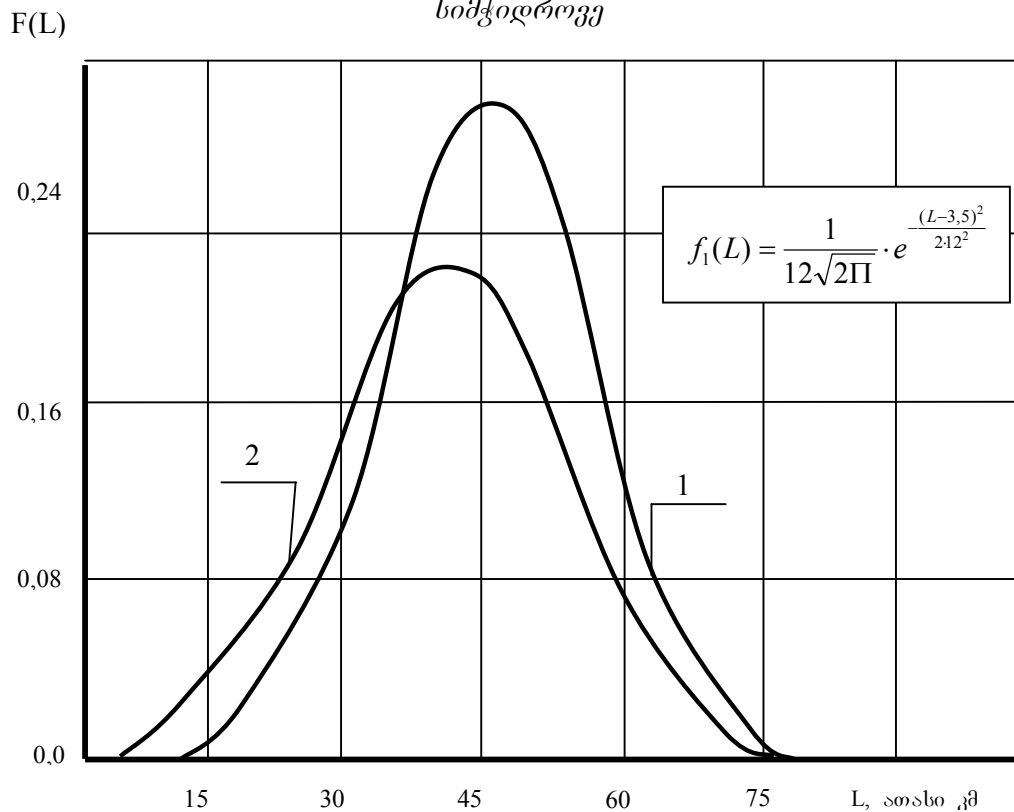
ნახ.16 გადაბმულობის რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე



ნახ.17 ხალონის კარების მექანიზმის რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე I-ელ მტყუნებამდე



ნახ.18 მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე



ნახ.19 წინა (1) და უკანა (2) სამუხრუჭე ხუნდების რესურსის განაწილების სიმჭიდროვე

მე-4 ცხრილში მოცემულია აგრეგატებისა და სისტემების სათადარიგო დეტალების ხარჯის მონაცემები, ხოლო 5, 6 და 7

ცხრილებში – ხარჯების პროცენტული განაწილება მათი ძირითადი კვანძებისა და მექანიზმების მიხედვით.

ცხრილი 4

სათადარიგო დეტალების ხარჯი, ლარი

ობიექტის დასახელება	სათადარიგო დეტალების ხარჯი			კუთრი ხარჯი, ლარი/1000კმ
	მთლიანი	1 ავტ-ზე	1 მტყუნებაზე	
გადაბმულობა	18840	471	33,3	1,57
გადაცემათა კოლოფი	15360	384	32,7	1,28
სამუხრუჭე სისტემა	25800	645	33,3	2,15
სალონის კარები	2880	72	43,4	0,24

ცხრილი 5

სამუხრუჭე სისტემის კვანძებისა და მექანიზმების სათადარიგო დეტალების ხარჯის განაწილება %

სამუხრუჭე სისტემა	მოთავარი სამუხრუჭე ცილინდრი	მიღგაყვანილობა, შლანგები	მუშა სამუხრუჭე ცილინდრები	წინა სამუხრუჭე მექანიზმი	უკანა სამუხრუჭე მექანიზმი	სეულის მუხრუჭე
	12,8	5,6	13,0	22,6	35,2	10,8

ცხრილი 6

სალონის კარების გაღება-დახურვის სისტემის სათადარიგო დეტალების ხარჯის განაწილება %

სალონის კარები	ჰნეემო-სისტემა	ამძრავი მექანიზმი	ელექტრო-სისტემა
	12,0	82,5	5,5

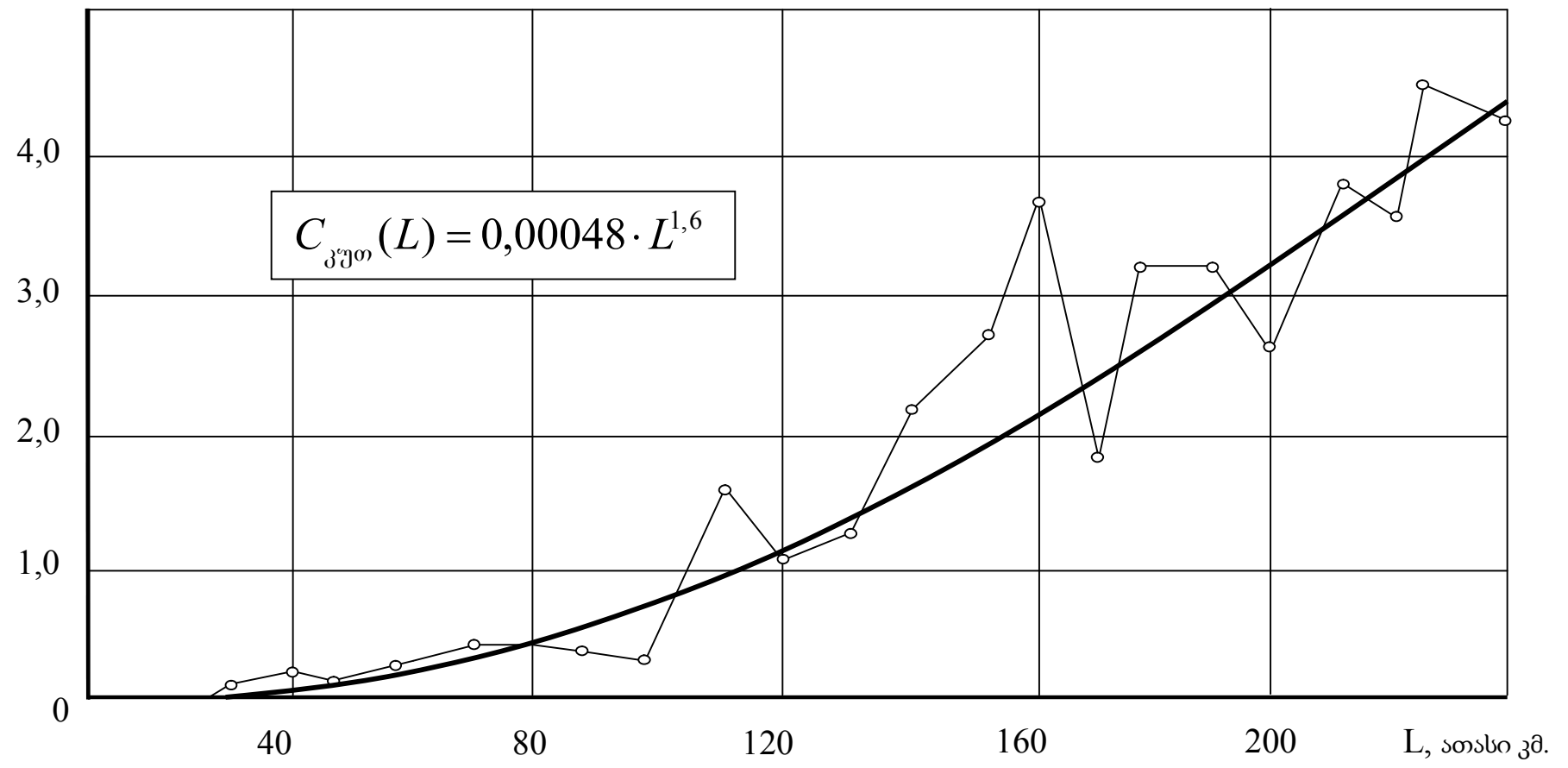
ცხრილი 7

გადაბმულობის სათადარიგო დეტალების ხარჯის განაწილება %

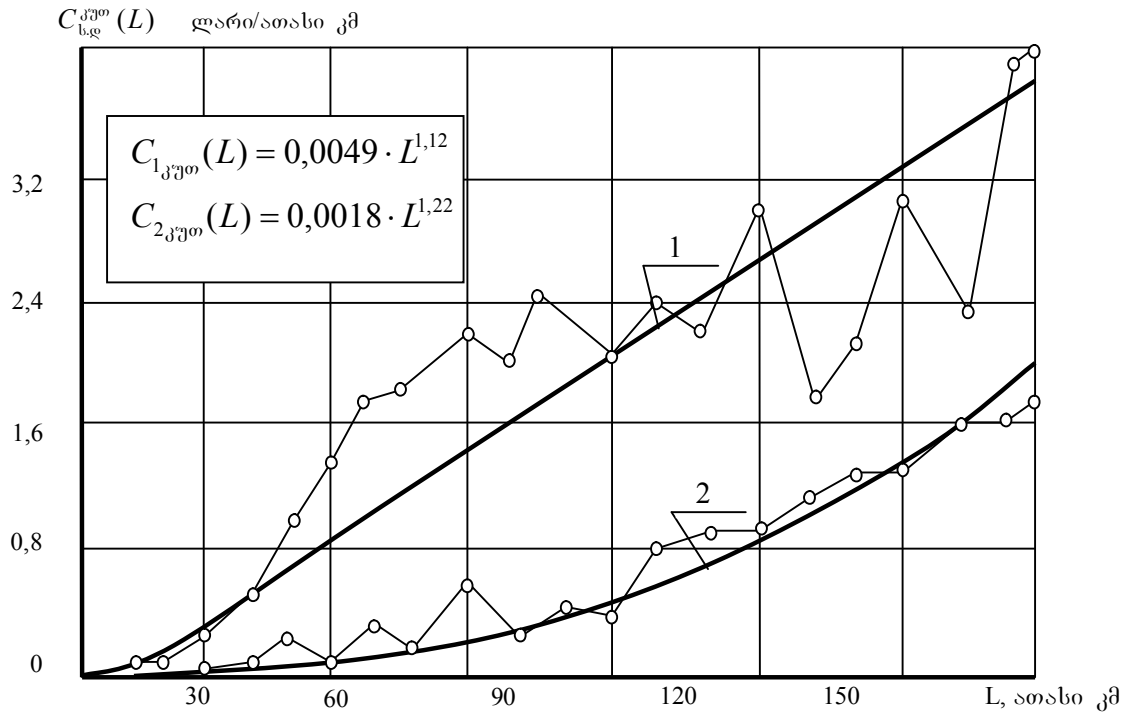
გადაბმულობა	ჰიდრაულიკური ამძრავი	გამომრთველი საკისარი	მექანიზმი
	15,2	10,7	74,1

როგორც ცნობილია, საიმედოობის შენარჩუნებაზე გაწეული ხარჯები დამოკიდებულია ავტომობილის გარბენაზე. 19, 20 და 21 ნახაზებზე წარმოდგენილია სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილების დიაგრამები გარბენის ინტერვალების მიხედვით.

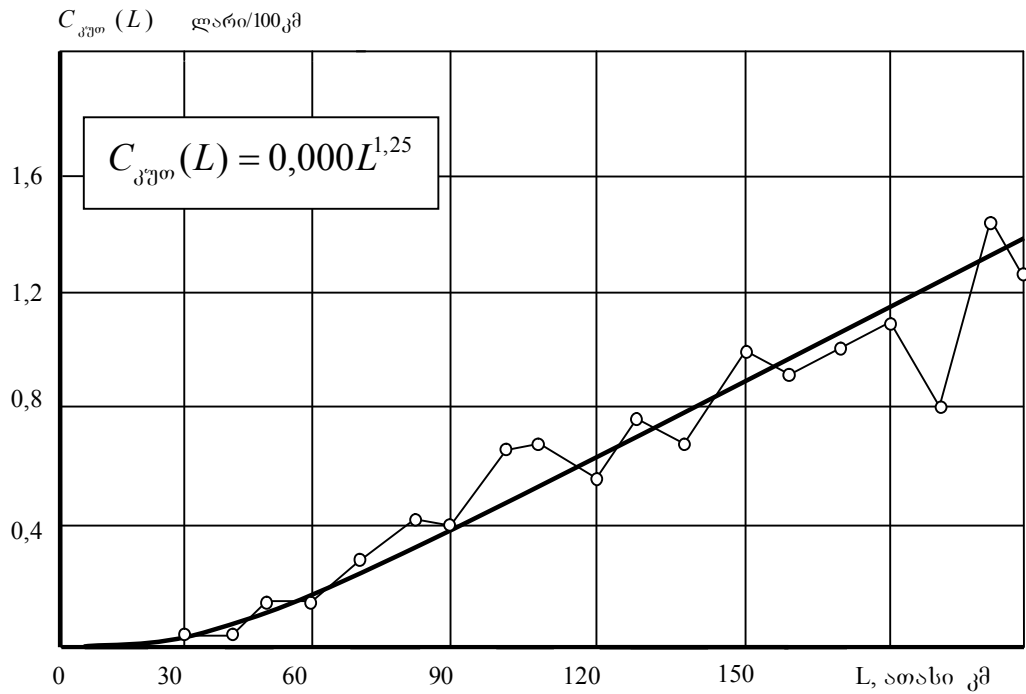
$C_{ს.ო}^{კუმ}(L)$ ღარი/ათასი კმ



ნახ.20 სამუხრუჭე სისტემის კუთრი ხარჯების ცვლილება გარბენის მიხედვით



ნახ.21 გადაბმულობის (1) და გადაცემათა კოლოფის (2) სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილება



ნახ.22 სალონის კარების სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილება

ამ ცვლილების კანონმზომიერების გამოვლენის მიზნით ექსპერიმენტული მონაცემები აპროქსიმირებულია aL^n სახის ხარისხოვანი დამოკიდებულებით და განსაზღვრულია კუთხური კოეფიციენტი b და ხარისხის მაჩვენებელი n . ამ მაჩვენებლის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამუხრუჭე სისტემის და გადაბმულობის არალითონის დეტალები მკვეთრად ამცირებენ საიმედოობის დონეს. მათი მტყუნებების სიხშირე დიდია, რაც მიუთითებს სისტემის საიმედოობის გაზრდის მეთოდების სრულყოფასა და გაუმჯობესებაზე.

როგორც აღნიშნეთ, გამოვლენილ იქნა მტყუნებათა აღმოფხვრის შრომატევადობები საკვლევი აგრეგატებისა და სისტემისათვის, რომელიც მოცემულია მე-8 ცხრილში.

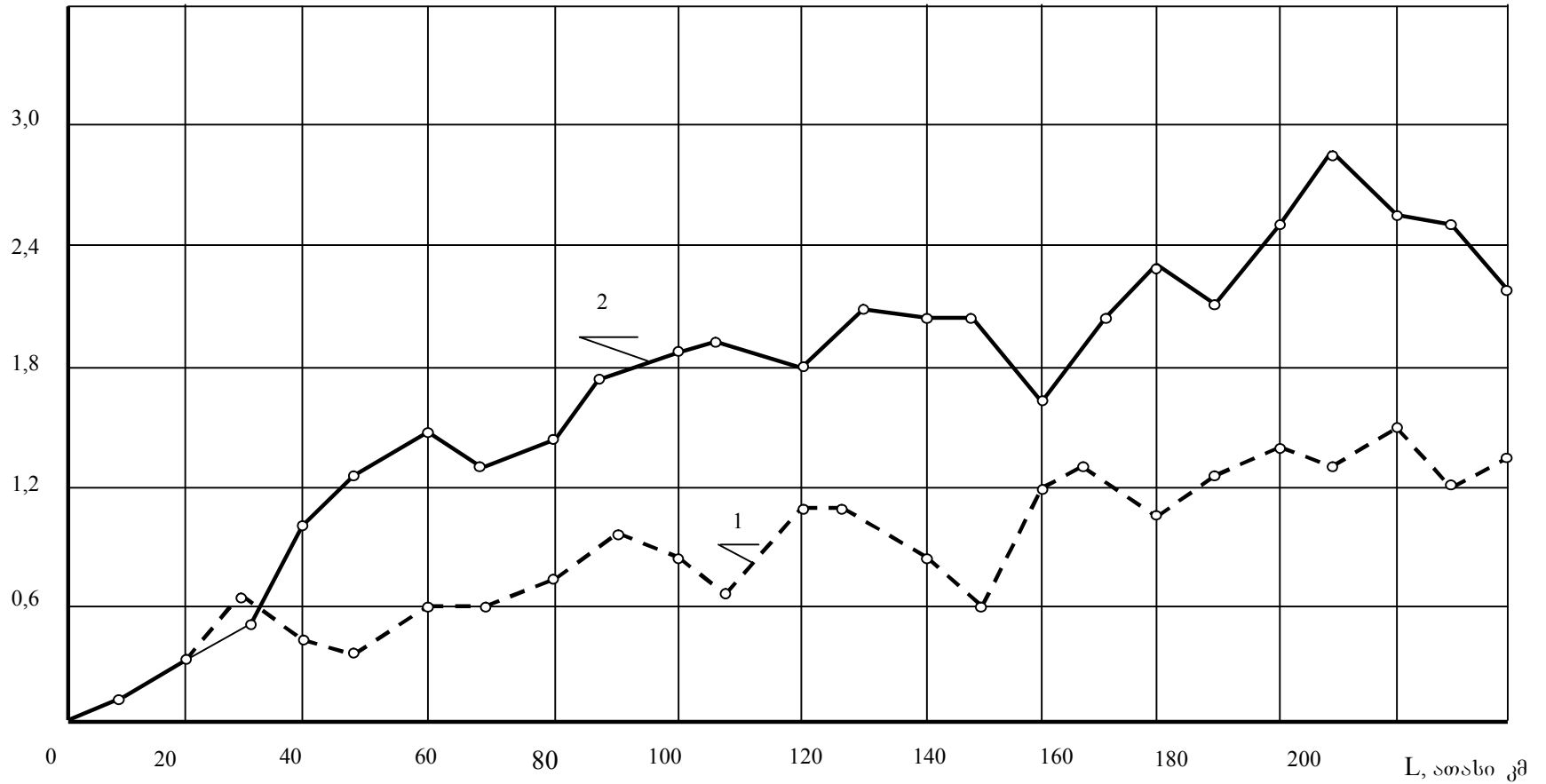
ცხრილი 8

მტყუნებათა აღმოფხვრის შრომატევადობები, კსთ

ავტობუსი A092	მთლიანი	ერთ ავტომობილზე	კუთრი კსთ/1000კმ
გადაბმულობა	2640	66,0	0,22
გად. კოლოფი	4560	114,0	0,38
სამუხრუჭე			
სისტემა	12960	324,0	1,08
სალონის კარები	1440	36,0	0,12

მტყუნებათა აღმოფხვრის კუთრი შრომატევადობების ცვლილების დინამიკა სამუხრუჭე სისტემისა და გადაბმულობისათვის მოცემულია 22-ე ნახაზზე. როგორც გრაფიკებიდან ჩანს გარბენის ზრდასთან ერთად შრომატევადობა იზრდება. იგი მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს სამუხრუჭე სისტემისათვის 2,8კსთ/1000კმ და გადაბმულობისათვის – 1,7კსთ/1000კმ. დაახლოებით 210,0 ათას კმ და 170,0 ათ ს კმ გარბენების შემდეგ შესაბამისად.

$\tau_{კუთ}$, კსთ/ათასი კმ



ნახ.23 მტყუნების აღმოფხვრის კუთრი შრომატევადობების ცვლილება გადაბმულობისთვის (1) და სამუხრუჭე სისტემისთვის (2)

მტყუნებათა აღმოფხვრის ჯამური ხარჯების მონაცემები მოცემულია მე-9 ცხრილში.

ცხრილი 9

მტყუნებათა აღმოფხვრის ჯამური ხარჯები, ლარი

ავტობუსი A092	მთლიანი	ერთ ავტო- მობილზე	ერთ მტ- ყუნებაზე	კუთრი კსთ/1000კმ
გადაბმულობა	42000	1050	78,5	3,50
გად. კოლოფი	30720	768	65,4	2,56
სამუხრუჭე სისტემა	54000	1325	69,0	4,50
სალონის კარები	6000	150	9,0	0,50

როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, ხარჯების სიდიდე ერთ მტყუნებაზე გაცილებით მეტია გადაბმულობაზე, ვიდრე სალონის კარებზე. ეს გამოწვეულია შრომითი ხარჯების დიდი კუთრი წილით ძირითადი დეტალების შეცვლაზე, ვინაიდან ისინი მოითხოვენ დაშლა-აწყოების სამუშაოების შესრულებას და მაშასადამე ავტომობილის მოცდენას.

2.2.6. ავტომობილის სისტემებისა და მექანიზმის

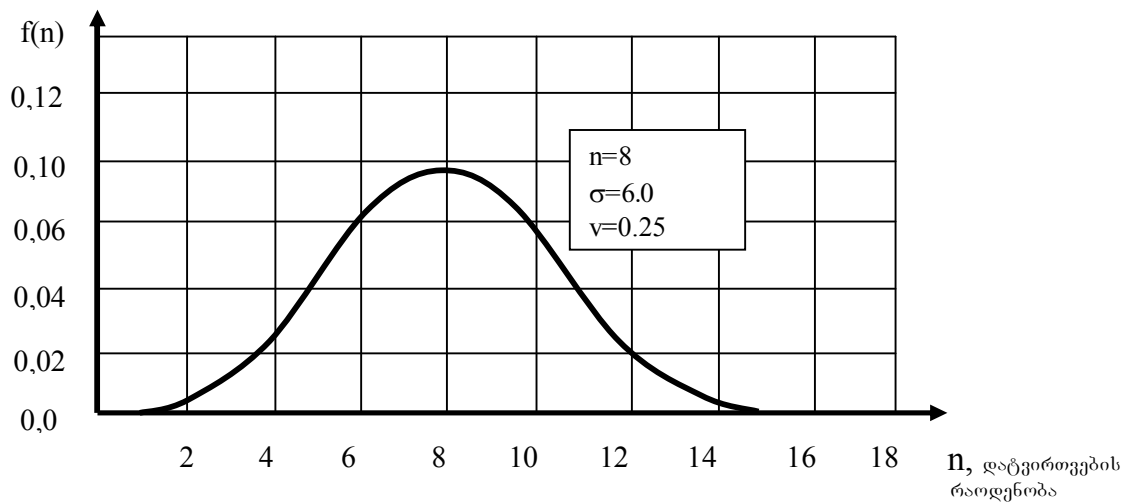
დატვირთვების ციკლების გამოვლენა

ავტომობილის ზოგიერთი მექანიზმების და სისტემების, კვლევისათვის გარბენის როგორც ნამუშევრის გამოყენება ხასიათდება გარკვეული უზუსტობით. ასეთ მექანიზმებსა და სისტემებს მიეკუთვნება მუხრუჭები, გადაბმულობა, გადაცემათა კოლოფი, კარებების გამღები-ჩამკეტი მექანიზმი ავტობუსებისათვის და სხვ. აღნიშნული მექანიზმების მუშაობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს დატვირთვათა ციკლების რაოდენობა. სამუხრუჭე სისტემისათვის – დამუხრუჭებათა რაოდენობა გარბენის ერთეულზე, გადაბმულობის და და გადაცემათა კოლოფისათვის – ჩართვების რაოდენობა და სხვ. მექანიზმებისა და დეტალების საშუალო რესურსი, რომელიც ზღვრული მდგომარეობით განისაზღვრება, დამოკიდებულია დატვირთვათა ციკლების რაოდენობაზე. იგი იანგარიშება კონკრეტული ელემენტისათვის მათი მწყობრიდან გამოსვლით (ზღვრულ მდგომარეობამდე მიღწევის, გაცვეთის შედეგად) სტატისტიკური მონაცემების დამუშავების გზით.

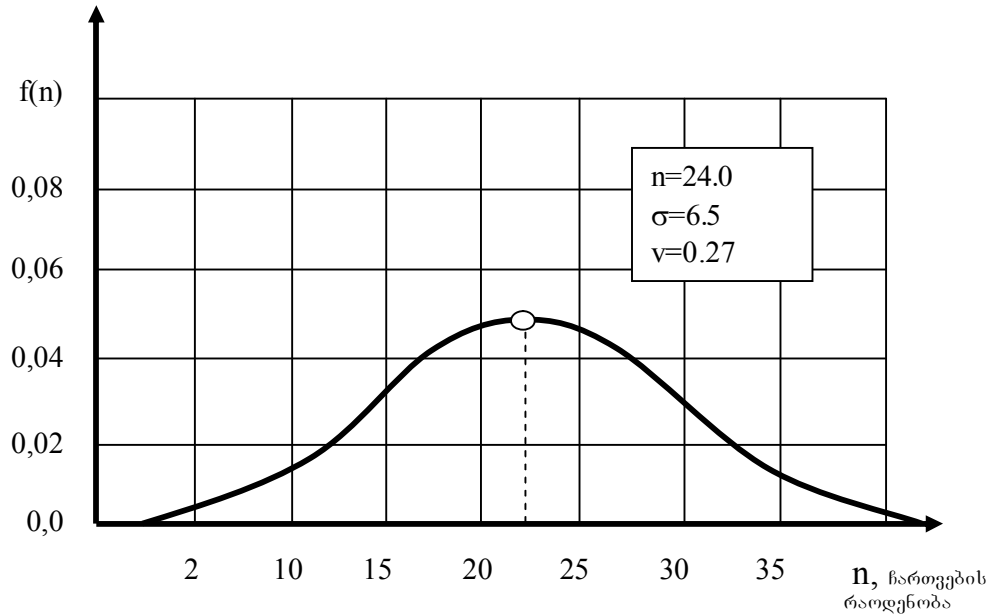
იმისათვის, რომ მოვახდინოთ ნამუშევრის ერთი სახეობის მეორეთი შეცვლა და შესაბამისად გამოვსახოთ საიმედოობის მანვენებლები დატვირთვათა ციკლების რაოდენობის მიხედვით (ან პირიქით), დამუშავებული იქნა ნომოგრამა. მის შედგენას საფუძვლად დაედო სპეციალურად შესრულებული ექსპერიმენტის შედეგები. იგი მოიცავს ქალაქის საექსპლუატაციო პირობებში ავტობუსების მარშრუტებზე მუშაობისას ერთ კმ. გარბენაზე დამუხრუჭებათა, გადაბმულობისა და გადაცემათა კოლოფის ჩართვების რაოდენობების განსაზღვრას.

აღნიშნული მექანიზმებისა და სისტემების დატვირთვათა რაოდენობა დამოკიდებულია მარშრუტებზე არსებულ სავალდებულო გაჩერებათა რაოდენობაზე, გადასარბენის სიდიდეზე, მარშრუტზე მოძრაობის ორგანიზაციაზე, რელიეფზე და სხვ.

დატვირთვათა რაოდენობის სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება შესრულდა საკვლევი ავტობუსების სხვადასხვა მახასიათებლების მარშრუტებზე, სადაც მარტივი დამთვლელი ხელსაწყოთი (კალკულატორი) მოხდა დამუხრუჭებათა და გადაბმულობის ჩართვების რაოდენობათა დაფიქსირება. გამოთვლები შესრულდა რამოდენიმეჯერ სხვადასხვა მარშრუტებზე და სხვადასხვა ავტობუსებზე. სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით მიღებული იქნა აღნიშნული სიდიდეების განაწილების პარამეტრები. 23-ე და 24-ე ნახაზებზე მოცემულია განაწილების სიმჭიდროვის მრუდი.



ნახ.24 ერთ კმ-ზე დამუხრუჭებათა რაოდენობის განაწილების სიმჭიდროვის მრუდი

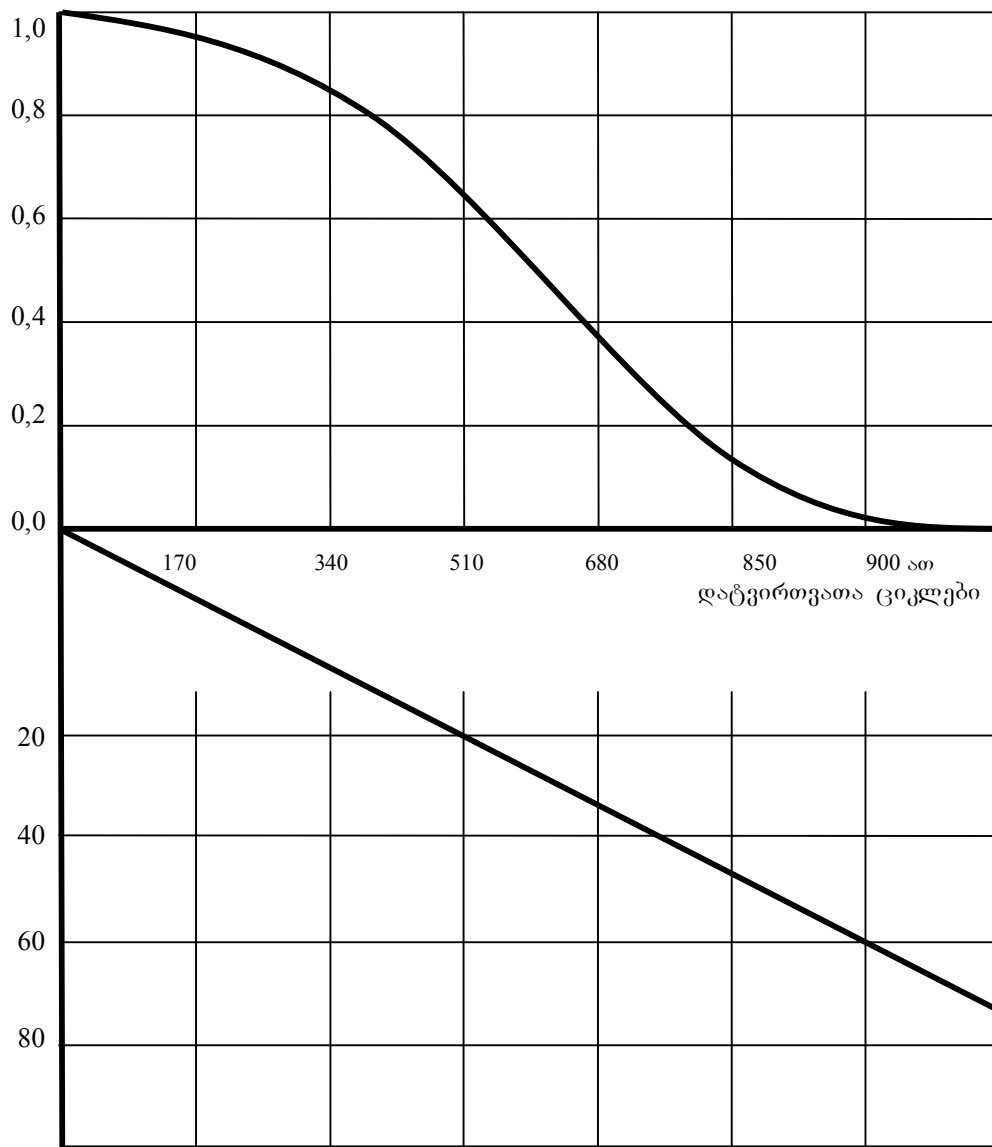


ნახ.25 გადაბმულობათა ჩართვების რაოდენობის განაწილების სიმჭიდროვის მრუდი

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, ერთ კმ-ზე დამუხრუჭებათა საშუალო რაოდენობა ტოლია 8, ხოლო გადაბმულობის ჩართვების საშუალო რაოდენობა – 24. ორივე შემთხვევაში განაწილება ექვემდებარება ნორმალურ კანონს ვარიაციის შესაბამისი კოეფიციენტებით $V=0,25$ და $V=0,27$.

რაც შეეხება სალონის კარების გაღება-დაკეცვის რაოდენობას, იგი მკაცრად რეგლამენტირებულია (მხოლოდ სამგზავრო გაჩერებებზე მგზავრების ასაყვანად და ჩამოსაყვანად) და მათი საშუალო რაოდენობა ერთ კმ-ზე გაჩერებათა რაოდენობის ტოლია და საშუალოდ შეადგენს 4-ს.

ნამუშევრის ერთი სახეობიდან მეორეზე გადასვლის მიზნით დამუშავებული ნომოგრამა მოცემულია 25-ე ნახაზზე.



ნახ.26 დატვირთვების ციკლების რაოდენობის გარბენზე გადამყვანი ნომოგრამის მაგალითი

2.3. ავტომობილების საიმედოობის მართვის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ერთობლივი ანალიზი

თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების ერთობლივი ანალიზი საშუალებას იძლევა:

- საიმედოობის შესახებ მონაცემების გამოყენებით და წარმოდგენილი მეთოდით განისაზღვროს ელემენტების რესურსზე მუშაობის რეჟიმის პარამეტრების გავლენა და მათ შორის კავშირი;
- შემოთავაზებული ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის მეთოდი გამოყენებულ იქნას კონკრეტული ოპერაციის ტექნიკური მომსახურების რეჟიმის ოპტიმიზირებისას.
- სისტემის (აგრეგატის) უმტყუნებლობის საჭირო დონის უზრუნველყოფის და ხარჯების მინიმიზაციის მიზნით შემოწმდეს ელემენტების შეცვლის სისტემის და მიმდინარე რემონტების ფორმირების დამუშავებული მეთოდი;
- განისაზღვროს ტექნიკური ზემოქმედების კონკრეტული ოპერაციების ოპტიმიზაციით ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები და ეფექტიანობა.

ქვემოთ მოცემულია აღნიშნული თანმიმდევრობით დამუშავებული მეთოდების აპრობაციის შედეგები.

2.3.1. აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის საიმედოობის მაჩვენებლებზე გავლენის განსაზღვრა

როგორც თეორიული კვლევის დროს იყო აღნიშნული ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის რეჟიმის პარამეტრებსა და ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრებს შორის კორელაციური კავშირის გამოსავლენად გამოიყენება განტოლებათა სისტემის პარამეტრები. უპირველეს ყოვლისა ეს ეხება კონკრეტული მექანიზმის დეტალების ცვეთის ინტენსიურობას დატვირთვების ციკლების მიხედვით. როგორც წესი ასეთი კვლევა სრულდება კონკრეტულ საექსპლუატაციო პირობებში. ამიტომ გამოყენებული იქნა

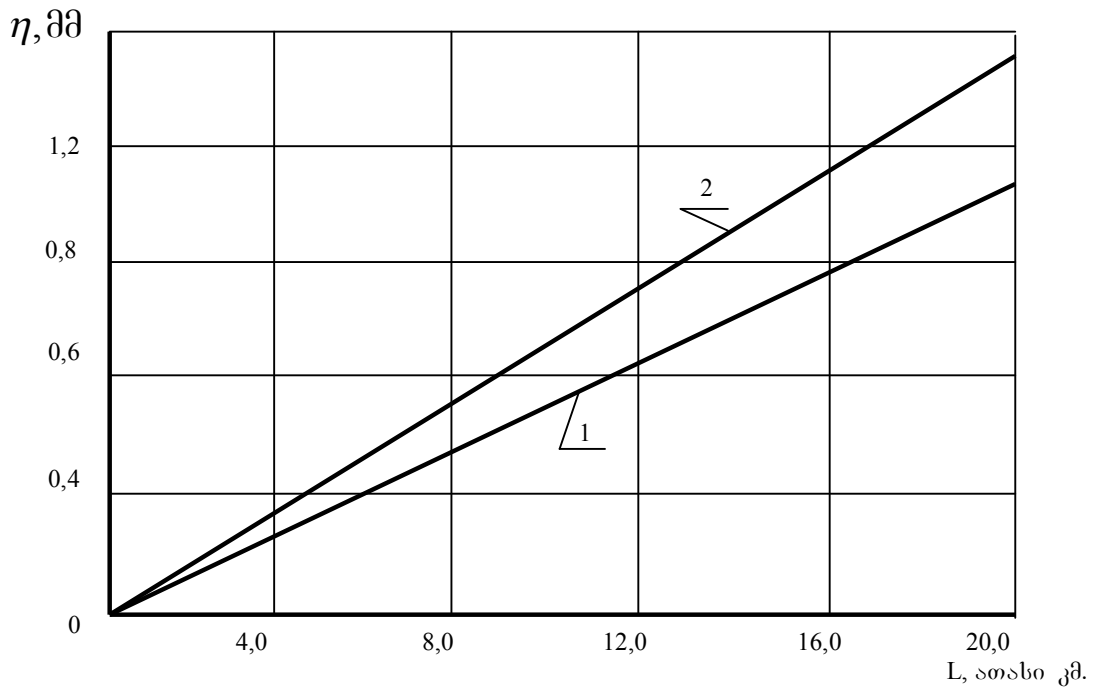
ავტორთა კვლევები [12, 13], რომლებშიც განსაზღვრული კოეფიციენტები ითვალისწინებენ საგზაო პირობებს (ცხრილი 10).

ცხრილი №10

საგზაო პირობების მიხედვით პარამეტრის ცვლილების კოეფიციენტები

საგზაო პირობები	საგზაო პირობების მიხედვით პარამეტრის ცვლილების კოეფიციენტები				
	$n_{\text{ბრ}}$	$M_{\text{თვ}}$	$N_{\text{გად}}$	$N_{\text{ბკ}}$	$N_{\text{მუხ}}$
I	1,00	1,00	1,00	1,0	1,0
II	0,90	1,20	1,50	1,27	1,22
III	0,80	1,60	2,40	1,77	1,56
IV	0,70	1,85	3,70	2,70	2,50

დეტალების ცვეთის ინტენსიურობის მიხედვით განხილულმა კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ სამუხრუჭე სისტემისათვის ღრეჩო სამუხრუჭე დოლსა და ხუნდებს შორის (წინა და უკანა თვლებზე) იცვლება გარბენის ზრდასთან ერთად წრფივი დამოკიდებულებით (ნახ. 26).



ნახ. 27. სამუხრუჭე დოლისა და ხუნდებს შორის ღრეჩოს ცვლილება გარბენის მიხედვით.

დრეწოს გაზრდა გამოიწვევს სამუხრუჭე მანძილის გაზრდას და შესაბამისი დამოკიდებულებებისათვის, ისევე როგორც გადაბმულობისათვის საჭირო გახდა კორელაციის კოეფიციენტების განსაზღვრა, რაც ნახვენებია მე-11 ცხრილში.

ცხრილი 11.

გადაბმულობის დისკის და სამუხრუჭე დოლის \bar{X} და ფრაქციული საღებების ცვეთას შორის კორელაციის კავშირის განსაზღვრა.

პარამეტრების დასახელება	კავშირის კანტოლებები	კორელაციის კოეფიციენტები
გადაბმულობის მექანიზმი	$\bar{X}_{\text{მომს.}} = 0.328 \cdot X_{\text{ფრ}} - 0.006$	0.60 ± 0.006
წინა სამუხრუჭე მექანიზმი	$\bar{X}_{\text{ღ}} = 0.238 \cdot \bar{X}_{\text{ფრ}} - 0.006$	0.58 ± 0.01
უკანა სამუხრუჭე მექანიზმი	$\bar{X}_{\text{ღ}} = 0.191 \cdot X_{\text{ფრ}} - 0.002$	0.65 ± 0.03

ასეთი კავშირების გამოვლენა და შესაბამისი კოეფიციენტების განსაზღვრა შესაძლებელია აგრეთვე ავტომობილის გარბენასთან დაკავშირებით (ან ძრავის ბრუნვასთან დაკავშირებით) ყველა შემთხვევაში ისინი საჭიროა არა მარტო რესურსების დადგენისათვის, არამედ ტექნიკური ზემოქმედების ოპერაციების (რეგულირების) პერიოდულობის ოპტიმიზაციისათვისაც აღნიშნული საკვლევი მექანიზმებისათვის ფრაქციული საღებების ცვეთის სიდიდის მიხედვით (დამუხრუჭებათა ან ჩართვების რაოდენობის ერთეულზე ცვეთის სიდიდე) განისაზღვროს მომსახურების პერიოდულობა. ეს გარემოება გათვალისწინებულია ტექნიკური მომსახურების ოპტიმიზაციის მოდელირებისას.

2.3.2. გადაბმულობის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრა

გადაბმულობის ტექნიკური მომსახურების სამუშაოთა კომპლექსის ფორმირებისას ხშირად საჭიროა სატერფულის თავისუფალი სვლის და მთავარი ჰიდრაულიკური ცილინდრის შტოკის სვლის სარეგულირებელი ოპერაციების პერიოდულობის განსაზღვრის აუცილებლობა.

სისტემაში სითხის ხარისხის გაუარესება, ჰაერის მოხვედრა ცვეთის პროდუქტების დაგროვება თავისთავად არ იწვევს გადაბმულობის უეცარ მტყუნებას, მაგრამ ზრდის მის ცვეთას და მაშასადამე ამცირებს მის რესურსს და აუარესებს მოქმედების ეფექტურობას. ასე ჩნდება აღნიშნული ოპერაციების პერიოდულობის განსაზღვრის აუცილებლობა მათი მუშაობის მანევრებლების გაუარესებისა და დეტალების რესურსზე მათი გავლენის პირობებიდან გამომდინარე. ამასთან, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მომსახურებისა და მუშაობის უნარის აღდგენის ღირებულებებს.

გადაბმულობის უმტყუნებლობა დამოკიდებულია მისი შემადგენელი ელემენტების უმტყუნებლობაზე, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ამჟღად დისკოს ფრიქციული სადებების ცვეთის შედეგად გაზრდილი ღრეხო და შესაბამისად თავისუფალი სვლის გაზრდაც.

მხედველობაშია მისადები ის გარემოება, რომ ტექნიკური მოთხოვნებით გადაბმულობის სატერფულის თავისუფალი სვლის სიდიდე 15-25 მმ-ის ზღვრებშია, ამ პირობიდან გამომდინარე ფრიქციული სადების რესურსის განაწილება და უმტყუნებო მუშაობის მრუდი, ამ დიაპაზონში მრუდი განიხილება იმის და მიხედვით როგორია ცვეთის ინტენსიურობა (რაც დატვირთვების რეჟიმზეა დამოკიდებული) სასურველი სამუშაოების შესრულების პერიოდულობაც მასზე იქნება დამოკიდებული, მაშასადამე უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის დასაშვები დონე ამ პერიოდულობით უნდა იქნას უზრუნველყოფილი ეს კი იმას ნიშნავს, რომ უნდა მოხდეს საშუალო

კუთრი ხარჯების მიხედვით რესურსის L_i ფარგლებში პერიოდულობის ვარირება და მათ შორის იქნას აღებული ოპტიმალური ვარიანტი.

ექსპერიმენტით განსაზღვრული გადაბმულობის და მისი მექანიზმის მახასიათებლები შემდეგია:

ცხრილი 12

გადაბმულობის და მისი მექანიზმების ძირითადი მახასიათებლები

ძირითადი სისტემა (გადაბმულობა)			დამხმარე სისტემა (ამყოლი დისკი)		
$C_{მტყ}$ ლარი	$L_{\phi \max}$ ათასი კმ	$L_{\phi \min}$ ათასი კმ	$C_{\phi\phi}$ ლარი	L_{ϕ} ათასი კმ	ვარიაციის კოეფიციენტი ν
180	120,0	65,0	3,5	45	0.58

ანგარიში შესრულდა მოცემული მახასიათებლების მიხედვით. მისი თანმიმდევრობა და შედეგები მოცემულია მე-13 ცხრილში.

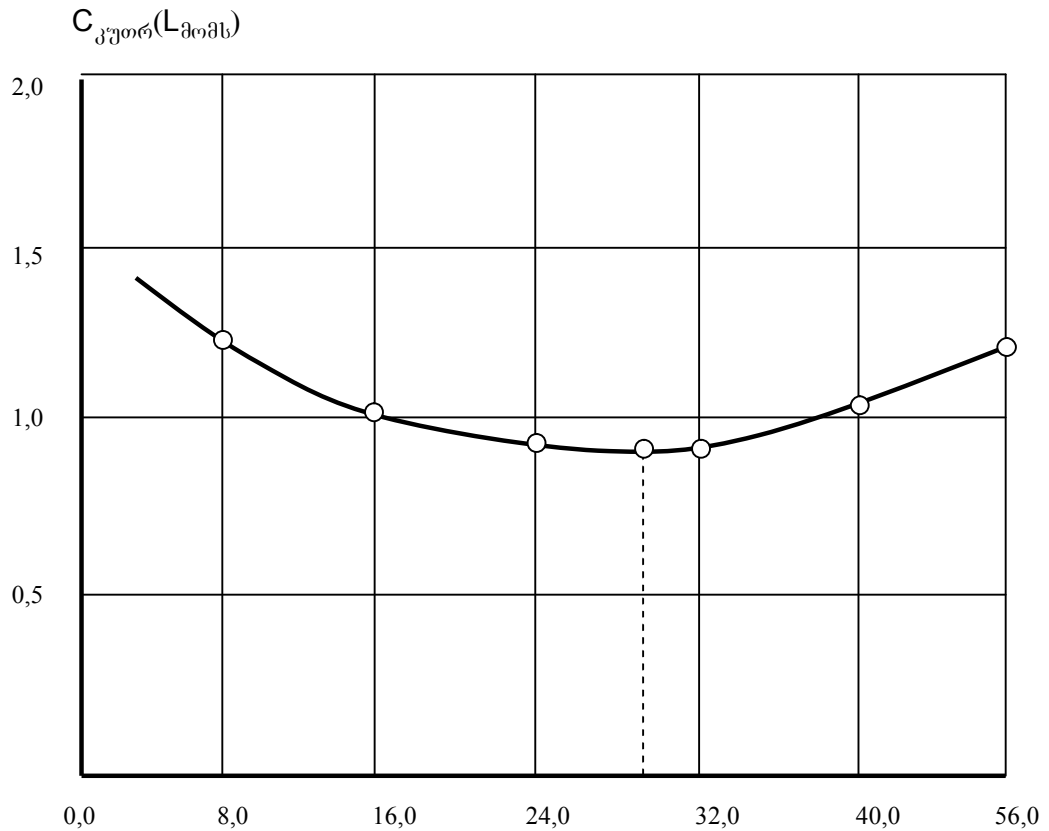
ცხრილი 13

საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა

№	მაჩვენებლები	მომსახურების პერიოდულობა, ათასი კმ						
		8	16	24	32	40	48	56
1	$P_{i \min}(L_{\phi\phi\phi i})$	0.946	0.912	0.888	0.855	0.821	0.786	0.750
2	$P_b^{საშ}(L_{\phi\phi\phi i})$	0.978	0.967	0.954	0.940	0.920	0.911	0.985
3	$L_{\phi i \min}$	115.0	107.0	102.0	97.0	93.0	88.0	77.0
4	$L_{\phi i}$	110.0	101.0	95.0	88.0	82.0	78.0	70.0
5	$C_{b.შ}(L_{\phi\phi\phi i})$ $L_{\phi i}$ დროს	1.16	1.01	0.96	0.94	1.04	1.17	1.26

როგორც ცხრილში მოყვანილი ანგარიშიდან ჩანს ჯამურ ხარჯებს მინიმალური მნიშვნელობა აქვს პერიოდულობის $L_{\phi\phi\phi} = 30$ ათასი კმ-ის დროს (მე-4 სვეტი), იმის და მიხედვით, როგორია საწყისი მონაცემები, განსხვავებაც შეიძლება იყოს მეტნაკლები, მაგრამ

ყველა შემთხვევაში აღნიშნული მეთოდის გამოყენება იძლევა ოპტიმალური პერიოდულობის დადგენის შესაძლებლობას. ნახ. 27-ზე მოცემულია ხარჯების ცვლილების მრუდი პერიოდულობისგან დამოკიდებულებით.



ნახ. 28. გადაბმულობის სატერფულის თავისუფალი სვლის რეგულირების პერიოდულობის განსაზღვრა.

გადაბმულობის სატერფულის თავისუფალი სვლის რეგულირების ტექნოლოგიური პროცესი მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

- მოიხსნას ხელსაწყოების დაფაზე პანელი და გამოითიშოს ელექტრომოწყობილობა;
- მოეშვას კონტრქანჩი მთავარი ცილინდრის მბიძგველზე;
- დარეგულირდეს სატერფულის სიმაღლე (160-170 მმ) ყვინთას მბიძგველის შემობრუნებით;
- მოეჭიროს კონტრქანჩი;
- დაყენდეს ხელსაწყოების პანელი.

2.3.3. სამუხრუჭე სისტემის ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა

ტექნიკური მომსახურება მოიცავს ერთის მხრივ სამუხრუჭე სატერფულის თავისუფალი სვლის რეგულირებას, მეორეს მხრივ სამუხრუჭე მექანიზმში დოლსა და ხუნდებს შორის ღრეჩოს რეგულირებას. მოძრაობის უსაფრთხოების პირობიდან გამომდინარე ორივე აღნიშნული პარამეტრი რეგლამენტირებულია და მოითხოვს კონტროლს. ვინაიდან მუხრუჭებისათვის სამუხრუჭე მანძილის გაზრდა დაუშვებელია და ითვლება არა უწყესიერობად, არამედ მტყუნებად, ამიტომ რეგულირების პერიოდულობის ოპტიმიზაციისას საჭიროა მისი დასაშვებ დონეზე შენარჩუნება, როგორც ეს აღნიშნული იყო კვლევის თეორიულ ნაწილში. უმტყუნებლობის კრიტერიუმთან ერთად აღებული იქნა მომსახურების კუთრი ხარჯების მინიმუმიც, ვინაიდან იგი პირდაპირ კავშირშია სისტემის დეტალების რესურსებთან, ერთ შემთხვევაში მუხრუჭების გამაძლიერებლის რესურსთან ხოლო, მეორეს მხრივ დოლისა და ხუნდების რესურსებთან. ამიტომ პერიოდულობის განსაზღვრა მოხდება აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით. მივიღოთ, რომ დამხმარე სისტემებად წარმოდგენილია ძირითადი სისტემის (მთლიანად სამუხრუჭე სისტემის) გამაძლიერებელი და თვლების სამუხრუჭე მექანიზმი.

მე-14 ცხრილში მოცემულია საანგარიშო მახასიათებლები პირველი ვარიანტისათვის.

ცხრილი 14

სამუხრუჭე სისტემის ძირითადი საანგარიშო მახასიათებლები

ძირითადი სისტემა			დამხმარე სისტემა (გამაძლიერებელი)		
$C_{მტყ}$ ლარი	$L_{რ max}$ ათასი კმ	$L_{რ min}$ ათასი კმ	$C_{ტმ}$ ლარი	$L_{რ}$ ათასი კმ	ვარიაციის კოეფიციენტი V
75,0	70,0	35,0	6,5	30,0	0,370

მოცემული მახასიათებლები საკმარისია პერიოდულობის განსაზღვრისათვის. მისი ოპტიმიზაციის მიზნით საჭიროა ნორმალური განაწილების ქვანტილების გამოყენებით გამოთვლილ იქნას უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მნიშვნელობები, რაც საშუალებას იძლევა

განისაზღვროს რესურსების $L_{\phi i}$ მნიშვნელობები მის მაქსიმალურ და მინიმალურ სიდიდეების დიაპაზონში. საბოლოოდ კი განისაზღვრება კუთრი ხარჯების შესაბამისი მნიშვნელობები, რაც გამოავლენს პერიოდულობის ოპტიმალურ სიდიდეს. ანგარიშის მიმდევრობა მოცემულია საანგარიშო ცხრილში 15.

ცხრილი 15.

საიმელობის მაჩვენებლების განსაზღვრა

№	მაჩვენებელი	მომსახურების პერიოდულობა, ათასი კმ						
		20	25	30	35	40	45	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$U_p = \frac{L_{\phi} \cdot L_{\phi_{\text{მომს}}} = 30 - L_{\phi i}}{\sigma} = \frac{30 - L_{\phi i}}{10.1}$	1.54	1.26	0.971	0.680	0.63	0.39	0.97
2	$P_i(L_{\phi_{\text{მომს}}})$	0.938	0.989	0.834	0.751	0.702	0.652	0.540
3	$\bar{P}_s(L_{\phi_{\text{მომს}}}) = 1 - p_s(L_{\phi_{\text{მომს}}})$	0.062	0.102	0.166	0.248	0.298	0.348	0.460
4	$L_{\text{max}} \cdot P_i(L_{\phi_{\text{მომს } i}})$	65	63	58	52	49	45	38
5	$L_{\text{min}} \cdot P_i(L_{\phi_{\text{მომს } i}})$	2.1	3.5	5.4	8.7	10.5	12.2	16.1
6	$L_{\phi i} = 70P_i(L_{\phi}) + 35\bar{P}_i(L_{\phi i})$	67.1	71.5	63.4	60.7	59.5	57.2	54.1
7	$C_{\text{რკუთ}} = \frac{75}{L_{\phi i}} + \frac{6.5}{L_{\phi i}}$	1.45	1.32	1.39	1.46	1.51	1.60	1.68

როგორც მოცემული ცხრილის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს კუთრი ხარჯების მინიმალური მნიშვნელობა 1,32 ლარი/1000 კმ შესაბამისი ოპტიმალური პერიოდულობა ტოლია 28 ათასი კმ-ის, რესურსის გაზრდის მიზნით პერიოდულობის შემცირება და კუთრი ხარჯების გაზრდა მოითხოვს ყოველმხრივ ანალიზს, რაც იმით გამოიხატება, რომ შეფასებული იქნას ასეთი ღონისძიებების მიზანშეწონილობა.

28 ნახ-ზე მოცემულია სისტემის მომსახურების ოპტიმალური პერიოდულობის განსაზღვრის გრაფიკული ინტერპრეტაცია.

სამუხრუჭე მექანიზმისათვის პერიოდულობის განსაზღვრის მონაცემები შემდეგია:

სამუხრუჭე მექანიზმის პერიოდულობის განსაზღვრის მონაცემები

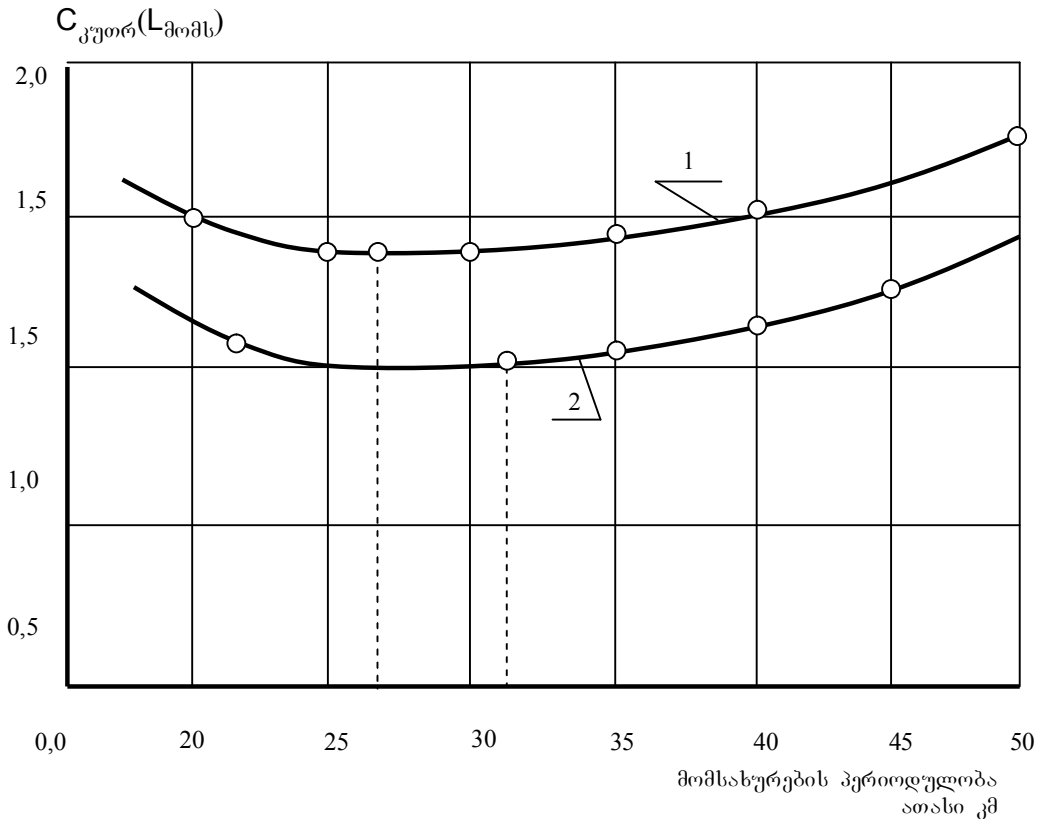
მტყუნების ღირებულება ტმ- ის დროს $C_{აბჟა}^{ტმ}$, ლარი	მტყუნების ღირებულება $C_{აბჟა}^{ტმ}$, ლარი	გარემოების $K_{გ}$ კოეფიციენტი	მტყუნებათაშორის ლონამუშევარი $L_{გ}$ ათასი კმ	სამუჯლო კვადრატული გადახრა, q
25	85	1	45	10

როგორც ცხრილში მოცემული სიდიდეებიდან ჩანს, სისტემისათვის გვაქვს ნორმალური განაწილების კანონი. ამიტომ უმტყუნებო მუშაობის ალბათობების შერჩეული მნიშვნელობებისათვის გამოყენებულია ნორმალური განაწილების ქვანტილები და განსაზღვრულია მომსახურების პერიოდულობის i -ური სიდიდეები. ანგარიშის მიმდევრობა მოცემულია 17 ცხრილში.

მომსახურების პერიოდულობის i -ური სიდიდეების განსაზღვრა

№	$\bar{P}(L_{ა})$ და $L_{აომს}$ -ის განსაზღვრა				$\sum C_{ბ,ა}$ -ის განსაზღვრა ლარი/1000 კმ		
	$\bar{P}(L_{აომს})$	U_p	$U_p \cdot \sigma$	$L_{აომს} = L_{გ} - U_p \cdot \sigma = 45 - 10 \cdot U_p$	$\frac{C_{აბჟა}^{ტმ}}{L_{აომს}} = \frac{25}{L_{აომს}}$	$(K_1 + K_2 + 1) \cdot \bar{P}(L_{ა}) + 1 = 3\bar{P}(L_{ა}) + 1$	$\sum C_{ბ,ა}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.05	1.645	16.4	28.6	0.91	1.15	1.146
2	0.10	1.282	12.8	32.2	0.78	1.30	1.110
3	0.15	1.036	10.9	34.1	0.72	1.45	1.120
4	0.20	0.842	8.40	36.6	0.69	1.60	1.134
5	0.25	0.674	6.70	38.3	0.66	1.75	1.140
6	0.30	0.524	5.20	39.8	0.61	1.90	1.160
7	0.35	0.385	3.80	41.2	0.58	2.05	1.189

როგორც საანგარიშო ცხრილიდან ჩანს ჯამური კუთრი ხარჯების მინიმალური მნიშვნელობა 1,120 ლარი/1000 კმ მიღებულია როდესაც მომსახურების პერიოდულობა ტოლია 30,0 ათასი კმ-ის და მტყუნების ალბათობა 0,10 ხოლო უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა $P(L_{მომ})$ პერიოდულობის განსაზღვრა გრაფიკულად მოცემულია 28 ნახ.ზე.



ნახ. 29. მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის (1) და სამუხრუჭე მექანიზმის (2) მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრა.

სამუხრუჭე მექანიზმის (ავტორეგულატორის გარეშე) რეგულირების ტექნოლოგიური პროცესი შემდეგია:

- დომკრატით აწეული იქნას ხიდი;
- შემოწმდეს საკისრების ფოლხვა ვერტიკალურად;
- სამუხრუჭე დოლის სახურავზე მოიხსნას ხუფი;
- სახრახნისით დარეგულირდეს სარეგულირებელ ნახვრეტში ხუნდები;
- შემოწმდეს თვალის თავისუფალი ბრუნვა.

როგორც განხილულმა მაგალითებმა აჩვენა ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის განსაზღვრის დამუშავებული მეთოდები პრაქტიკულად რეალიზებადია და მათი განხორციელება შესაძლებელია არა მარტო გადაბმულობისა და სამუხრუჭე სისტემისათვის, არამედ ავტომობილის სხვა აგრეგატებსა და კვანძებისათვის ერთიანი პერიოდულობის განსაზღვრისათვის საჭიროა ასეთი სისტემებისა და მექანიზმების კლასიფიცირება, ერთად თავმოყრა და ერთიანი ბლოკ-სქემის მიხედვით შედგენილი პროგრამით საერთო პერიოდულობის განსაზღვრა. ასეთი გზით განსაზღვრული ოპტიმალური პერიოდულობა იძლევა მნიშვნელოვან ტექნიკურ ეკონომიკურ ეფექტს.

2.3.4. საკვლევი სისტემისა და მექანიზმებისათვის მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირება და დეტალების შეცვლის სისტემის სრულყოფა

ნაშრომის მე-2 თავში თეორიულად დასაბუთებულია საკვლევი ობიექტის მიმდინარე რემონტების ფორმირება და მათი მოთხოვნილების პროგნოზირების შესაძლებლობა მათი ნაირსახეობების მიხედვით შესაბამისად სათადარიგო დეტალების და შრომითი ხარჯების გამოვლენა.

დამუშავებული მეთოდის პრაქტიკული რეალიზაციისათვის აუცილებელია მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირება და თითოეული მათგანისათვის საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა.

მიმდინარე რემონტის ნაირსახეობების ფორმირებისას განსაკუთრებული ყურადღება იქნა გამახვილებული ტექნიკურ ზემოქმედებებზე, რომლებიც დაკავშირებულია გადაბმულობის და გადაცემათა კოლოფის კვანძებისა და ელემენტების უნარის აღდგენასთან, ხოლო სამუხრუჭე სისტემაში სამუხრუჭე მექანიზმების, ჰიდროამძრავის და ხელის მუხრუჭის ელემენტების მუშაობის უნარის აღდგენაზე. ეს განაპირობა იმან, რომ აღნიშნული ელემენტების მუშაობის უნარის შენარჩუნებაზე სათადარიგო დეტალების ხარჯი შეადგენს 80% და 90% შესაბამისად.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული აგრეგატისა და კვანძებისათვის მუშაობის უნარის აღდგენის ტექნიკური ზემოქმედებების მნიშვნელოვანი ნაწილი რეგლამენტირებულია, რაც განპირობებულია როგორც კონსტრუქციული, ისე ტექნოლოგიური თავისებურებებით.

გათვალისწინებულ იქნა რა მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა ფორმირების ტექნოლოგიური ნიშნის მიზანშეწონილობა, დამუშავებულ იქნა დაშლა-აწყოების სქემები, როგორც გადაბმულობის და გადაცემათა კოლოფის, ისე სამუხრუჭე სისტემისათვის. (კრიტიკული დეტალების მექანიზმში განლაგების აღვილისა და დაშლის სიდრმის დონის განსაზღვრის მიზნით).

მაშასადამე, მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობების ფორმირებისა და გამოვლენისათვის საჭირო საწყის მონაცემებს წარმოადგენდა:

- დაშლა-აწყოების ტექნოლოგიური სქემა;
- საიმედოობის რუკა (უმტყუნებლობის მრუდებით);
- დამამზადებელი ქარხნის რეკომენდაციები დეტალების შეცვლის სისტემაზე;
- დეტალების შეცვლის შრომატევადობები.

აღნიშნული მასალების ანალიზმა და ექსპლუატაციის პროცესში ავტობუსებზე დაკვირვებამ საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა გადაბმულობის 2 და მუხრუჭების მიმდინარე რემონტების 4 დამახასიათებელი ნაირსახეობა თითოეულისათვის. მათი დასახელებები და დანიშნულებები მოცემულია 17 და 18 ცხრილებში.

ცხრილი 18

გადაბმულობის მიმდინარე რემონტების ნომენკლატურა

მიმდინარე რემონტის სახე	დასახელება	დანიშნულება
მრ-1	გადაბმულობის ჰიდრავლიკური ამძრავის მიმდინარე რემონტი	ამძრავის ჰერმეტიკულობის უზრუნველყოფა და მუშაობის უნარის აღდგენა
მრ-2	გადაბმულობის მექანიზმის მიმდინარე რემონტი	მექანიზმის დეტალების შეცვლა და მუშაობის უნარის აღდგენა

რემონტების მოთხოვნილებების პროგნოზირებისათვის მათი ნაირსახეობების მიხედვით საჭიროა ნამუშევრების განაწილების

მაჩვენებლები (ცხრილი 19). ეს მაჩვენებლებია მიმდინარე რემონტის საშუალო ნამუშევარი, $L_{საშ}$ საშუალო კვადრატული გადახრა σ და ვარიაციის კოეფიციენტებით, ν .

ცხრილი 19

სამუხრუჭე სისტემის მიმდინარე რემონტის ნომენკლატურა

მიმდინარე რემონტის სახე	დასახელება	დანიშნულება
მრ - 1	სისტემის ჰიდრაულიკური ამძრავის მიმდინარე რემონტი.	ამძრავის ელემენტების შეცვლა და მუშაობის უნარის აღდგენა.
მრ - 2	მიღვაყვანილობის და შლანგების დეტალების შეცვლა.	სისტემის ჰერმეტიკულობის უზრუნველყოფა და მუშაობის უნარის აღდგენა.
მრ - 3	სამუხრუჭე მექანიზმების მიმდინარე რემონტი.	მექანიზმის მტყუნების შეცვლა და მუშაობის უნარის აღდგენა.
მრ - 4	ხელის მუხრუჭის მიმდინარე რემონტი.	დეტალების შეცვლა და მუშაობის უნარის აღდგენა.

ცხრილი 20

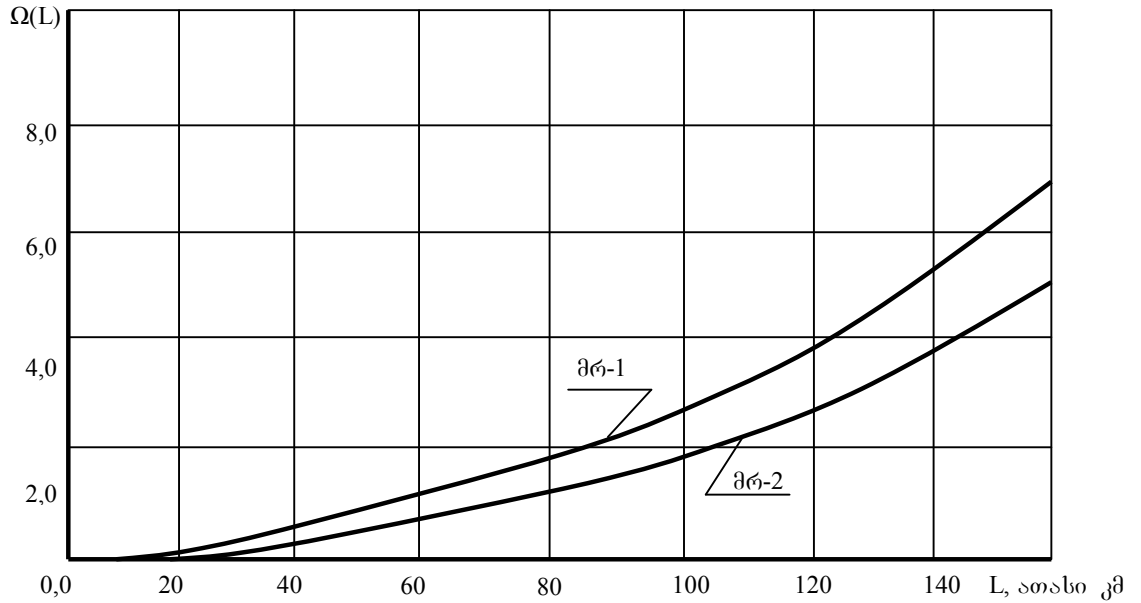
გადაბმულობის და სამუხრუჭე სისტემის მიმდინარე რემონტების ნამუშევრის განაწილების პარამეტრები

მრ-ის ნაირსახეობა	საშუალო ნამუშევარი, $L_{საშ}$, ათასი კმ	საშუალო კვადრატული გადახრა σ ათასი კმ.	ვარიაციის კოეფიციენტი ν
გადაბმულობა:			
მრ-1	37,25	13,15	0,38
მრ-2	50,70	23,83	0,47
სამუხრუჭე სისტემა:			
მრ-1	35,15	13,00	0,37
მრ-2	65,20	29,34	0,45
მრ-3	45,30	21,74	0,48
მრ-4	55,70	30,63	0,55

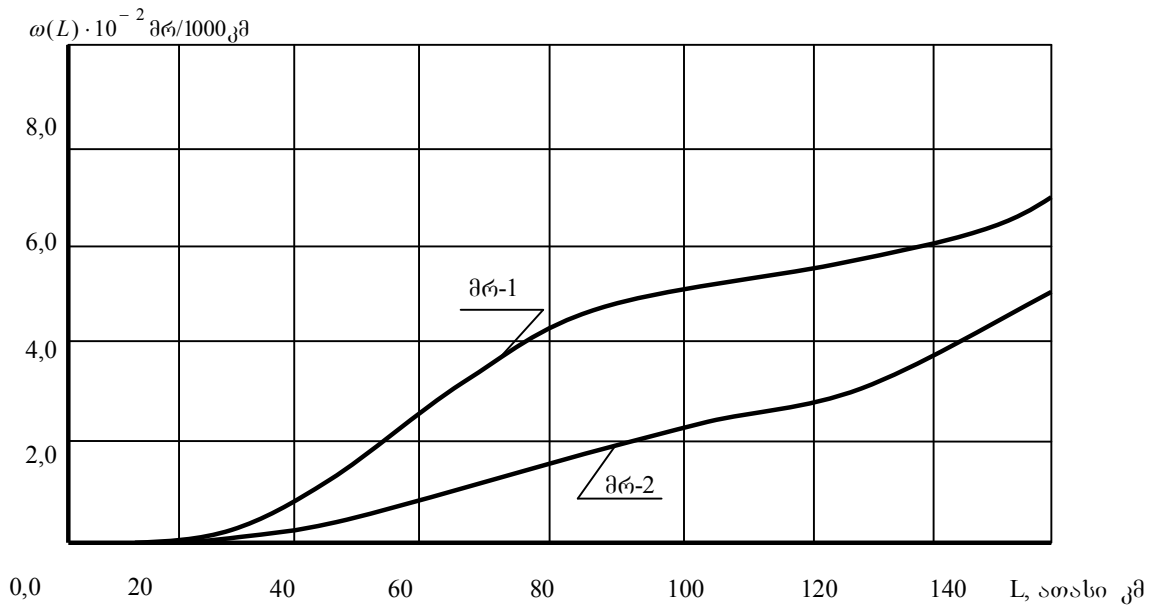
როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს ტექნიკური ზემოქმედების საშუალო ნამუშევრები იცვლება საკმაოდ დიდ ზღვრებში, გადაბმულობისათვის (37,25 - 50,70 ათასი კმ), ხოლო

სამუსრუტე სისტემისათვის შედარებით მცირე ზღვრებში (35,15 – 65,20 ათასი კმ), ხოლო ვარიაციის კოეფიციენტები 0,37 – 0,55 ზღვრებში.

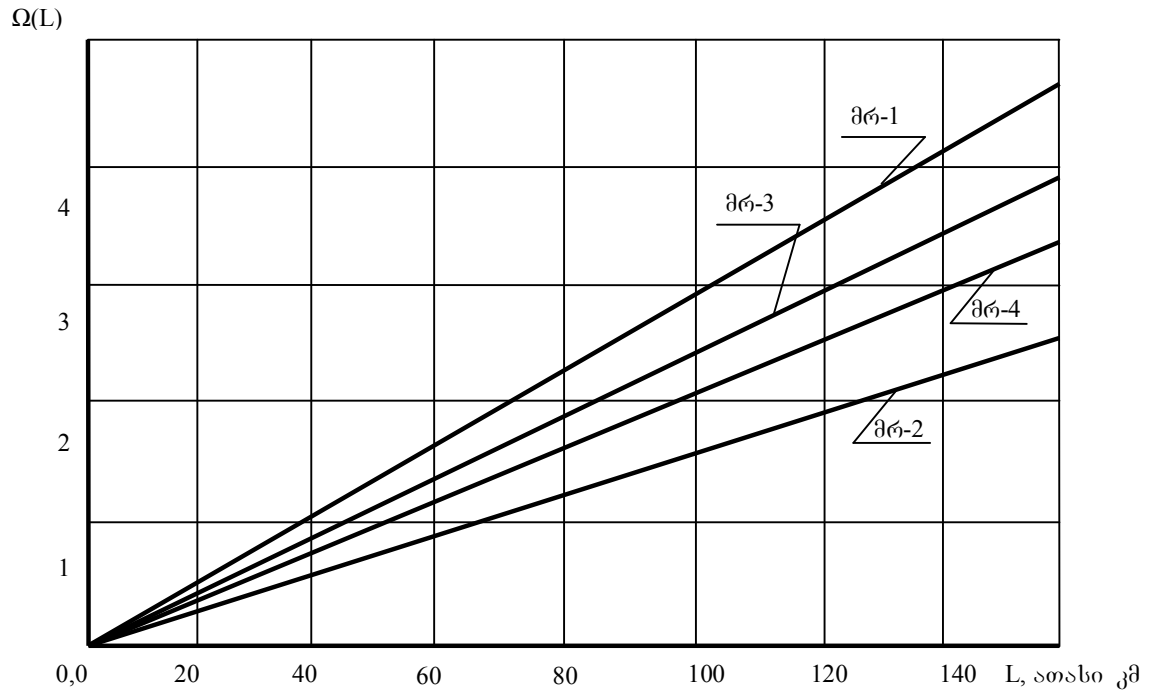
ტექნიკური ზემოქმედების მოთხოვნილებათა პროგნოზირებისათვის საჭიროა თითოეული ნაირსახეობისათვის აიგოს წამყვანი ფუნქციის და ნაკადის პარამეტრის თეორიული მრუდები, რომლებიც შესაბამისად მოცემულია 29, 30 და 31, 32 ნახაზებზე.



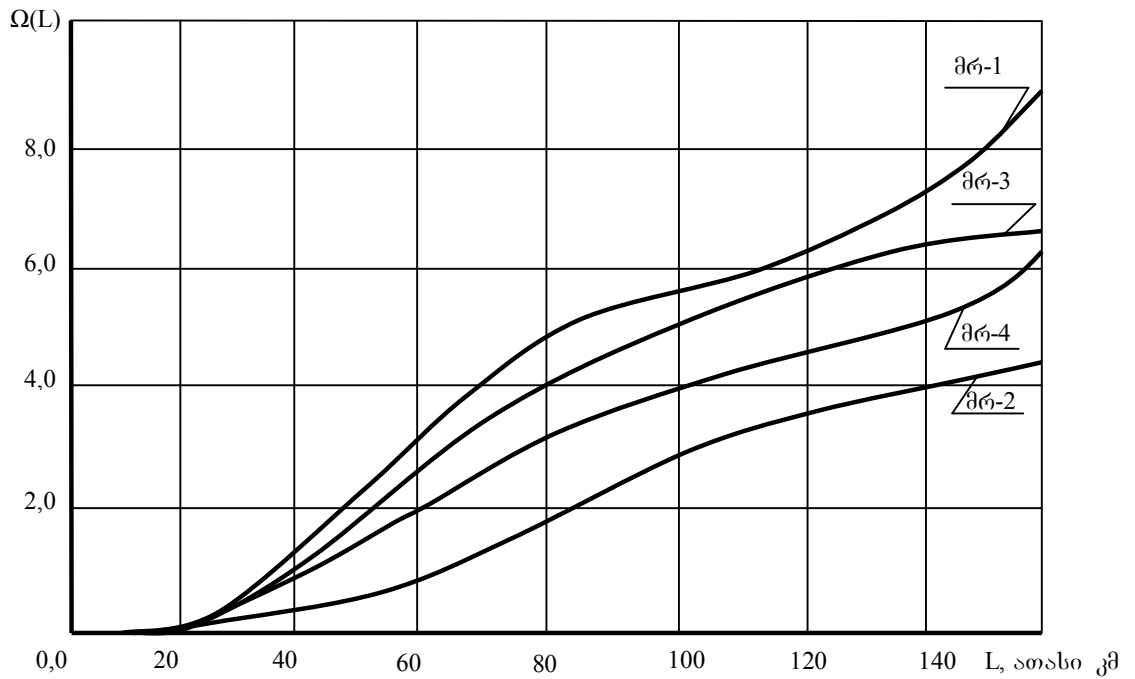
ნახ. 30. გადაბმულობის მრ-ის ნაკადის წამყვანი ფუნქცია.



ნახ. 31. გადაბმულობის მრ-ის ნაკადის პარამეტრი



ნახ. 32. სამუხრუჭე სისტემის მრ-ის ნაკადის წამყვანი ფუნქცია



ნახ. 33. სამუხრუჭე სისტემის მრ-ის ნაკადის პარამეტრი

მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა საიმედოობის მახვენებლები საშუალებას იძლევიან შედგეს გადაბმულობათა და

სამუსრუტე სისტემის მიმდინარე რემონტების რუკა, რომელიც მოიცავს წამყვანი ფუნქციისა და ნაკადის პარამეტრის თეორიულ მრუდეებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მიმდინარე რემონტების რუკა წარმოადგენს ერთ-ერთ აუცილებელ დოკუმენტს, რომელიც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ საექსპლუატაციო პერიოდისათვის მიმდინარე რემონტების პროგნოზირება კონკრეტული საგეგმო პერიოდისათვის.

მაშასადამე, მიმდინარე რემონტების რუკა საშუალებას იძლევა:

- ექსპლუატაციის დაწყებიდან გარკვეულ გარბენამდე მოხდეს მიმდინარე რემონტის ამა თუ იმ სახეობის პროგნოზირება;
- მიმდინარე რემონტის შესაბამისი სახეობისათვის განისაზღვროს მისი შესრულების საშუალო და გამა-პროცენტული ნამუშევრები;
- ექსპლუატაციის საგეგმო პერიოდისათვის განისაზღვროს მიმდინარე რემონტების თითოეული სახეობის რაოდენობა;
- საგეგმო პერიოდისათვის განისაზღვროს მიმდინარე რემონტების სახეობების უმტყუნებო მუშაობის ინტერვალური ალბათობა;

ეს უკანასკნელი საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნას შემდეგი გადაწყვეტილებები:

- ჩატარდეს საკვლევი სისტემისა და აგრეგატის დიაგნოსტიკა;
- შესრულდეს საჭირო სახეობის მიმდინარე რემონტი;
- მიმდინარე რემონტის ზონის სარემონტო უბანზე მუშაობის გეგმაში გათვალისწინებულ იქნას ამა თუ იმ სახეობის მიმდინარე რემონტების რაოდენობა სათანადო მოცულობით.

ექსპერიმენტით გამოვლენილი კრიტიკული დეტალების და მიმდინარე რემონტების ნაირსახეობათა განმსაზღვრელი დეტალების ნომენკლატურათა შედარებამ აჩვენა, რომ ეს უკანასკნელი მოიცავს დეტალების დასახელებათა ნაკლებ რაოდენობას. ეს აისახება პირველ რიგში იმით, რომ მოთხოვნილების მიხედვით შეცვლილი დეტალების რესურსების განაწილების ვარიაციის კოეფიციენტები განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან, მიუხედავად იმისა, რომ მათი საშუალო რესურსები ახლოს არიან ერთიმეორესთან. ეს კი მიუთითებს მათი მოთხოვნილების მიხედვით შეცვლას, რაც თავის მხრივ გამორიცხავს ელემენტების რესურსების დაკარგვას, ანუ არასრულად გამოყენების

შესაძლებლობას. ამიტომ საჭიროა მიმდინარე რემონტების შესრულებისას გამოყენებულ იქნას დეტალების შეცვლის მოქნილი სისტემა.

დეტალების შეცვლის სისტემის ოპტიმიზაციამ საშუალება მოგვცა განგვესაზღვრა სახეობების მიხედვით ერთი მიმდინარე რემონტის შესრულებისათვის საჭირო სათადარიგო დეტალების საშუალო ღირებულება, რაც აუცილებელია საგეგმო პერიოდში სათადარიგო დეტალების ჯამური ხარჯების პროგნოზირებისათვის. ამასთან ერთად განსაზღვრული იქნა მიმდინარე რემონტების შესრულების არსებული, მოქმედი ნორმების შესაბამისი საშუალო შრომითი ხარჯები.

ვინაიდან მიმდინარე რემონტი სრულდება როგორც საწარმოს სარემონტო ზონაში, ისე სარემონტო უბნებზე, თითოეული ნაირსახეობის შესრულების საშუალო შრომატევადობები განსაზღვრულ იქნა შესაბამისად ცალ-ცალკე.

გადაბმულობის და სამუხრუჭე სისტემის მიმდინარე რემონტის თითოეული ნაირსახეობისათვის აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობები ნაჩვენებია მე-20 ცხრილში.

ცხრილი 21

მიმდინარე რემონტის შესრულებისათვის საჭირო სათადარიგო დეტალების და შრომითი ხარჯები

მრ-ის ნაირსახეობა	სათადარიგო დეტალების ხარჯები, ლარი		მიმდინარე რემონტის საშუალო შრომატევადობა, კსთ.			
			სარემონტო ზონაში		სარემონტო უბანზე	
	გადაბმულობა	სამუხრუჭე სისტემა	ადაბმულობა	სამუხრუჭე სისტემა	გადაბმულობა	სამუხრუჭე სისტემა
მრ-1	15,00	20,50	0,30	0,50	0,50	0,70
მრ-2	67,60	12,20	3,5	0,35	1,5	-
მრ-3	-	98,60	-	2,65	-	1,20
მრ-4	-	57,15	-	1,30	-	0,80

როგორც აღნიშნული იყო, სარემონტო სამუშაოების მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელიც დეტალების შეცვლასთან არის დაკავშირებული და მოითხოვს აგრეგატის, კვანძის და მექანიზმების ნაწილობრივ ან მთლიან დაშლას, რეგლამენტირებულია. ვინაიდან გამოყენებული უნდა იქნას ელემენტების შეცვლის ისეთი სისტემა, რომელიც პრაქტიკულად მოიცავს ყველა შესაძლო ვარიანტს, დამუშავებულ იქნა დეტალების შეცვლის კონკრეტული სისტემა რემონტის თითოეული ნაირსახეობისათვის. იგი მოიცავს როგორც ინდივიდუალურ, ისე ჯგუფურ შეცვლას.

კვლევის ამ ეტაპზე მიღებული მონაცემები იძლევიან მიმდინარე რემონტების ხანგრძლივი პერიოდით პროგნოზირების ამოცანის გადაწყვეტაზე გადასვლის შესაძლებლობას.

კვლევის ამოცანის მიხედვით გამოვლენილი იქნა რესურსის გამოყენების და დეტალების გამოყენების კოეფიციენტები, რომლებიც ასახავენ ერთის მხრივ რესურსის დანაკარგებს მათი პროფილაქტიკური შეცვლების პირობებში და მეორეს მხრივ მათი გამოყენების დონეს ეკონომიკური შეფასების თვალსაზრისით. ბუნებრივია ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობები კონკრეტულ შემთხვევაში დამოკიდებულია დეტალების შეცვლის მიღებულ სისტემაზე. სისტემა კი დასაბუთებულია უმტყუნებლობის და ეკონომიკური ეფექტიანობის პოზიციებით და შესაბამისი კრიტერიუმებით.

როგორც კვლევის თეორიულ ნაწილში იყო აღნიშნული პროფილაქტიკურ შეცვლებს მიმართავენ უმტყუნებლობის სასურველ დონეზე უზრუნველყოფის მიზნით. ეს განსაკუთრებით ეხება იმ სისტემებსა და მექანიზმებს, რომლებიც მოძრაობის უსაფრთხოებაზე მოქმედებენ. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია რესურსის განაწილების პერიოდულობა მისი შესაბამისი ცვლილებების კანონზომიერებიდან გამომდინარე სხვადასხვა იქნება. ამ შემთხვევაში რესურსის დანაკარგების მინიმუმი წარმოადგენს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმს. 21 ცხრილში მოცემულია საკვლევი სისტემების დეტალების რესურსის გამოყენების კოეფიციენტები ინდივიდუალური (მოთხოვნილების და პროფილაქტიკური) შეცვლების დროს.

დეტალების რესურსების კოეფიციენტები მათი ინდივიდუალური
შეცვლის პირობებში

№	დეტალების დასახელება	საშუალო რესურსი, ათასი კმ	რესურსი შეცვლის დროს, L ათასი კმ.	რესურსის გამოყენების კოეფიციენტი β
1	გადაბმულობის მთავარი ცილინდრი	35,0	95,0	1,0
2	გადაბმულობის მუშა ცილინდრი	72,0	72,0	1,0
3	გადაბმულობის საყრდენი დისკი	85,0	85,0	1,0
4	გადაბმულობის წამყვანი დისკი	75,0	70,0	0,93
5	გამომრთველი საკისარი	125,0	125,0	1,0
6	მთავარი სამუხრუჭე ცილინდრის დგუშის ჩობალი	55,0	55,0	1,0
7	სამუხრუჭე შლანგები	60,0	50,0	0,83
8	სამუხრუჭე ხუნდები	45,0	40,0	0,88
9	სამუხრუჭე მექანიზმის ზამბარები	75,0	75,0	1,0
10	სამუხრუჭე მუშა ხუნდები	65,0	65,0	1,0
11	სამუხრუჭე დოლი	150,0	150,0	1,0
12	ჰიდროგამაძლიერებელი	105,0	105,0	1,0
12	ხელის მუხრუჭის ხუნდები	70,0	50,0	0,71
14	მუშტა ლილვი	97,0	97,0	1,0

როგორც ცხრილიდან ჩანს დეტალების რესურსის გამოყენების კოეფიციენტები პროფილაქტიკური შეცვლების დროს (ასეთი მაგალითი 3 - ია) 0,7 – 0,9 ზღვრებშია და მაშასადამე რესურსის დანაკარგები

დიდი არ არის. ეს განპირობებულია რეალურ პირობებში საწარმოს ტექნიკური პერსონალის მიერ პროფილაქტიკური შეცვლებისგან თავის შეკავებით სათადარიგო დეტალების ხარჯის შემცირების მიზნით.

ჯგუფური შეცვლების დროს საჭიროა ეკონომიკურად მომგებიანი ვარიანტის მოძებნა. ამ შემთხვევაში შეიძლება გაიზარდოს სათადარიგო დეტალების ხარჯი (ერთი დეტალის შემთხვევაში, მეორე დეტალის შეცვლაც, რომელსაც შეიძლება ქონდეს საკმაო მნიშვნელობის ნარჩენი რესურსი), მაგრამ ამ შემთხვევაში ეკონომიკურ ეფექტს ვღებულობთ დაშლა-აწყოებითი სამუშაოების შემცირების ხარჯზე (მიმდინარე რემონტების საერთო რაოდენობა შემცირდება) როგორც წესი, ამ ხარჯების შემცირებით გაცილებით მეტ მოგებას ვნახავთ, ვიდრე სათადარიგო დეტალების ხარჯის გაზრდით მიღებული ზარალია.

2.3.5 ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრა

დამუშავებული მეთოდების პრაქტიკული რეალიზაციის შემთხვევაში ეკონომიკური ეფექტი მიიღება ერთის მხრივ ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის ოპტიმიზაციის შედეგად, მეორეს მხრივ მიმდინარე რემონტების შემცირებით. მოცემული კვანძებისა და სისტემებისათვის სარეგულირებელი სამუშაოების შესრულების პერიოდულობა, რომელიც გაანგარიშებით იქნა მიღებული, უახლოვდება საკვლევი ავტობუსების მეორე ტექნიკური მომსახურების პერიოდულობის ნორმატიულ მაჩვენებელს (20000 კმ). ამიტომ სამუშაოთა მოცულობის და რეჟიმების კორექტირებისას და ეკონომიკური შეფასებისას, შეიძლება ეფექტი უმნიშვნელო იყოს და ძირითადი პირობა – (უმტყუნებლობის დონე) შენარჩუნებული იქნას სასურველ დონეზე. მითუმეტეს, როდესაც საქმე გვაქვს მოძრაობის უსაფრთხოებაზე მოქმედ სისტემებთან.

რაც შეეხება მიმდინარე რემონტების სამუშაოების ოპტიმიზაციას, რომელიც დამყარებულია დეტალების შეცვლის სისტემის სრულყოფაზე, ეკონომიკური ეფექტი განისაზღვრება ავტობუსების

მოცდენების შემცირების ხარჯზე შესრულებული საათური მწარმოებლობის გაზრდით.

დეტალების შეცვლის სისტემის სრულყოფა მოიცავს როგორც ინდივიდუალურ, ისე ჯგუფურ შეცვლებს. ასეთ შემთხვევაში მცირდება მიმდინარე რემონტების საშუალო რაოდენობა დაახლოებით 15%-ით. შესაბამისად მცირდება ავტობუსების რემონტში ყოფნის საშუალო დრო.

ტექნიკური მდგომარეობის და საიმედოობის კომპლექსური (ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი) მაჩვენებელი ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი α_{δ} დამოკიდებულია ტექნიკური ზემოქმედებებით გამოწვეულ მოცდენებზე

$$\alpha_{\delta} = \frac{1}{1 + TL_{\text{დლ}}} \quad (43)$$

აღნიშნული კოეფიციენტის ცვლილების კანონზომიერებიდან გამომდინარე (T-ს ცვლილების მიხედვით) იგი გაიზრდება 0,80 – 0,95 ზღვრებში. რეალური საქსპლოატაციო საწარმოებისათვის ამ კოეფიციენტის საშუალო-საგვემო მნიშვნელობა აიღება 0,85-ის ტოლი ავტომობილის მთელი საქსპლუატაციო ციკლისათვის. ის გაცილებით მაღალია ექსპლუატაციის დასაწყისში და მცირდება გარბენის ზრდასთან ერთად მოცდენების გაზრდის გამო.

ავტობუსების საშუალო დღიური მწარმოებლობა დამოკიდებულია (სხვა უამრავ ფაქტორებთან) ერთად ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტზე.

$$W = n \cdot \gamma \cdot T_{\delta} \cdot V_{\gamma} \cdot \beta \cdot \alpha_{\delta} \quad (44)$$

სადაც n - ავტობუსის ნომინალური ტევადობა, ადგილი;

γ - ავტობუსის შევსების კოეფიციენტი;

β - გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი;

T_{δ} - განაწესში ყოფნის დროს, სთ;

V_{γ} - საქსპლოატაციო სიჩქარე, კმ/სთ;

მწარმოებლურობა, როდესაც $\alpha_{\delta} = 0.85$ იქნება

$$W = 43 \cdot 0,45 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 0,96 \cdot 0,85 = 4011 \cdot 0,85 = 3410 \text{ მგზავრ.კმ}$$

მწარმოებლურობა როდესაც $\alpha_{\delta} = 0.90$

$$W = 4011 \cdot 0.90 = 3610 \text{ მკზავრ.კმ}$$

როგორც ანგარიშიდან ჩანს α_{δ} - ს 0,05-ით გაზრდის შემთხვევაში მწარმოებლურობა გაიზარდა 200 მკზავრ.კმ-ით ($3610 - 3410 = 200$). ე.ი. 6%-ით.

დასკვნები

- ავტომობილის მექანიზმებისა და სისტემების საიმედოობის მაჩვენებლების გამოვლენა მათი მუშაობის რეჟიმის პარამეტრების მიხედვით საშუალებას იძლევა ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილების კანონზომიერება განხილული იქნას კორელაციური კავშირით დატვირთვების ციკლებსა და ცვეთას შორის და შესაბამისად საიმედოობის შემფასებელ პარამეტრებს შორის. სამუხრუჭე სისტემისა და გადაბმულობისათვის ამ კავშირის კოეფიციენტების მნიშვნელობები 0,52 – 0,65 ზღვრებშია.
- ავტომობილის ნამუშევრის (გარბენის) დატვირთვების ციკლების რაოდენობით შეცვლის მიზნით შესრულებულმა ექსპერიმენტმა და მისი შედეგების დამუშავებამ გვიჩვენა, რომ დამუხრუჭებათა საშუალო რაოდენობა ერთ კმ-ზე დამახასიათებელ მარშრუტებზე მომუშავე საქალაქო ავტობუსის სამუხრუჭე სისტემისათვის შეადგენს $n_{\text{დამ}} = 8$, ვარიაციის კოეფიციენტით $v = 0,25$, ხოლო გადაბმულობისათვის $n_{\text{გად}} = 24$, და $C = 0.27$. ამ მიზნით დამუშავებული ნომოგრამა საშუალებას იძლევა მექანიზმებისა და დეტალების რესურსები განსაზღვრული იქნას ნამუშევრის ორივე სახეობისათვის, როდესაც ცნობილია ერთ-ერთი მათგანი.
- ავტობუსებზე დაკვირვებით მიღებული სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით გამოვლენილი იქნა საიმედოობის მაღალიმეტირებელი დეტალების ნომენკლატურა და განსაზღვრული იქნა მათი რესურსების განაწილების პარამეტრები.
- ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გადაბმულობის, გადაცემათა კოლოფის და სამუხრუჭე სისტემისათვის დეტალებისა და მექანიზმების რესურსები იცვლება 40,0 – დან 160,0 ათას კმ-ის ზღვრებში ვარიაციის კოეფიციენტით 0,30-დან და 0,90-მდე და ექვემდებარება განაწილების ნორმალურ, ვეიბულის და ექსპონენციალურ კანონებს. მტყუნებათა სისშირის დიდი რაოდენობით ხასიათდებიან არალითონის დეტალები, რომლებზეც მოდის მტყუნებათა 45%.

- გამოვლენილი იქნა საიმედოობის უზრუნველყოფის საექსპლუატაციო ხარჯები, რომლებიც მოიცავს სათადარიგო დეტალების, მასალების, შრომითი და მოცდენის კომპენსაციის ხარჯებს. მათი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოცდენების კომპენსაციის ხარჯები შეადგენს შრომითი ხარჯების 68%, რაც გარბენის ზრდასთან ერთად ამცირებს ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტს 0,05-ით წლიური დონე, რომელიც წარმოადგენს შექენისა და საექსპლუატაციო ხარჯების ფარდობას გადაბმულობისათვის შეადგენს 1,12; გადაცემათა კოლოფისათვის 1,22 და სამუხრუჭე სისტემისათვის 1,6.
- დამუშავებული მეთოდით განსაზღვრული გადაბმულობისა და სამუხრუჭე სისტემის ამძრავებისა და მექანიზმების რეგულირების ოპტიმალური პერიოდულობა 30,0 ათასი კმ, 25,0 ათასი კმ და 32,0 ათასი კმ საშუალებას იძლევიან მინიმალური კუთრი ხარჯების პირობებში უმტყუნებო მუშაობის აღბათობა შენარჩუნებული იქნას არა ნაკლებ 0,90-ის ტოლი. პერიოდულობის განსაზღვრის დამუშავებული მეთოდი იძლევა პერიოდულობის ვარირების საშუალებას საკვლევი სისტემის მუშა პარამეტრის დასაშვები ზღვრების მიხედვით.
- საკვლევი სისტემებისა და მექანიზმების კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური სქემების და საიმედოობის მაჩვენებლების ანალიზმა საშუალება მოგვცა ფორმირებული იქნას მიმდინარე რემონტების ორი ნაირსახეობა გადაბმულობისათვის და ოთხი ნაირსახეობა სამუხრუჭე სისტემისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია ამძრავებისა და მექანიზმების მუშაობის უნარის აღდგენასთან. მიმდინარე რემონტის თითოეული ნომენკლატურისათვის განსაზღვრული იქნა საშუალო ნამუშევარი და ვარიაციის კოეფიციენტი. გადაბმულობისათვის მან შეადგინა 37,0 ათასი კმ და 50,0 ათასი კმ, ხოლო სამუხრუჭე სისტემისათვის 35,0; 65,0; 45,0 და 55,0 ათასი კმ. ვარიაციის კოეფიციენტი შესაბამისად 0,38 – 0,47 და 0,37 – 0,55 ზღვრებშია. თითოეული სახეობისათვის განსაზღვრული მოთხოვნილებათა ნაკადის პარამეტრი და წამყვანი ფუნქცია იძლევიან მათი რაოდენობის განსაზღვრულ საგეგმო პერიოდში პროგოზირების შესაძლებლობას.

- საიმედოობის მაღლიმიტირებელი დეტალების ნომენკლატურა, მათი რესურსების განაწილების პარამეტრები და მტყუნების ღირებულებები საშუალებას იძლევიან დამუშავებული მეთოდით მოხდეს მათი შეცვლის ოპტიმალური სისტემის გამოვლენა მიმდინარე რემონტის სახეობისათვის. სისტემა მოიცავს როგორც ინდივიდუალურ, ისე ჯგუფურ შეცვლებს კუთრი ხარჯების მინიმუმის კრიტერიუმით.
- შეცვლის სხვადასხვა სისტემისათვის გამოვლენილი იქნა დეტალების რესურსის გამოყენების კოეფიციენტები. აღნიშნული კოეფიციენტები მერყეობს $0,8 \div 1,0$ ზღვრებში სხვადასხვა დეტალებისათვის და მათი გამოყენება, როგორც ნორმატიული მაჩვენებელი, მიზანშეწონილი და აუცილებელია საიმედოობის შენარჩუნების საექსპლუატაციო ხარჯების ანგარიშისას.
- ეკონომიკური ეფექტი მიიღება მიმდინარე რემონტების საერთო საშუალო რაოდენობის შემცირებით რაც განაპირობებს ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული მოცდენების შემცირებას და ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის გაზრდას. აღნიშნული კოეფიციენტის გაზრდა 0.85-დან 0,90-მდე იძლევა ავტობუსის მწარმოებლურობის გაზრდას 6%-ით.

ლიტერატურა

1. Барлоу Р., Прощан Ф. Математическая теория надежности (русский перевод) Москва, „ Советское радио ", 1969 г., с. 487;
2. Базовский И. Надежность, теория и практика, Москва, „Мир", 1985 г., 373 с;
3. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. Минск, „Наука и техника", 1974 г., 524с;
4. Елизаров М.А. Повышение надежности машин. Москва, „Машиностроение", 1973 г., 430 с;
5. Вентцель Е.С. Теория вероятности. Москва, 1974 г., 524 с;
6. Надежность и эффективность в технике. Справочник, т.5. Москва, „Машиностроение", 1986 г., 380 с;
7. Козлов Б., Ушаков И. Справочник по расчету надежности, Москва, „ Советское радио ", 1975 г., 470 с;
8. Пронников А.С. Надежность машин. Москва, „Машиностроение", 1978 г., 590 с;
9. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. Москва, „Транспорт", 1986 г., 280 с;
10. . харитონაშვილი. საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტურობა. Tbilisi „teqnikuri universiteti". 2006 w., 210 gv;
11. Говорущенко Н.Я., Основы теорий эксплуатации автомобилей. изд-во „Высша школа", Киев, 1971 г., 231 с;
12. Крамаренко Г.В. Техническое эксплуатация автомобилей. Москва, „Транспорт", 1991 г., 416 с;
13. Кузнецов Е.С. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей. Москва, „Транспорт", 1969 г., 152 с;
14. Кузнецов Е.С. Теоретические основы профилактики как метода обеспечения надежности автомобилей. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., МАДИ, Москва, 1969 г., 380 с;
15. Кузнецов Е.С. Техническое обслуживание и надежность автомобилей. Москва, „Транспорт", 1972 г., 225 с;
16. Шейнин А.М. Эксплуатационная надежность машин МАДИ, Москва 1979 г., 80 с;
17. Шейнин А.М. Методы выявления и поддержания надежности автомобилей в эксплуатации, Москва, „Транспорт", 1968 г., 92 с;

18. Шейнин А.М. Основные принципы управления надежностью машин в эксплуатации, выпуск I. Москва, „Знание“, 1977 г., 44 с;
19. Иголкин А. Н. Определение ресурса городских автобусов. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Владимир, 2010 г., 165 с.;
20. Басков В. Н. Повышение надежности автомобиля использованием рационального измерителя процесса эксплуатации диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. г. Саратов, 2004 г., 375 с.;
21. Вохмин Д. М. Влияние режимов работы автомобилей на надежность топливной аппаратуры дизельных двигателей : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тюмень, 2005.- 212 с.;
22. Прохоров В. Н. Научные основы управления эффективностью эксплуатации городских автобусов. диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. г. Владимир. 2008 г., 366 с;
23. v. lekiaSvili. avtomobilebis saimedoobis marTvis srulyofis meTodebis damuSaveba. disertacia teqniki mecnierebaTa doqtoris akademiuri xarisxis mosapoveblad. Tbilisi. 2003w., 220 gv;
24. v. lekiaSvili. avtomobilis teqniki momsaxurebis principebis formireba. saqarTvelos teqniki universiteti. samecniero Sromebi #4 (415), Tbilisi. 1997 w., 125-129 gv;
25. v. lekiaSvili. avtomobilis saimedooba, damxmare saxelmZRvanelo. saqarTvelos teqniki universiteti. Tbilisi. 2005 w., 90 gv;
26. Керимов Ф.Ю. Исследование некоторых методов управления надежностью автобусов в эксплуатации. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., МАДИ, Москва, 1974 г., 215 с;
27. ГОСТ 133377-75. Надежность технике. Термины и определения. Москва, 1975 г.;
28. ГОСТ 1822-73. Система техническое обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. Москва, 1975 г.;
29. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества надежности. Москва, „Советское радио“, 1968 г., 430 с.;
30. Система сбора и обработка информации о надежности. ГОСТ. Москва, 1975 г.;
31. v. lekiaSvili. manqanaTa saimedoobisa da efeqturobis uzrunvelyofa. saqarTvelos teqniki universitetis 75 wlisTavisadmi miZRvnili saibuleo samecniero Sromebis krebuli. Tbilisi. 1977 w.;

32. Керимов Ф.Ю. Теоретические основы сбора и обработки информации о надежности машин. МАДИ, Москва, 1980 г., 120 с;
33. Купцова Г.К., Купцов В.И., Керимов Ф.Ю. Обработка информации о надежности машин, алгоритмы и расчеты. МАДИ, Москва, 1981 г., 85 с;
34. Кокс Д., Смит В. Теория восстановления. Москва, „ Советское радио ", 1967 г., 208 с.;
35. Шейнин А.М., Шейнин В.А. Алгоритм и программы решения оптимальных задач надежности машин, МАДИ, Москва, 1981 г., 112 с;
36. Мирошниченко М.Е. Автобусы Богдан. Руководство по ремонту и эксплуатации. Каталог деталей и сборочных единиц. Днепропетровск: „Монолит”, 2009. - 370 с.;
37. v. xaritonaSvili, m. turiaSvili, saavtomobilo teqniki teqniki mdgomareobis marTvis safuZvlebi. Tbilisi „mecniereba”, 2004 w., 192 gv.;
38. Кокс И.И., Зорин В.А. Основы надежности дорожных машин. Москва, „Машиностроение", 1978 г., 164 с;
39. Кугель Р.В. Долговечность автомобиля. Москва, „Мамгиз", 1961 г., 383 с;
40. Несвитский Я.И. Техническая эксплуатация автомобилей. Киев. „Высшая школа", 1971 г., 315 с;
41. Шейнин А.М., Кривин А.П. и др. Эксплуатация дорожных машин. Москва, „Машиностроение", 1980 г., 333 с;
42. teqniki reglamenti „avtosatransporto saSualebebis servisis wesi”. saqarTvelos ekonomikuri ganviTarebis saministro. Tbilisi. 2007 w. 25 gv.;
43. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ, в эксплуатации. Под редакции Е.С. Кузнецова, Москва, „Транспорт", 1977 г., 180 с;
44. v. lekiaSvili, n. Tofuria. avtomobilebis teqniki eqspluatacia. meToduri miTiTebebi praqtikuli samuSaoebis Sesasruleblad. Tbilisi, „teqniki universiteti” 2009 w., 53 gv.;
45. Колесник П. Шейнин В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Москва, „Транспорт", 1985 г., 320 с;
46. n. Tofuria. atomobilebis efeqtianobis amaRleba teqniki zemoqmedebis faqtorebiT ganpirobepuli mocdenebis SemcirebiT, disertacia teqniki mecnierebaTa kandidatis akademiuri xarisxis mosapoveblad. Tbilisi. 2005 w., 120 gv.;