

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დავით უგულავა

ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება საიმედოობის

მართვის მეთოდების გაუმჯობესების გზით

სპეციალობა საავტომობილო ტრანსპორტის ექსპლუატაცია

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ეფერატი

თბილისი

2012

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის
სატრანსპორტო დეპარტამენტის
საავტომობილო ტრანსპორტის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ტ.მ.დ., სრ. პროფ. ვარლამ ლეკიაშვილი

რეცენზენტები: ტ.მ.დ. თ.ნატრიაშილი
ტ.მ.კ. რ. ცხვარაძე

დაცვა შედგება 2012 წლის "-----" -----, ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და
მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია -----

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს
ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,

ასოც. პროფ.

რ. ველიჯანაშვილი

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

სამუშაოს აქტუალობა. ცნობილია, რომ მრავალი ქვეყნის და მათ შორის საქართველოს ეროვნული მეურნეობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დარგს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი. შესაბამისად ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების დონე ბევრადაა დამოკიდებული საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტურ ფუნქციონირებაზე.

ავტომობილის ეფექტურობის ამაღლების ართ-ერთ მნიშვნელოვან გზას წარმოადგენს ავტომობილის საიმედოობის ოპტიმალურ დონეზე შენარჩუნება. ეს უზრუნველყოფს ავტომობილის მწარმოებლურობის, მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლებასა და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას. აღნიშნული საკითხის დიდ მნიშვნელობაზე მიუთითებს თუნდაც ის, რომ ავტომობილის ტექნიკური მზადყოფნის კოეფიციენტის 5%-ით ამაღლება განაპირობებს მისი მწარმოებლურობის 1,2÷1,3-ჯერ გაზრდას, საგზაო-სატრანსპორტომემთხვევათა 10-12% ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფაზე გაწეული ხარჯები მთელი საექსპლუატაციო ციკლის განმავლობაში, რამოდენიმეჯერ აღემატება ახალი ავტომობილის დამზადების ხარჯებს.

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო დროს საგრძნობლად გაუმჯობესდა ავტომობილების კონსტრუქცია და მისისაექსპლუატაციო-ტექნიკური თვისებები, ექსპლუატაციის პროცესში მათი საიმედოობის მართვის მეთოდები და პრინციპები, ჯერ კიდევ დაბალია მათი გამოყენების დონე, ტექნიკური მზადყოფნის კოეფიციენტი, რაც განპირობებულია ტექნიკური ზემოქმედებებით გამოწვეული მოცდენებით. ეს დაკავშირებულია მატერიალურ და შრომით ხარჯებთან და აისახება მოძრავი შემადგენლობის ეფექტიანობაზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტიანობის ამაღლების თვალსაზრისით აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ისეთი მეთოდების სრულყოფა და დამუშავება, რაც ავტომობილების საიმედოობის ოპტიმალურ დონეზე შენარჩუნებას უზრუნველყოფს ექსპლუატაციის პროცესში მასზე გაწეული ხარჯების შესაბამისი შემცირებით.

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

დასმული მიზნის განხორციელებისათვის ჩამოყალიბებული იქნა შემდეგი ამოცანები:

- ერთი და იგივე საექსპლუატაციო პირობებში მომუშავე საავტომობილო კონსტრუქციების საიმედოობის მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზის მეთოდის დამუშავება;
- ავტომობილების ოპტიმალური რესურსის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება ეფექტურობის შემცირების კრიტერიუმით;
- ავტომობილების ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის დიფერენცირების მეთოდის დამუშავება.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე

- საიმედოობის შენარჩუნების ხარჯების გარბენის მიხედვით ცვლილების კანონზომიერების საფუძველზე დამუშავებული იქნა ავტომობილის რესურსის ოპტიმიზაციის მოდელი;
- ავტომობილის ეფექტურობის კრიტერიუმის საფუძველზე დამუშავებული იქნა ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის გარბენის მიხედვით დიფერენცირების მეთოდი.

კვლევის ობიექტი - სატვირთო, თვითსაცლელი ავტომობილების სისტემებისა და აგრეგატების საიმედოობის მართვის მეთოდები და მათი რეალიზაციის გზები.

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის ძირითადი შედეგები წარმოდგენილი იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 79-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, 2011წ.

პუბლიკაციები: დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია ოთხი ნაშრომი.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა: ნაშრომი მოიცავს შესავალს, ლიტერატურის მიმოხილვას, შედეგების განსჯას, ძირითად დასკვნებს. გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხას. ნაშრომი წარმოდგენილია 118 გვერდზე. მათ შორის 35 ნახაზი, 26 ცხრილი.

სამუშაოს შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია თემის აქტუალობა, სამუშაოს მიზანი, მოკლედ არის გადმოცემული დისერტაციის არსი, მეცნიერული სიახლე, პრაქტიკული გამოყენებისა და რეალიზაციის ფორმები.

ლიტერატურის მიმოხილვაში მოცემულია საიმედოობის მართვის თანამედროვე მეთოდების ანალიზი და გამოვლენილია მათი განვითარების გზები. როგორც ცნობილია, დღეისათვის არსებობს საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის ეფექტიანობის ამაღლების ორი ძირითადი მიმართულება: ავტომობილის გამოყენების ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებათა კომპლექსის დამუშავება და ექსპლუატაციის პროცესში საავტომობილო ტექნიკის საიმედოობის უზრუნველყოფის ფორმებისა და მეთოდების სრულყოფა.

პირველი მიმართულების საკითხებისადმი მიძღვნილი შრომები მოიცავენ ავტომობილების ეფექტური გამოყენების ორგანიზაციულ და ანალიზურ მეთოდებს, რომლებიც დაფუძნებულია საავტომობილო გადაზიდვების შემფასებელ საზომებზე და მათი სრულყოფის ფორმებზე. საბოლოო შედეგების რეალიზაციის მაჩვენებლებზე, ავტომობილის ეფექტიანობის კრიტერიუმზე.

ავტომობილის ეფექტიანობის კრიტერიუმების ფორმირებისას უცხოელ და ქართველ მკვლევართა ნაშრომებში ძირითად აქცენტირებულია ავტომობილის მწარმოებლურობაზე ისეთი მნიშვნელოვანი ფაქტორების გავლენა, როგორებიცაა საავტომობილო გადაზიდვების შესრულებაზე რეალური ხარჯები, გადაზიდვების ენერგო მოცულობა და შრომატევადობა, გადაზიდვების მოცულობა. თითოეული მათგანი სათანადო მაჩვენებლებით ასახავენ გადაზიდვების რეალურ თვითღირებულებას.

მეორე მიმართულების საკითხები მოიცავს ავტომობილის საიმედოობის უზრუნველყოფისა და შენარჩუნებისათვის მტყუნებებისა და უწყვეტობების გამოვლენას, მათი აღმოფხვრის მატერიალურ და შრომითი ხარჯების ოპტიმიზაციას. ამ მხრივ დამუშავებული მეთოდები

საიმედოობის კვლევის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომლის გარეშეც შეუძლებელია, ან გართულებულია ტექნიკური მდგომარეობის მართვა ექსპლუატაციის პროცესში. ამ მიმართულებით შესრულებული სამეცნიერო-ტექნიკური შრომები, მიუხედავად თავიანთი სიღრმისა და დასაბუთებისა, ინდივიდუალურია და ეხება კონკრეტულ ავტომობილს, აგრეგატსა და კვანძს. ამ ნაკლის გამოსწორების მიზნით სხვადასხვა ავტორების მიერ დამუშავებულია ავტომობილების ოპტიმალური რესურსების მართვის მეთოდები, რომლის დროს ძირითადი აქცენტები მიმართულია საავტომობილო კონსტრუქციების მწარმოებელი ქარხნების ტექნიკურ მოთხოვნებზე, მაგრამ არაა გათვალისწინებული ეფექტურობის კრიტერიუმები და ისეთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი. ეს კი პირდაპირ მოქმედებს საავტომობილო საავტომობილო პარკის ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტზე და მაშასადამე ავტომობილის მწარმოებლურობაზე.

მეორეს მხრივ, ტექნიკური მდგომარეობის მართვის პრინციპების პრაქტიკული განხორციელება უნდა მოხდეს საწარმოს ტექნიკური სამსახურის მართვის სისტემის სრულყოფით, რაც თავისთავად გადაწყვეტს ტექნიკური ექსპლუატაციის ისეთ პრობლემებს, როგორცაა სათადარიგო დეტალების, მოწყობილობების, საწარმოო ფართობებისა და შრომითი რესურსების ოპტიმალურ დაგეგმვას.

ავტომობილის ტექნიკური ექსპლუატაციის არსებული მეთოდების ანალიზის შედეგად, ფორმირებული იქნა კვლევის ამოცანები.

მეორე თავში მოცემულია კვლევის თეორიული მეთოდების დამუშავება, ექსპერიმენტული მონაცემების ანგარიში და მათი ერთობლივი ანალიზი. პირველი ქვეთავი ეხება ამოცანების მიხედვით დასმული თეორიული მეთოდების დამუშავებას.

საიმედოობის მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზის მეთოდი - ორის ხვადასხვა მარკის ერთნაირ საექსპლუატაციო პირობებში მომუშავე ავტომობილების შერჩევა საექსპერიმენტოდ განაპირობა მათი საიმედოობის

მაჩვენებლების ურთიერთშედარებამ. ეს კი აუცილებელია ეფექტურობის პოზიციებიდან, ვინაიდან ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ანალიზით განისაზღვრება მოცემული მოძრავი შემედგენლობის გამოყენების დონე.

მიუხედავად მათი მუშაობის რეჟიმის ერთგვაროვნებისა და კონსტრუქციული განსხვავებისა, საიმედოობის ანალიზისათვის საჭიროა მათი საიმედოობის მაჩვენებლების ერთიან სისტემაზე გარდაქმნა, რაც სათანადო გადამყვანი კოეფიციენტებით აისახება.

მტყუნებათა განაწილების თვისებებიდან გამომდინარე ერთი და იგივე კონსტრუქციული ელემენტისათვის ერთნაირ საექსპლუატაციო პირობებში მუშაობის შემთხვევაში (სხვადასხვა მარკის ავტომობილებისათვის) საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის შესაძლებელია შემოღებული იქნას მაკორექტირებელი კოეფიციენტი. $K=L_1/L_2$.

თუ გავითვალისწინებთ მაჩვენებლების საწყის წინსწრების (ან ჩამორჩენის) S მნიშვნელობას, საშუალო რესურსისათვის გვექნება ერთი და იგივე მნიშვნელობები, ხოლო საგარანტიო გარბენისათვის $L_{საგ}$ იგი შეიცვლება (შემცირდება ან გაიზრდება) S -ის შესაბამისი მნიშვნელობით. ეს აისახება აგრეთვე უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდზე და შესაბამისად ინტერვალურ ალბათობაზე.

საიმედოობის ისეთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებლებისათვის, როგორცაა სათანადო დეტალების ხარჯის მნიშვნელობა და მისი ცვლილების კანონზომიერებაა გარბენის მიხედვით, გადამყვანი კოეფიციენტის ფორმირება ორი მიმართულებით შეიძლება განხორციელდეს: პირველი არის ხარჯების მრუდის საწყისი პერიოდი, ანუ ათვლის დაწყების რესურსი, რომელიც წინა შემთხვევის ანალოგიურად S (წინსწრების ან ჩამორჩენის) ნამუშევრით განისაზღვრება.

$$C_{სათ.დ.}(L) = S \pm C_{სათ.დ.}^{საწ} \quad (1)$$

მე-2 მიმართულება არის სათადარიგო დეტალების ხარჯის მრუდის ცვლილების კუთხური კოეფიციენტი - b , რომელიც გვიჩვენებს მრუდის ჰიპერბოლური მახასიათებლის მნიშვნელობას, ანუ მრუდის აბსცისიდან აწვევის დონეს გარბენის ინტერვალების მიხედვით.

მოცემული თეორიული ჰიპოტეზების პრაქტიკული რეალიზაცია საშუალებას მოგვცემს ერთგვაროვანი კონსტრუქციების ერთნაირ საექსპლუატაციო პირობებში მუშაობის შემთხვევაში მოვახდინოთ საიმედოობის მაჩვენებლების დაყვანა, რაც შეამცირებს ან გამორიცხავს ექსპერიმენტული მონაცემების შეგროვების და ანალიზის მოცულობას.

ავტომობილების ოპტიმალური რესირსის განსაზღვრის მეთოდი - ოპტიმიზაციის ძირითად პირობას წარმოადგენს ავტომობილის ეფექტურობის კრიტერიუმი. იგი გულისხმობს მაქსიმალური გამოყენების დონეს მინიმალური ხარჯებით. ხარჯი კი, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული მოიცავს ავტომობილის შეძენისა და საიმედოობის შენარჩუნების ხარჯებს. აღნიშნული ხარჯების ჯამი უნდა იყოს მინიმალური

$$C(L) = \frac{C_{ავტ.}}{L} + C_{ს.შ.}(L) \rightarrow \min \quad (2)$$

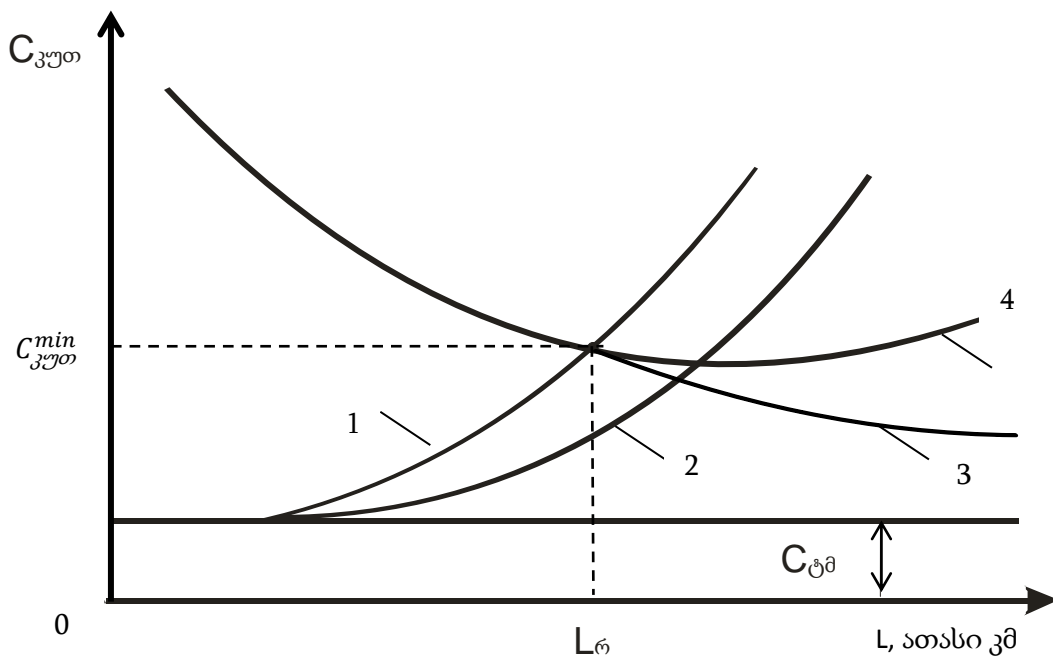
მოცემული გამოსახულება აგვიჩვენებს საშუალო კუთრ ხარჯებს წარმოების სფეროში (პირველი წევრი) და ექსპლუატაციის სფეროში (მეორე წევრი). გარბენის ზრდასთან ერთად აღნიშნული საშუალო კუთრი ხარჯები მცირდება ჰიპერბოლური დამოკიდებულებით.

ინტერვალური კუთრი ხარჯები გარბენის ზრდასთან ერთად იზრდება, რაც აიხსნება მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის და ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის ცვლილების ხასიათით, როგორც გარბენის ფუნქცია. ამ მიზნით გამოიყენება შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულება:

$$C_{ს.შ.}^{ობტ}(L) = b \cdot L^n \quad (3)$$

სადაც: b არის ხარჯების ცვლილების კუთხური კოეფიციენტი;

n - საიმედოობის დონე, რომელიც წარმოადგენს ავტომობილის შეძენისა და საიმედოობის შენარჩუნების ხარჯების ფარდობას.



ნახ.1. ავტომობილის შეძენისა და საიმედოობის შენარჩუნების კუთრი ხარჯების ცვლილება გარბენის მიხედვით:

1- კუთრი საექსპლუატაციო ხარჯები გარბენის ინტერვალების მიხედვით;

2- საშუალო კუთრი საექსპლუატაციო ხარჯები ექსპლუატაციის დაწყებიდან;

3- ავტომობილის შეძენის საშუალო კუთრი ხარჯები;

4- საშუალო ჯამური კუთრი ხარჯები.

ვინაიდან $C_{შეძ}(L)$ მცრდება, ხოლო $C_{ს.შ.}^{საშ.}(L)$ იზრდება ავტომობილის გარბენის გაზრდასთან ერთად, ამიტომ იქნება ნამუშევრის ისეთი მნიშვნელობა, რომლის დროსაც ამ ხარჯების ჯამი მინიმალურია. ეს გარბენა წარმოადგენს რესურსს, რომლის გადაჭარბებაც გამოიწვევს კუთრი ხარჯების გაზრდას.

$$C_{კუთ} = \frac{C_{ავტ}}{L} + \frac{b}{n+1} L^n \frac{\text{ლარი}}{1000,კმ} \quad (4)$$

მინიმალური $C_{კუთ}^{min}(L)$ კუთრი ხარჯების განსაზღვრისათვის მე-4 გამოსახულების წარმოებული გავუტოლოთ ნულს და მოვახდინოთ სათანადო გარდაქმნები და მივიღებთ:

$$L_{ო} = \sqrt[n+1]{\frac{C_{ავტ} \cdot n + 1}{n \cdot b}} \quad (5)$$

ეს გამოსახულება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს არა მარტო ოპტიმალური რესურსი, არამედ ავტომობილის შემენისა და საიმედოობის შენარჩუნების ცვლად ხარჯებს შორის თანაფარდობა $L = L_{\sigma}$ გარბენისათვის.

$$n = \frac{C_{ავტ}}{C_{ს.შ(L)}} \quad (6)$$

იგი გვიჩვენებს, რომ ოპტიმალური L_{σ} გარბენის შემთხვევაში საიმედოობის შენარჩუნების ცვლადი ხარჯები იგივე გარბენისათვის ავტომობილის შემენის ხარჯებზე ნაკლებია n -ჯერ.

გამოვლენილი თანაფარდობის რეალიზაციის მიზნით საიმედოობის შენარჩუნების ცვლადი ინტერვალური ხარჯების განსაზღვრისათვის (4) გამოსახულების ხარჯებიდან შეფასების საშუალება მხოლოდ სათადარიგო დეტალების ხარჯებით არის შესაძლებელი. კორელაციურმა ანალიზმა გვიჩვენა მასალების და მოცდენის კომპენსაციის ხარჯების მჭიდრო კავშირი სათადარიგო დეტალების ხარჯებთან (კორელაციის კოეფიციენტი $r > 0,7$).

თუ ამ სიდიდეებს (ხარჯების ფარდებებს) ავლნიშნავთ A, B, C ინდექსებით, მაშინ სათადარიგო დეტალების ღირებულებისა $C_{სათ.დ.}(L)$ და მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის $\omega(L)$ დახმარებით შეიძლება განისაზღვროს საიმედოობის შენარჩუნების ინტერვალური კუთრი ხარჯები.

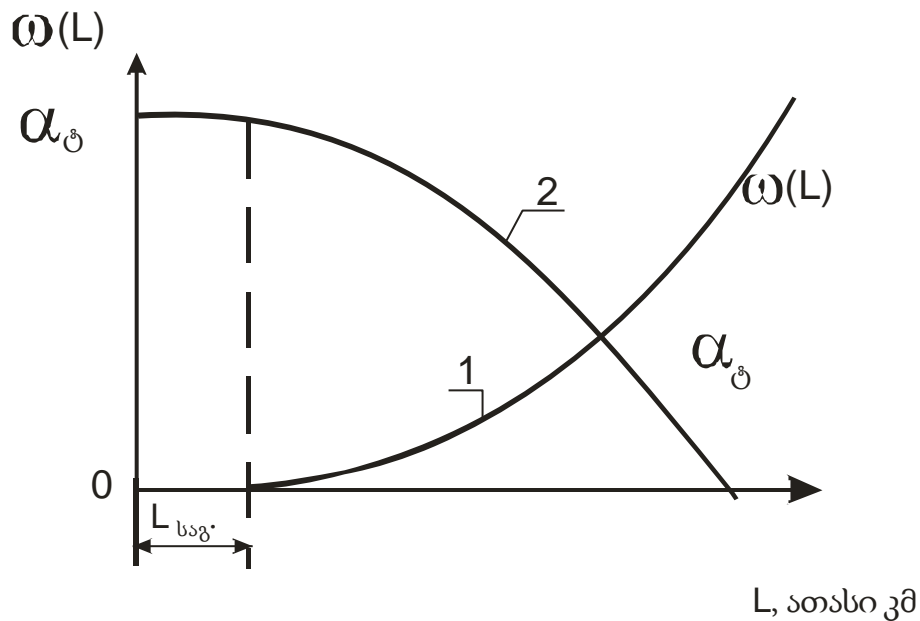
წარმოდგენილი მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს ავტომობილის საიმედოობის დონის ამაღლების შესაძლებლობა და მისი ოპტიმალური დაგეგმვა ხარჯების შემცირების მიზნით.

ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის დიფერენცირების მეთოდი -ავტომობილების ეფექტური გამოყენების მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული მოცდენების შემცირება. ეს იწვევს ავტომობილის მოცდენას მათ აღმოფხვრაზე. მოცდენის სიდიდე დამოკიდებულია მტყუნების სიხშირეზე და ხასიათზე.

მისი შეფასებისა და ანალიზისას გამოიყენება სტანდარტით განსაზღვრული ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი α_{σ} . ეს არის

ალბათობა იმისა, რომ ავტომობილი, გარდა გეგმით გათვალისწინებული მოცდენისა, დროის ნებისმიერი მოემენტისათვის აღმოჩნდება მუშაობის უნარის მქონე. მაშასადამე, იგი წარმოადგენს ავტომობილის მუშა მდგომარეობაში ყოფნის დროის შეფარდებას ამ დროისა და მტყუნებათა აღმოფხვრაზე დახარჯული დროის ჯამთან.

ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი იცვლება (მცირდება) ავტომობილის გარბენასთან ერთად, იმის გამო, რომ იზრდება მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი $\omega(L)$ და მაშასადამე იზრდება მოთხოვნები ტექნიკურ ზემოქმედებაზე და შესაბამისად - მოცდენებიც. მოდელირების ამოცანას წარმოადგენს გამოიძებნოს ურთიერთცვლილების კანონზომიერების მახასიათებლები $\omega(L)$ და $\alpha_{\text{ტ}}$ -ს შორის გარბენის ინტერვალების მიხედვით. მე-2 ნახაზზე მოცემულია მოცემული სიდიდეების ცვლილების ამსახველი თეორიული მრუდები.



ნახ. 2. მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის $\omega(L)$ -1 და ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის $\alpha_{\text{ტ}}$ -2 ცვლილება გარბენის მიხედვით

ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის ზემოთ მოცემული განმარტების მიხედვით ანალიზურად მისი განსაზღვრის საანგარიშო გამოსა ხულებას შემდეგი სახე აქვს

$$\alpha_{\rho} = \frac{1}{1 + T_{\rho\sigma} \cdot \ell_{\text{დღ}}} \quad (7)$$

სადაც $\ell_{\text{დღ}}$ არის ავტომობილის დღიური გარბენა;

$T_{\rho\sigma}$ - ტექნიკურ ზემოქმედებაზე (ტექნიკური მომსახურება, მიმდინარე რემონტი) კუთრი მოცდენა, დღე/1000კმ.

მტყუნების აღმოფხვრით გამოწვეული მოცდენა დამოკიდებულია მათ რაოდენობაზე, რომელიც საიმედოობის თეორიაში ცნობილია როგორც მუშაობის უნარის აღდგენის წამყვანი ფუნქცია $\Omega(L)$.

მოცემული მოსაზრებებიდან გამომდინარე ჯამური დანაკარგები მოცდენების სახით, მოცემული (7) გამოსახულებით, შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$T_{\text{საშ}} = \frac{1}{L_{\rho}} \sum_{i=1}^{\ell} t_i \cdot \Omega_i(L_{\rho}) + t_{\rho\sigma} \quad (8)$$

სადაც t_i არის მოცდენის ნორმა უწყესივრობის, (მტყუნების) აღმოფხვრაზე გარბენის ერთეულზე, სთ;

$\Omega_i(L_{\rho})$ - საიმედოობის წამყვანი ფუნქცია

ავტომობილების ექსპლუატაციის რეალური პირობებისათვის ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი იცვლება(მცირდება) გარბენის ზრდასთან ერთად, როგორც ნახაზიდან ჩანს იგი დამოკიდებულია მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის $\omega(L)$ - ზრდასთან. ამ ცვლილებებს შორის კავშირის გამოვლენისა და ანალიზისათვის საჭიროა გარბენის ზონებად დაყოფა, ეს აუცილებელია ორი მიზეზის გამო: პირველია ის, რომ საწყის ეტაპზე (საგარანტიო გარბენის შემდეგ) $C_{\text{საშ}}$ იზრდება ωL^n ფუნქციის კანონზომიერებით, ხოლო შემდეგ ზონაში $C_{\text{საშ}}=a_1L+\dots\dots\dots+a_5L^5$ ფუნქციით.

ასეთი დაჯგუფება განხორციელდება L_6 რესურსის ოპტიმალურ სიდიდემდე, როდესაც ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი კლებულობს $\alpha_{\tau} = 0.80$ -მდე თითოეული ჯგუფისათვის 0,02 სიდიდის კლებადობით.

გვეცოდინება რა ავტომობილების საგემო გარბენები, $L_{გვ}$ შეგვიძლია განვსაზღვროთ იგივე გარბენები თითოეული ჯგუფისათვის

$$L_{გვი} = L_{გვ} \frac{\alpha_{\tau i}}{\alpha_{\tau}} \quad (9)$$

როგორც ცნობილია გარბენები, იგივე ავტომობილის მწარმოებლურობის განმსაზღვრელია და მამასადამე ეფექტურობის პოზიციებიდან დასმული ამოცანაც ამოხსნილია.

ექსპერიმენტულ ქვეთავში მოცემულია საიმედოობის მართის დამუშავებული თეორიული მეთოდების რეალიზაციისათვის საჭირო ექსპერიმენტული მონაცემები. განხილულია ექსპერიმენტული კვლევის პირობები და ორგანიზაცია. ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობის და სარემონტო ვარგისიანობის მაჩვენებლები.

კვლევის ორგანიზაცია და პირობები - კვლევის ობიექტად აღებული იქნა დიდი ტვირთამწეობის სატვირთო თვითსაცლელი ავტომობილების ``MA3`` და ``MAN`` აგრეგატები, მექანიზმები და სისტემები.

ექსპერიმენტული კვლევით გათვალისწინებული საექსპლუატაციო გამოცდები შესრულდა სამშენებლო ფირმების და კომპანიების სატრანსპორტო საშუალებებზე. მხედველობაში იქნა მიღებული საგზაო და კლიმატური პირობები, გარბენისა და ტვირთამწეობის გამოყენების კოეფიციენტები, გადაზიდვის მანძილი, შენახვის თავისებურებები და სხვა ფაქტორები. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ავტომობილების კვანძებისა და მექანიზმების მუშაობის რეჟიმები და საიმედოობის მაჩვენებლების დამოკიდებულება საგზაო პირობებთან.

თვითსაცლელი ავტომობილები ``MA3`` და ``MAN`` მუშაობენ ქალაქის პირობებში სამშენებლო ობიექტებზე საყარი ტვირთების გადა-

ზიდვებზე. გადაზიდვის საშუალო მანძილი დაახლოებით 8-10კმ-ია. გზები ძირითადად მაგარი საფარითაა და მისი დახრა შეადგენს 5%, ხოლო ზოგიერთ ადგილებში 8-10%. გზის მოხვევის რადიუსები შეადგენს არანაკლებ 20 მეტრს. ავტომობილების საყარი მასალით და გრუნტით დატვირთვა ხდება ექსკავატორებით, რომელთა ციკხვის მოცულობა 2-4მ³-ია.

საექსპლუატაციო გამოცდების პერიოდში ყველა დასაკვირვებელ ავტომობილებზე (თითოეული მოდელის 30 ერთეული) ხდებოდა მტყუნებებისა და უწყისივრობების, მათი აღმოფხვრის შრომატევადობის, გარბენისა და მოცდენის აღრიცხვა, აგრეთვე სათადარიგო დეტალებისა და გამოყენებული მასალების ხარჯების განსაზღვრა.

ანალიზის გაადვილების მიზნით მტყუნებები დაჯგუფებული იქნა კვანძებისა და მექანიზმების მიხედვით, გამოვლენილი იქნა მათი შეცვლათა რაოდენობა,

ავტომობილების უმტყუნებლობა - იგი ხასიათდება მისი ისეთი ძირითადი მაჩვენებლებით, როგორებიცაა: მტყუნების ნაკადის პარამეტრი - $\omega(L)$, მტყუნებათაშორისი ნამუშევარი L_a და უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა $P(L)$. მათი გამოვლენისათვის შესრულდა სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი ავტომობილის ძირითადი აგრეგატებისა და სისტემების მიხედვით (ცხრილი 1).

ძრავას მტყუნებათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის, გაზგამანაწილებლის, შეზეთვის აირის გაშვების სისტემების საიმედოობა შედარებით მაღალია. ყველაზე მეტი მტყუნებები მოდის კვების სისტემასა და რეზინის-ტექნიკურ ნაკეთობებზე.

მტყუნებათა მნიშვნელოვანი ნაწილი მოდის გადაბმულობაზე, მის დამახასიათებელ მტყუნებებს წარმოადგენს წამყვანი დისკის ფრიქციული სადებების გაცვეთა -64% და ზამბარის გატეხვა -15%, რაც გამოწვეულია ზამბარის თეფშის დასამაგრებელი ქანჩების არასაკმარისი სიმტკიცით.

**მტყუნებათა განაწილება ავტომობილის აგრეგატებისა
და სისტემების მიხედვით**

აგრეგატები და სისტემები	მტყუნებათა განაწილება %	
	MA3	MAN
ძრავა და მისი სისტემები	13,0	12,0
გადაბმულობა	4,6	5,2
გადაცემათა კოლოფი	2,0	2,0
კარდანური გადაცემა	4,0	3,0
უკანა ხიდი	3,7	2,8
ჩარჩო	4,4	2,2
დაკიდება	24,7	16,5
წინა ხიდი და საჭის წევები	4,0	8,0
მორგვი და თვლები	6,9	10,5
საჭით მართვა	5,9	6,5
სამუხრუჭე სისტემა	8,0	11,0
ელექტრომოწყობილობა	5,4	8,2
კაბინა	4,2	3,5
პლატფორმა და ამწე მექანიზმი	9,2	19,5

გადაცემათა კოლოფის ყველაზე გავრცელებულ მტყუნებას წარმოადგენს სინქრონიზატორების მწყობრიდან გამოსვლა -65%, პირველი გადაცემის კბილანას კბილების გაცვეთა. უნდა აღინიშნოს, რომ მთლიანად ძალოვან აგრეგატზე (ძრავა, გადაბმულობა, გადაცემათა კოლოფი) თვითსაცლელი ავტომობილებისათვის მოდის მტყუნებათა დაახლოებით 25% მტყუნებათა საერთო რაოდენობიდან.

გამოვლენილი იქნა მტყუნებათაშორისი ნამუშევარი L_{ა.ბ.}, რომელიც წარმოადგენს მთლიანი გარბენის შეფარდებას მტყუნებათა საერთო რაოდენობასთან (ცხრილი 2).

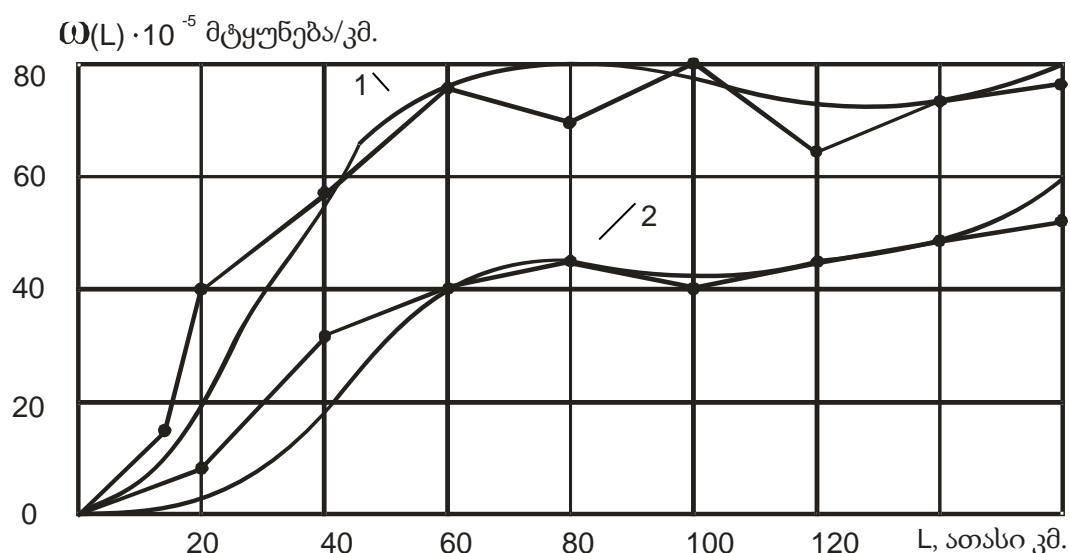
მტყუნებების დიდი რაოდენობა აღინიშნება საკვლევი ავტომობილის სამუხრუჭე სისტემის, საჭის და დაკიდების მექანიზმების მხრივ. მათი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამუხრუჭე სისტემისათვის მტყუნებათა რაოდენობის დაახლოებით ნახევარი მოდის პნევმატიკურ ამძრავზე, ხოლო 30%-მდე სამუხრუჭე მექანიზმებზე.

ძრავას, გადაბმულობის და გადაცემათა კოლოფის მტყუნებათაშორისი ნამუშევარი

აგრეგატის დასახელება	MA3		MAN	
	N _{მტყ}	L _{მ.გ.} ათასი კმ.	N _{მტყ}	L _{მ.გ.} ათასი კმ.
ძრავა	857	10,5	600	15
გადაბმულობა	1059	8,5	775	12,6
გადაცემათა კოლოფი	600	15,0	495	18,2

გამოვლენილი იქნა მტყუნებები და უწესივრობები ავტომობილის საჭით მართვის მექანიზმებზე და კვანძებზე. ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მტყუნებების 75% მოდის საჭის გამამლიერებელზე.

საკვლევი ავტომობილების აგრეგატებისა და სისტემების უმტყუნებლობის მაჩვენებლების გამოვლენამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მთლიანად ავტომობილის მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი. სხვა, დანარჩენი კვანძებისა და მექანიზმების მტყუნებათა გათვალისწინებით. (ნახ.3).



ნახ. 3. მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი
1- ავტომობილი MA3; 2- ავტომობილი MAN

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე აგრეგატების, სისტემების, მექანიზმებისათვის და საიმედოობის მალიმიტირებელი დეტალებისათვის აგებული იქნა მათი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის

მრუდები. ეს საშუალებას იძლევა შედგეს საკვლევი ობიექტის საიმედოობის რუკა.

ავტომობილების 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.

ექსპერიმენტის სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით გამოვლენილ იქნა დეტალების და კვანძების რესურსები. როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენეს დეტალების რესურსების განაწილება ეთანხმება ნორმალურ, ვეიბულის და ექსპონენციალური განაწილების კანონებს. ამასთან დეტალების 50%-ზე მეტი ვეიბულის კანონს.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს მალიმიტირებელ დეტალებს აქვს რესურსების გარკვეული გაბნევა ვარიაციის კოეფიციენტით 0,28-დან 0,35-მდე ძრავას დეტალებისათვის და 0,34-დან 1,0-მდე ტრანსმისიის სხვადასხვა მექანიზმისა და კვანძების დეტალებისათვის.

მტყუნებათა განაწილების კანონზომიერების შესწავლა საშუალებას იძლევა მტყუნებათა კლასიფიკაცია მოვახდინოთ მათი თანდათანობითი და უეცარი მტყუნებების ჯგუფებად. ეს განპირობებულია ერთის მხრივ მოსალოდნელი მტყუნების ხასიათის გამოვლენისა და მეორეს მხრივ მათი პროგნოზირების რაოდენობრივი შეფასების თავისებურებებით. ეს კი საიმედოობის მართვის ღონისძიებათა კომპლექსის დამუშავების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

მთლიანად ავტომობილებისათვის თანდათანობითი მტყუნებათა რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 53%, ხოლო უეცარი მტყუნებები - 47%.

სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით აგებული იქნა რესურსების განაწილების სიმჭიდროვის მრუდები. მე-3 ცხრილში მოცემულია აგრეგატების რესურსების განაწილების პარამეტრები.

ძირითადი აგრეგატების რესურსების განაწილების პარამეტრები

აგრეგატების დასახელება	ავტომობილი MA3			ავტომობილი MAN		
	განაწილების პარამეტრები			განაწილების პარამეტრები		
	L _{საშ.} , ათასი კმ.	σ ათასი კმ.	v	L _{საშ.} , ათასი კმ.	σ ათასი კმ.	v
ძრავა	180,0	50,30	0,28	210,0	63,0	0,30
გადაბმულობა	62,0	15,1	0,34	65,0	22,7	0,35
გადაცემათა კოლოფი	95,0	29,4	0,31	120,0	39,8	0,33
უკანა ხიდი	135,0	40,5	0,30	220,0	85,0	0,25
წინა ხიდი	120,0	30,0	0,25	190,0	55,1	0,29
ამწე მექანიზმი	80,0	30,4	0,38	105	42,0	0,40

მოცემული ცხრილის ანალიზი და თითოეული აგრეგატის საიმედოობის მაღალიმპირებელი დეტალების რესურსების განაწილების პარამეტრების მნიშვნელობები გვიჩვენებს, რომ რესურსის მნიშვნელოვანი

გაბნევის პირობებში ($v=0,25-0,40$) და მტყუნებათა განაწილების სხვადასხვა კანონების შემთხვევაში, ავტომობილების საიმედოობის სასურველ დონეზე შენარჩუნებისათვის აუცილებელია დეტალების შეცვლის სტრატეგია ოპტიმალურად იქნას დამუშავებული. ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად, აგრეგატის და სისტემის ფუნქციონალური დანიშნულებიდან გამომდინარე, არჩეული უნდა იქნას უმტყუნებლობა და მოცდენების მინიმიზაცია.

ავტომობილის სარემონტო ვარტისიანობა - სარემონტო ვარტისიანობა ხასიათდება აგრეგატებისა და სისტემების მუშაობის უნარის აღდგენაზე დახარჯული სათადარიგო დეტალებისა და შრომითი რესურსების კუთრი მნიშვნელობებით.

საკვლევი ავტომობილების მტყუნებათა საერთო რაოდენობის განაწილებამ მათი აღმოფხვრის შრომატევადობის მიხედვით გვიჩვენა, რომ მათი მნიშვნელოვანი რაოდენობა -87% მოდის მცირე და საშუალო შრომა-

ტევადობის წილზე (2 კ/სთ-მდე და 2-4 კსთ-მდე) მაშინ როდესაც 13% მოდის მნიშვნელოვან შრომით და მატერიალურ ხარჯებზე (4კ სთ-ზე ზევით).

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ექსპერიმენტით გამოვლენილი იქნა მტყუნებების აღმოფხვრისათვის საჭირო სათადარიგო დეტალების ხარჯი. გათვალისწინებული იქნა ის გარემოება, რომ ჯგუფური შეცვლის დროს ადგილი აქვს ზოგიერთი დეტალის რესურსის დანაკარგებს. მე-4 ცხრილში მოცემულია სათადარიგო დეტალების ხარჯის მონაცემები მთლიანად ავტომობილისათვის.

ცხრილი 4

სათადარიგო დეტალების ხარჯი, ლარი

ავტომობილი	სათადარიგო დეტალების ხარჯი			კუთრი ხარჯი ლარი /1000კმ
	მთლიანი	ერთ ავტომობილზე	ერთ მტყუნებაზე	
MA3	515 000	17 160	69, 5	57, 3
MAN	705 000	23 500	120, 0	78, 3

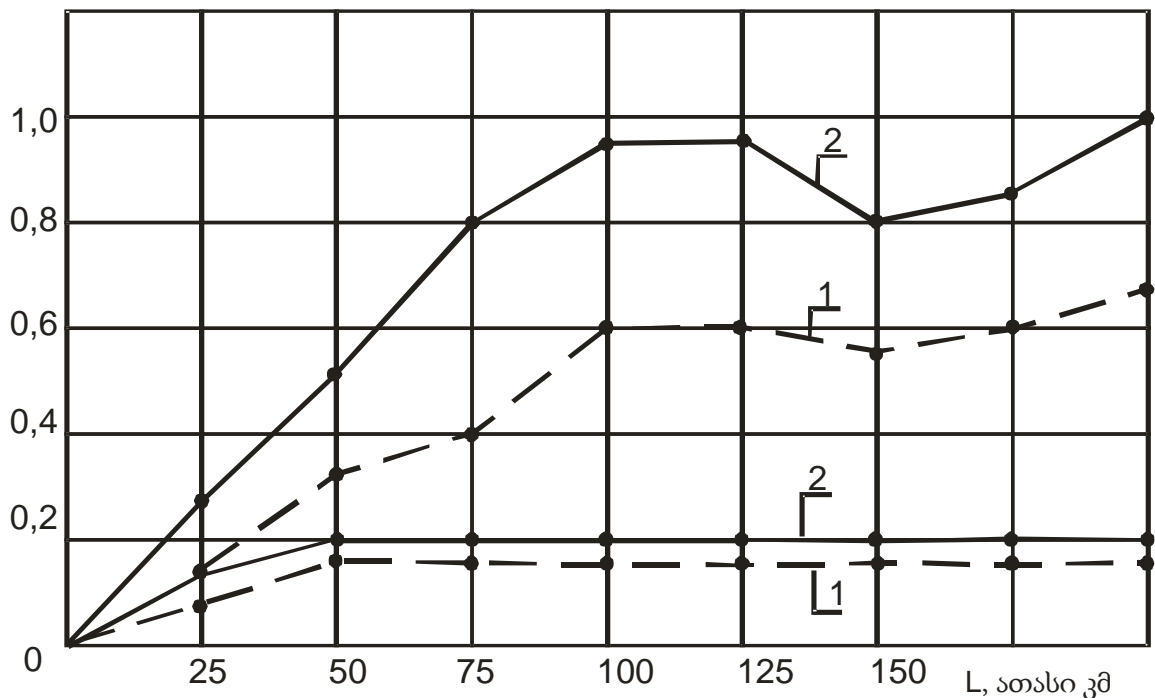
აგებული იქნა სათადარიგო დეტალების კუთრი ხარჯების ცვლილების დიაგრამები გარბენის ინტერვალების მიხედვით. ამ ცვლილების კანონზომიერების გამოვლენის მიზნით ექსპერიმენტული მონაცემები აპროქსიმირებულია bL^n სახის ხარისხოვანი დამოკიდებულებით(უმცირესი კვადრატების მეთოდი) და განსაზღვრულია კუთხური კოეფიციენტი b და ხარისხის მაჩვენებელი n (ცხრილი 5). ამ მაჩვენებლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რეზინოის ტექნიკური და არალითონის დეტალები მკვეთრად ამცირებენ საიმედოობის დონეს. ეს განსაკუთრებით ეხება ავტომობილ MA3-ის სამუხრუჭე სისტემას, საჭის გამაძლერებელს, ამწე მექანიზმს და სხვა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ავტომობილის ექსპლუატაციის პროცესში მათი მოცდენები გამოწვეულია ძირითადად ტექნიკური მომსახურებითა და მიმდინარე რემონტებით.(ნახ. 4).

სათადარიგო დეტალების ხარჯის ცვლილების პარამეტრები

ავტომობილის აგრეგატი და სისტემები	ავტომობილი MA3		ავტომობილი MAN	
	n	b	n	b
ძრავა	1,8	0,0017	2,2	0,0032
გადაცემათა კოლოფი	1,7	0,0013	1,9	0,0042
წინა ხიდი	2,2	0,0016	2,4	0,0017
უკანა ხიდი	2,4	0,0015	2,5	0,0012
სამუხრუჭე სისტემა	1,6	0,0018	2,0	0,0017
საჭის სისტემა	1,7	0,0013	1,9	0,0019

მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ რემონტში მოხვედრის გამო მოცდენა ექვემდებარება ექსპონენციალურ კანონს საშუალო მაჩვენებლით 2÷3 დღე. როდესაც ავტომობილის გარბენა არის დაახლოებით 180-200 ათასი კმ.



ნახ. 4. მოცდენის ხანგრძლივობის ცვლილება გარბენის მიხედვით

1 - ტექნიკური მომსახურების დროს;

2 - მიმდინარე რემონტის დროს.

— ავტომობილი MA3

- - ავტომობილი MAN

გამოვლენილი იქნა მტყუნებათა აღმოფხვრის შრომატევადობები ავტომობილის აგრეგატებისა და სისტემებისათვის და ჯამური ხარჯები თანხის სახით (ცხრილი 6).

ცხრილი 6

მტყუნებათა აღმოფხვრის ჯამური ხარჯები, ლარი

ავტომობილი	მთლიანი	ერთ ავტომობილზე	ერთ მტყუნებაზე	გარბენის ათას კმ-ზე
MA3	846000	28200	105,0	97,5
MAN	965000	32100	176,0	105,2

ქვეთავში მოცემულია თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის ერთობლივი ანალიზი. საიმედოობის შესახებ მონაცემების დამუშავებით მიღებული შედეგებისა და წარმოდგენილი მეთოდით განისაზღვრა საკვლევი ავტომობილების ძირითადი აგრეგატებისა და მექანიზმების საგარანტიო გარბენები და საიმედოობის მაჩვენებლების გადამყვანი კოეფიციენტები, ავტომობილის აგრეგატების ოპტიმალური რესურსი ეფექტურობის კრიტერიუმით, გამოვლინდა საკვლევი ავტომობილების ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი და მოხდა მათი დიფერენცირება გარბენის მიხედვით, სხვადასხვა მარკის ავტომობილების ერთნაირ საექსპლუატაციო პირობებში მუსაობისას შესრულდა მათი ეფექტიანობის განსაზღვრა და შეფასება.

საიმედოობის მაჩვენებლების გადამყვანი კოეფიციენტების განსაზღვრა - აღნიშნული კოეფიციენტების გამოვლენა სასურველია ერთის მხრივ საექსპლუატაციო ხარჯების ანალიზის, სხვადასხვა მარკის ავტომობილების ეფექტიანობის განსაზღვრისა და მათი ერთიმეორესთან შედარებისათვის. ეს კი თავისთავად საინტერესო და აუცილებელია საავტომობილო გადაზიდვების კონკრეტული შემთხვევისათვის, როდესაც შემკვეთისთვის სულ ერთი არ არის რომელი ავტომობილით მოახდენს გადაზიდვების პროცესს. ვინაიდან საექსპლუატაციო-ტექნიკური მაჩვენებლების ნორმატივების მნიშვნელობები საავტომობილო

ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობისათვის აღებულია გარბენის მიხედვით, ე.ი. ავტომობილებისათვის ნამუშევარი გარბენს წარმოადგენს, ამიტომ, უპირველესად, აღნიშნული კოეფიციენტები აგრეგატების, კვანძებისა და მექანიზმების რესურსების შეფარდებით უნდა განისაზღვროს.

უპირველეს ყოვლისა, საინტერესოა ავტომობილების აგრეგატებისა და მექანიზმების საგარანტიო გარბენების დადგენა და ანალიზი. როგორც ცნობილია, მისი განსაზღვრის საფუძველს წარმოადგენს უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდი.

მოცემული აგრეგატების რესურსების განაწილების პარამეტრების მიხედვით აგებული იქნა თითოეული აგრეგატის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მრუდი ავტომობილ მე-7 ცხრილში მოცემულია საგარანტიო გარბენების მნიშვნელობები $L_g=0,90$ და გადამყვანი კოეფიციენტები თითოეული აგრეგატისათვის.

ცხრილი 7

აგრეგატებისა და სისტემების საგარანტიო გარბენები და გადამყვანი კოეფიციენტები

აგრეგატები და მექანიზმები	საგარანტიო გარბენები, L, თასი კმ		გადამყვანი კოეფიციენტი	
	MA3	MAN	MAN/ MA3	MA3/ MAN
ძრავა	140,0	245,0	1,75	0,58
გადაცემათა კოლოფი	120,0	180,0	1,5	0,65
გადაბმულობა	60,0	80,0	1,32	0,75
კარდანული გადაცემა	65,0	100,0	1,58	0,65
წინა ხიდი	75,0	125,0	1,60	0,60
უკანა ხიდი	85,0	155	1,88	0,55

როგორც ცხრილიდან ჩანს საგარანტიო გარბენების გადამყვანი კოეფიციენტები აგრეგატების მიხედვით MAN-დან MA3-ზე იცვლება 1,32-დან 1,88 ზღვრებში, ხოლო პირიქით 0,55-დან 0,75-მდე. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ ავტომობილ MAN-ის ძრავას საგარანტიო გარბენა სტატისტიკური მონაცემებით თითქმის 1,8-ჯერ აღემატება MA3-ის ძრავას საგარანტიო გარბენას.

თუ შევადარებთ სათადარიგო დეტალების ხარჯის ცვლილების კანონზომიერებებს საკვლევი ავტომობილებისათვის აგრეგატებისა და სისტემების მიხედვით, გარბენის ინტერვალების მიხედვით (განსაკუთრებით საგარანტიო გარბენის შემდეგ ეტაპზე) აღმოჩნდება, რომ MAN-ის მარკის ავტომობილებისათვის იგი ინტენსიურად მატულობს, რაც სათადარიგო დეტალების მაღალი ღირებულებით აიხსნება.

ოპტიმალური რესურსის განსაზღვრა - მოცემული თეორიული დასაბუთების და მეთოდის დამუშავების დროს აღნიშნული იყო, რომ ოპტიმალური რესურსის განსაზღვრისათვის აუცილებელია კრიტერიუმის სწორად შერჩევა. ასეთ კრიტერიუმად აღებული იქნა ავტომობილის ეფექტურობის შემცირების კრიტერიუმი გარბენის ზრდასთან ერთად. ეფექტურობა კი მცირდება სხვა უამრავი ფაქტორების ცვლილებასთან ერთად, მათ შორის ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფის ხარჯების გაზრდით გარბენის ზრდის მიხედვით.

ტექნიკური მდგომარეობის უზრუნველყოფის ხარჯები კი შედგება ოთხი ძირითადი კომპონენტისაგან: სათადარიგო დეტალების ხარჯები - $C_{სათ}$; შრომითი ხარჯები - $C_{შრ}$; მასალების ხარჯები - $C_{მას}$ და მოცდენის კომპენსაციის ხარჯები - $C_{მოცდ}$. შემენის ღირებულებასთან - $C_{შემ}$ ერთად ისინი წარმოადგენენ აუცილებელ საწყის მონაცემებს ოპტიმალური რესურსის განსაზღვრისათვის.

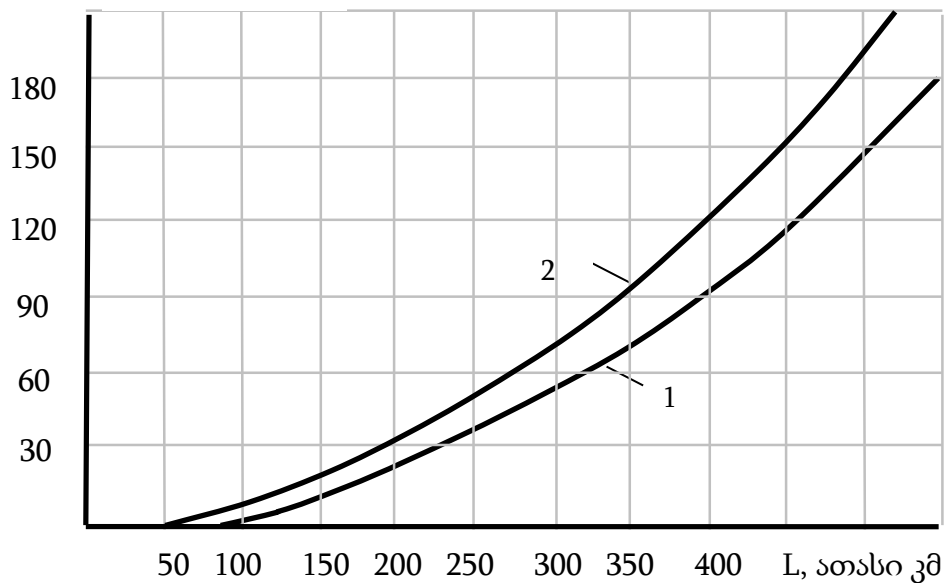
პირველ რიგში უნდა დადგინდეს მოცემული ოთხი კომპონენტის კონკრეტული მნიშვნელობები თითოეული მარკის ავტომობილისათვის.

სათადარიგო დეტალების ხარჯი გამოვლინდა ექსპერიმენტით, შრომითი ხარჯები კი ნორმატივებით, რაც შეეხება მასალების ხარჯებს, ორივე მარკის ავტომობილებისათვის სათადარიგო დეტალების ხარჯის 10-12%-ს შეადგენს. ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მოცდენის კომპენსაციის ხარჯები შრომითი ხარჯების 60% შეადგენს ავტომობილ MA3-ისთვის, ხოლო ავტომობილ MAN-ისთვის-65%.

საკვლევი ავტომობილების რესურსების გამოვლენის მიზნით გაანგარიშებული იქნა სათადარიგო დეტალების, შრომითი, მასალების და მოცდენის კომპენსაციის ხარჯები, მათი ჯამური ხარჯების ცვლილების დიაგრამა გარბენის ინტერვალების მიხედვით მოცემულია 5 ნახ-ზე.

ავტომობილის ხარჯების მრუდის აპროქსიმაციამ მოგვცა ხარჯების ცვლილების კუთხური კოეფიციენტი $b=0,0018$ და საიმედოობის დონე $n=2,0$ ავტომობილ MA3 -თვის, ხოლო MAN-თვის $b=0,0016$ და $n=2,2$.

$C_{s.შ.}(L)$,



ნახ. 5. ავტომობილის საიმედოობის შეხარჯულების ჯამური ხარჯების ცვლილება გარბენის მიხედვით.
1- ავტომობილი MA3; 2 - ავტომობილი MAN

კვლევის თეორიულ ნაწილში დამუშავებული მეთოდის მიხედვით გამოთვლილი იქნა ავტომობილების ოპტიმალური რესურსები ეფექტურობის შემცირების კრიტერიუმით. მე-8 ცხრილში მოცემულია რესურსების ანგარიშის შედეგები.

ავტომობილ -ის და მისი აგრეგატების რესურსების
საანგარიშო ცხრილი

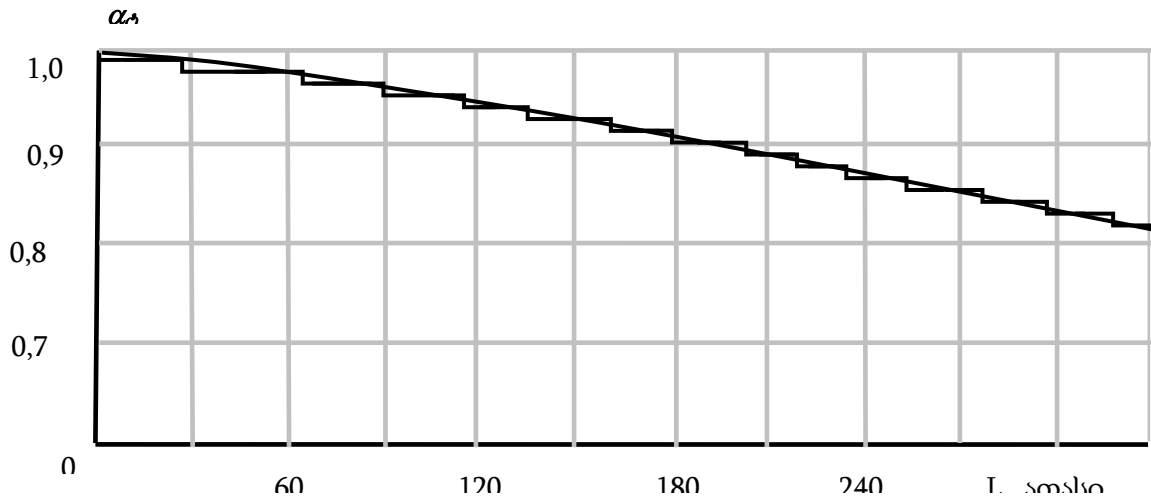
ავტომობილის დასახელება	$C_{შეგ.} (n+1)$	nb	$C_{შეგ.} (n+1)/nb$	$\sqrt[n+1]{\frac{C_{შეგ.}(n+1)}{nb}}$
ავტომობილი MA3	315 000	0,0036	86 300 000	420 000
ავტომობილი MAN	432 000	0 0033	133 300 000	465 000

საკვლევი ავტომობილების სათადარიგო სეტალების ხარჯები რესურსის რეალიზაციის შემთხვევაში მოცემულია მე-9 ცხრილში

სათადარიგო დეტალების ჯამური ხარჯის საანგარიშო ცხრილი

საკვლევი ავტომობილი	საანგარიშო მაჩვენებლები და ანგარიში			
	$C_{შეგ.}$ ლარი	n	$1+A+B+C$	$C_{სათ.დ.} = \frac{C_{შეგ.}}{n(1+A+B+C)}$, ლარი
MA3	105 000	2,0	3,0	17 500
MAN	135 000	2,2	2,2	23 000

ავტომობილების გარბენების დიფერენცირება ტ.მ.კ. მიხედვით - როგორც თეორიული ნაწილის დამუშავებისას იყო აღნიშნული ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ტექნიკური ზემოქმედებით გამოწვეული მოცდენების სიდიდეზე. ეს მოცდენები წარმოადგენს გეგმიური, პროფილაქტიკური მოცდენებისა და მტყუნებების აღმოფხვრით გამოწვეული მოცდენების ჯამს. α_6 -ს შემდგომი კლება დამოკიდებულია მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის ცვლილების (გაზრდის) კანონზომიერებაზე. მიღებული დებულებებისა და სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით მიღებული შედეგების მიხედვით აგებული იქნა საკვლევი ავტომობილების ტექნიკურად მზადყოფნის მკოეფიციენტის ცვლილების დიაგრამები გარბენის მიხედვით (ნახ. 6).



ნახ. 6. ავტომობილ MA3 ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის ცვლილება გარბენის მიხედვით

ოპტიმალური რესურსის პერიოდში გარბენის დიფერენცირებული მნიშვნელობების საანგარიშოდ მივიღოთ, რომ 0-L_{საგ.} პერიოდისათვის ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის საშუალო და მიმდინარე მნიშვნელობები ერთი და იგივეა და ტოლია $\alpha_s=0,98$ ე.ი. ავტომობილ MA3-ისთვის 50 000 კმ-მდეა, ხოლო ავტომობილ MAN-ისთვის 80 000კმ.

მე-2 პერიოდი მოიცავს ავტომობილი MA3-ისთვის 50-დან 200 ათას კმ-მდე, რომლის დროსაც ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა იქნება $\alpha_s^{საშ}=0,94$ (0,98 – 0,90 დიაპაზონში).

იგივე მნიშვნელობა იქნება ავტომობილ MAN-ისთვის 80-250 ათასი კმ-მდე პერიოდისათვის.

რესურსის მე-3 პერიოდში ავტომობილ MA3 -ისთვის 200-დან 420 ათას კმ-მდე, ხოლო ავტომობილ MAN-თვის, 250-დან 465 ათას კმ-მდე ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა იქნება $\alpha_s^{საშ}=0,85$ (0,90 - 0,80-ის დიაპაზონში). ავტომობილების საგეგმო გარბენები მათ მიხედვით იქნა განსაზღვრული.

ეკონომიკური ეფექტი მიიღება ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის დიფერენცირებით განსაზღვრული გარბენების ოპტიმიზაციის შედეგად.

ძირითადი დასკვნები

1. საკვლევი ავტომობილების საიმედოობის მაჩვენებლების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მათი ერთნაირ საექსპლოატაციო პირობებში მუშაობისას აგრეგატების, მექანიზმების და სისტემების საიმედოობის მადიფიცირებელი დეტალების რესურსების განაწილება ექვემდებარება ნორმალურ კანონს 40 % MA3 - ისათვის და 45 % MAN - სათვის, დეტალებისა და კვანძების 30 % - ექსპონენციალურ კანონს, ხოლო დანარჩენი ვეიბლის კანონს. რესურსების გადამყვანი კოეფიციენტების მნიშვნელობები მერყეობს 1 - დან 1, 9 ზღვრებში და მათი მნიშვნელობები საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს დამატებითი ექსპერიმენტი როდესაც ცნობილია ერთ-ერთი მოდელის ანალოგიური ელემენტების რესურსები.
2. საკვლევი ავტომობილების ორივე მოდელისათვის არალითონის დეტალების ხვედრითი წილი საერთო რაოდენობიდან შეადგენს 5-8 %, ხოლო მათზე მოსული მტყუნებათა წილი დაახლოებით 28 %-ია, ამასთან ერთად მათი მტყუნებათა განაწილების კანონზომიერება ექვემდებარება ექსპონენციალურ კანონს და მიეკუთვნება უეცარ მტყუნებათა კლასიფიკაციას, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს უმტყუნებლობის დონეს.
3. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ავტომობილი MAN-ის მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრის ინტერვალური მნიშვნელობები თითქმის ორჯერ ნაკლებია ავტომობილ MA3-თან შედარებით. ხოლო სათადარიგო დეტალების ხარჯი მოცემული რესურსის პირობებში 2, 6 ჯერ მეტი, რაც გამოწვეულია ძვირად ღირებული კვანძებისა და მექანიზმების შეცვლით. ამასთანერთად ავტომობილ MAN-ისათვის ტვირთამწეობის ფარდობა საკუთარ წონასთან ტოლია 1, 95, ხოლო ავტომობილ MA3-თვის 1, 56. ექსპლოატაციის პროცესში ოპტიმალური რესურსის შესრულებისას სათადარიგო დეტალების ხარჯი წონითი მაჩვენებლების მიხედვით შეადგენს ავტომობილ MAN-სათვის 22%, ხოლო ავტომობილ MA3-სათვის 28 %.

4. უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის ანალიზური გაანგარიშებით და მათი გრაფიკული მეთოდით განისაზღვრა ავტომობილების საგარანტიო გარბენები. 90% ალბათობის მიხედვით ავტომობილ MAN-ისათვის შეადგინა 80 ათასი კმ, ხოლო ავტომობილ MA3-თვის 50 ათასი კმ. ანალოგიურად იქნა განსაზღვრული ავტომობილების ძირითადი აგრეგატებისათვის. მათი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საექსპლოატაციო პირობების, მძღოლთა კვალიფიკაციის და მომსახურე პერსონალის მომზადების დონის გათვალისწინებით საგარანტიო გარბენების მნიშვნელობები $\pm 5-10$ %-ის სიზუსტით ახლოა დამამზადებელი ფირმების მონაცემებთან.

5. ექსპლოატაციის პროცესში საიმედოობის უზრუნველყოფის ხარჯების განსაზღვრისას გარდა სათადარიგო დეტალების, მასალების და შრომითი ხარჯებისა, შეტანილი იქნა მოცდენის კომპენსაციის ხარჯები, რომელმაც ავტომობილ MA3-თვის შეადგინა შრომითი ხარჯების 65 %, ხოლო ავტომობილ MAN-ისათვის 60 %. მასალების ხარჯები ორივე ავტომობილისათვის შეადგენს სათადარიგო დეტალების ხარჯების 12 %.

6. საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის საექსპლოატაციო ხარჯების ინტერვალური ცვლილების ანალიზით და ექსპერიმენტალური მრუდის პაროქსიმაციით გამოვლინდა საიმედოობის დონე, რომელიც წარმოადგენს ავტომობილის შეძენისა და საიმედოობის შენარჩუნების მთლიანი ხარჯების ფარდობას. ავტომობილ MAN-ისათვის იგი ტოლია 2,2, ხოლო MA3-სათვის 2,0 რაც განპირობებულია ავტომობილ MA3 - ის აგრეგატებისა, მექანიზმების და დეტალების შედარებით დაბალი რესურსებით და ხშირი შეცვლებით.

7. ეფექტურობის შემცირების კრიტერიუმით დამუშავებული მეთოდის მიხედვით განისაზღვრა ავტომობილების ოპტიმალური რესურსი. ავტომობილ MAN-ისათვის მან შეადგინა 465 ათასი კმ, ხოლო ავტომობილ MA3-თვის 420 ათასი კმ. ამასთან ამ რესურსის პირობებში სათადარიგო დეტალების ხარჯი იქნება 23 000 ლარი ავტომობილ MAN-ისათვის, ხოლო

17 000 ლარი ავტომობილ MA3-სათვის. დამუშავებული მეთოდი იძლევა აღნიშნული თანხების გარბენის ინტერვალების მიხედვით დიფერენცირების საშუალებას.

8. კვლევის შედეგების ანალიზით დადგენილი იქნა ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის ცვლილება გარბენის მიხედვით, ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული ყველა სახის მოცდენების გათვალისწინებით მოხდა მისი დიფერენცირება მთელი რესურსის პერიოდში. საგარანტიო პერიოდში მისი მაქსიმალური მნიშვნელობის ნორმატული მაჩვენებელი 0,98 ტოლია, ხოლო ექსპლოატაციის შემდგომი პერიოდისათვის დასკვნები 0,02 მცირდება, რაც გარბენების დაგეგმვის ოპტიმალური ვარიანტის შესაძლებლობას იძლევა. ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი დამუშავებული მეთოდით დიფერენცირების პირობებში ეფექტი მწარმოებლურობის მიხედვით შეადგენს პირველ წელიწადს 12, 2 % , ხოლო შემდგომ წლებში 1,1 % კლებადობით.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი ასახულია შემდეგ პუბლიკაციებში

1. ვ.ლევიაშვილი, ვ.ჯაჯანიძე, დ.უგულავა. მუშაობის რეჟიმის გავლენა ავტომობილის საიმედოობის მაჩვენებლებზე. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი ``ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა``№2 (14), 2009;
2. დ.უგულავა, ვ.ლევიაშვილი. ავტომობილების საჭით მართვის საიმედოობის და ეფექტურობის მახასიათებლების განსაზღვრა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი ``ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა``, №1(20). 2011. გვ.83-89;
3. V. Lekiasvili, M.Zurikashvili, D.Ugulava. IMPROVING OF PREVENTION SYSTEMS FOR PROVIDING VEHICLEC TECHICAL STATE. International scientific journal ``PROBLEMC OF MECHANICS`` №2(43) 2011. 105-107;
4. დ.უგულავა. ავტომობილების ტექნიკურად მზადყოფნის დიფერენცირების მეთოდის დამუშავება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი ``ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა`` №4 (22). 2011. გვ.78-83.

Abstract

One of the most important ways of increasing the effectiveness of an automobile is to maintain its reliability at an optimal level. This provides to increase the capacity, movement and ecologic safety of an automobile and to decrease costs of operation. The proof of the importance of the mentioned issue is the fact that increasing the technical readiness coefficient of an automobile with 5% stipulates increasing its capacity 1.2-1.3 times, and the expenses of providing technical condition during the whole operation cycle are several times more than the expenses of manufacturing an automobile. That is why from the viewpoint of increasing the effectiveness of road vehicles the topical problem is to elaborate and develop such kind of methods which provide to maintain the desirable level of reliability by means of minimum expenses.

This work is about studying the mentioned issues on the examples of dump trucks and includes development of the methods and forms of technical operation. It aims at elaborating the methods of reliability control in the process of operation and increasing technical-economic indices by their realization.

On the basis of reviewing the literature on the mentioned issue and analyzing the existing methods the following objectives of research have been formed: elaboration of the methods of comparative analysis of reliability coefficients of automobile constructions operating in the same operation conditions; working out the model of defining the optimal resource of an automobile by the criterion of decreasing the effectiveness; elaboration of the method of differentiation of technical readiness coefficient of an automobile. The work includes theoretical and experimental researches. The object of the study is dump trucks of MAN and MA3 mark working in cities.

Performance of the mentioned automobiles in the same operation conditions and requirements of their technical characteristics have resulted in determination of the method of analysis of comparing reliability coefficients. It includes determination of coefficients and resources of the mechanisms for calculation and correction of reliability coefficients when the meanings of one of them are known. The attention should be paid to those important indices such as guarantee mileages of the automobiles under study. The basis of its definition is the probability curve of trouble-free performance of units and a whole automobile, regularity and characteristics of creation of failure. The level of 90-95% trouble-free performance has been taken to determine a guarantee mileage.

The mathematical model of defining optimal resource of the automobiles has been worked out. A criterion of decrease in effectiveness has been taken as an optimization criterion; this means the increase in operation expenses of maintenance of reliability together with increase in performance. The target function of defining the resource includes the important summarizing index such as a reliability level. It is a ratio of the cost of purchase of the automobile and operation expenses necessary for its maintenance. Besides spare parts, materials

and labour expenses, there have been included the expenses of compensation of tear with which the optimal resource has been corrected. On the basis of correlation relation between the said expenses and its coefficients, the regulation of the change of summarizing expenses has been defined according to the mileage of the automobile and the angle factor of the mentioned change has been found and this has been envisaged while modeling the target function.

The technical readiness coefficient is one of the most important factors of the effectiveness of movable composition of the automobile. It is the ratio of the time of the automobile in working capacity and the whole performance time and depends on the tear value caused by technical influence on the automobile. It changes (decreases) together with increase in mileage and, therefore, the planned mileage of the automobile decreases which directly affects output capacity of the automobile. The optimization method means the change of an average meaning of the mentioned coefficient into a differentiated meaning. The tear increases in parallel with the increase in the parameter of the failure flow and the regularity of the change of technical readiness coefficient is revealed, accordingly. According to this regularity the coefficient will be differentiated according to the intervals of mileage and planned annual mileages and output capacity, as well, will be determined.

In the experimental part of the study the statistics data found out as the result of observations made on the automobile have been elaborated and the reliability coefficients have been revealed according to trouble-free performance, endurance and fitness for repairs. The failures and defects have been classified and sorted out according to the units and systems for the automobiles of both marks. The nomenclature of limiting details of reliability, the resources of units and mechanism and the parameters of distribution, variation coefficients and average square deviation have been defined, the indices of the automobiles of both marks have been compared and analyzed.

On the basis of the experimental data the regularity of the change of the expenses of spare parts according to the mileage, the change of working capacity of eliminating failures and defects and the labour expenses have been defined. On the basis of the summarizing expenses of providing the reliability the reliability level for the automobile and separate units has been revealed; they have been compared according to the automobiles under study. The special attention has been paid to the value of spare parts and mechanisms and the expenses of tear of the automobile; this gave us an opportunity to find out the regularity of the change of technical readiness coefficient. The tears caused by planned (preventive) technical service have been determined. These tears do not change the regulation of the change of technical readiness coefficient but they are the integral part of constant value.

Joint analysis of the theoretical and experimental studies has been carried out. The results obtained by data processing have been included in the simulated

mathematical images of the elaborated methods and main conclusions have been made. The calculations have shown that the guarantee mileages of the automobiles under study vary. It is 50,000 km for MA3 and 80,000 km for MAN. Despite the fact that the resources of the details and the units of MA3 are less than the same details and the units of MAN, the expenses of spare parts greatly exceed the analogous indices of MA3, the reason of which is the difference between their market value.

The optimal resource of the automobile has been defined according to the method worked out with the criterion of decrease in effectiveness. It is 465,000 km for MAN, and 420,000 km for MA3. The expenses of spare parts in the conditions of this resource are 36,000 and 25,000 GEL, accordingly. The worked out methods gives an opportunity of differentiating the expenses according to the intervals of mileage.

The change of technical readiness coefficient according to the mileage has been defined by analyzing the results of the study. It has been differentiated during the period of the whole resource envisaging all kinds of tear caused by technical reason. During the guarantee period the normative index of its maximum meaning equals to 0.98, and for post-operation period it decreases with 0.02 annually which gives the opportunity of an optimal variant of mileage planning.

In case of the worked out method of differentiating the technical readiness coefficient, the economic effect according to the output capacity of the automobile amounts to 12.2% in the first year and in next years it decreases with 1.1% annually.