

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი შავიძე

**ვაგონების წყვილთვლების გაუმართაობათა კვლევა  
და სისტემატიზაცია, მათი აღმოფხვრის მეთოდების  
ოპტიმიზაცია საიმედოობის ამადლებისათვის**

სპეციალობა: TUG. DC - 05 - 4 – „სარკინიგზო ტრანსპორტის  
ექსპლუატაცია“

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი  
დისერტაციის

**ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი**

თბილისი 2012 წ

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ვაგონმშენებლობის სავაგონო მეურნეობის და სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვების პროცესების მართვის №58 მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ტ.მ.კ, ასოცირებული პროფესორი  
თამაზ გრიგორაშვილი

რეცენზენტები: 1. ტ.მ.კ, სრული პროფესორი  
ნუგზარ რურუა  
2. ტ.მ.კ ნიკოლოზ თევდორაშვილი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2012 წლის -----  
----- საათზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის -----  
----- კოლეგიის სხდომაზე

მისამართი: 0175, ქ. თბილისი, მ. კოსტავას ქ. 68, 1 კორპუსი,  
აუდიტორია №-----

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ცენტრალურ  
სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2012 წ. -----

სადისერტაციო საბჭოს  
სწავლული მდივანი,  
ასოცირებული პროფესორი

რ. ველიჯანაშვილი

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

სამუშაოს აქტუალურობა. ვაგონი წარმოადგენს რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის ძირითად ერთეულს, რომლის დანიშნულებაა მგზავრების გადაყვანა და ტვირთების გადაზიდვა. მიუხედავად იმისა, რომ ვაგონები თავიანთი დანიშნულებით სხვადასხვა ტიპის და კონსტრუქციისაა, მათი ძირითადი კვანძების პრინციპული მოწყობილობა თითქმის ერთნაირია, ეს კვანძებია: ვაგონის ჩარჩო, დამრტყმელ-საწვეი მოწყობილობა, სამუხრუჭე სისტემა, სავალი ნაწილები, რომელთა გამართულობას და საიმედოობას უმთავრესი მნიშვნელობა ენიჭება მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის საკითხში. ჩამოთვლილი კვანძებიდან, მოცემული სადისერტაციო ნაშრომის ძირითად კვლევის მიმართულებას წარმოადგენს ვაგონის სავალი ნაწილების, კერძოდ კი წყვილთვლები.

წყვილთვალი, რომელიც შედგება ღერძისა და მასზე ხისტად მოთავსებული ორი თვლისაგან, წარმოადგენს ვაგონის ერთ-ერთ მთავარ და საპასუხისმგებლო ნაწილს, რომლის დანიშნულებაა მიიღოს ვაგონის ძარის მიერ გადაცემული დატვირთვა და ვაგონს მოძრაობის დროს მისცეს სათანადო მიმართულება. წყვილთვლებს მუშაობა უხდებათ მძიმე პირობებში, მათ გადაეცემათ სტატიკური და დინამიკური დატვირთვები, რომლებიც წარმოიქმნება მატარებელთა მოძრაობისას, რის გამოც ისინი განიცდიან გარკვეულ ცვეთას და დაზიანებას. აღსანიშნავია, რომ ამ საკითხის ირგვლივ, ანუ ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების ცვეთის,

გაუმართაობების გამომწვევი მიზეზების შესწავლაზე და შესაბამისად, მათი შემცირების გზებზე მრავალი მეცნიერის მიერ ჩატარებულ იქნა კვლევები და მიღებულ იქნა შესაბამისი დასკვნებიც, თუ რა იწვევს ამ გაუმართაობათა წარმოქმნას, მათ გაზრდას და ა.შ. , მაგრამ მეცნიერთა მხრიდან ვაგონების წყვილთვლების გაუმართაობების, ცვეთების შემცირების ირგვლივ შემოთავაზებული წინადადებებისა და რეკომენდაციების მიუხედავად, უნდა აღინიშნოს, რომ დღეისათვის საქართველოს რკინიგზაზე, მისი გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, რის მიხედვითაც მთლიანი გზის საშუალოდ 30-35%-ს შეადგენს სხვადასხვა მცირე რადიუსიანი მრუდები და ხშირია ვაგონების მოძრაობა ამ მრუდებზე, ვაგონების წყვილთვლების ქიმების ინტენსიური ცვეთის პრობლემა ისევ აქტუალურია, რასაც ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევებიც მოწმობს, კერძოდ:

1. ჩატარებული პრაქტიკული დაკვირვებებით, რომელიც მიმდინარეობდა გზის რთული პროფილის მქონე მრუდე უბანზე მოძრავ ვაგონებზე გამოვლინდა, რომ თუ სწორ მონაკვეთებზე წყვილთვლების მოძრაობისას ქიმების ცვეთა ყოველ 20.000 კმ-ში შეადგენს საშუალოდ 1,2 მმ-ს, მცირე რადიუსიან მრუდეებში ექსპლუატაციისას, ქიმების ცვეთამ 20.000 კმ-ის გავლისას შეადგინა 2,5 მმ, რაც წარმოადგენს ერთობ უარყოფით მაჩვენებელს.

2. თბილისის, ხაშურის, ბათუმის, სამტრედიის სავაგონო დეპოებში სარემონტოდ შესული წყვილთვლების ანლიზმა აჩვენა, რომ იმ ძირითადი გაუმართაობებიდან, როგორცაა:

დანადული, ამოცვეთა, თანახარი ცვეთა, წრიული დამუშავებანი, ამოტეხილობა, არათანახარი ცვეთა, თვლის ადგილობრივი გაფართოება, ქიმის დამუშავება და სხვა, მათ შორის უმეტესობას, ანუ 70%-ს წარმოადგენს ქიმების ცვეთა და დაზიანება (მახვილი ქიმი და ქიმის დათხელება), რომლის ინსტრუქციით დადგენილ ნორმებში მოყვანისათვის (30-33 მმ), ზემოთ ჩამოთვლილ სხვა დეფექტებთან შედარებით საჭიროა გაცილებით მეტი სამუშაოების ჩატარება და ხარჯების გაწევა, კერძოდ: წყვილთვლის გორვის ზედაპირზე დანადულის, თვლის ადგილობრივი გაფართოების და სხვა ამგვარი დაზიანების დროს, გაუმართაობის აღმოსაფხვრელად საჭიროა, მხოლოდ დადგენილი წესის შესაბამისად ზედაპირიდან მათი მოცილება ეს კი ისე ხდება, რომ ამ შემთხვევაში რაიმე ზედმეტ დანაკრებს და ხაჯებს ადგილი არა აქვს, ხოლო გაცვეთილი ქიმის დროს მაგალითად, თუ იგი არის უკვე 23 მმ, რაც იწვევს ვაგონების ლიანდაგიდან აცდენის საშიშროებას, გეგმიური შეკეთებიდან გამოსული წყვილთვლების ინსტრუქციული მოთხოვნების თანახმად, მათი 30 მმ-მდე შევსებისათვის საჭიროა, მოცემული ზომების სხვაობა (30-23), ანუ 7 მმ გავამრავლოთ 2-ზე და ამ რაოდენობის, ე.ი. 14 მმ ფერსოს სისქე ავიღოთ, ეს კი წარმოადგენს ერთობ დიდ დანაკარგს, რადგანაც დადგენილი ზღვარი, რომლის მიხედვითაც ყოველ 20.000 კმ-ში წყვილთვლების საშუალო ცვეთა შეადგენს 1 მმ-ს, 14 მმ სისქის ფერსოს საღი ზედაპირის ადებით ვეარგავთ 280.000 კმ-ის რესურსს, რომელიც შეიძლება გაიაროს წყვილთვალმა ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში, რაც კიდევ ერთ-ერთი

დასტურია იმისა, რომ აღნიშნული პრობლემა მართლაც ძალზე აქტუალურია და, რომ ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების ქიმების სშირი ცვეთის, დაზიანების გამომწვევი პროცესების საკითხები, ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე შესწავლილი და მოითხოვს ამ მხრივ დამატებით კვლევას და მათი შემცირებისათვის გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავებას.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** შესრულებული სამუშაოს კვლევის მიზანი და ამოცანები მდგომარეობს შემდეგში: ვაგონების ექსპლუატაციისას (გზის, როგორც სწორ, ასევე რთული პროფილის მქონე მრუდე უბნებზე) მათი წყვილთვლების გაუმართაობათა კვლევა, სისტემატიზაცია, ამ გაუმართაობათა შემცირებისათვის რეკომენდაციების შემუშავება და მათი საიმედო ექსპლუატაციისათვის, მეცნიერულად დასაბუთებული წინაპირობის შექმნა.

ნაშრომის მიზნის მისაღწევად დასმული და გადაწყვეტილი იქნა შემდეგი ამოცანები:

- პრაქტიკული დაკვირვებების ჩატარება, ვაგონების სწორ უბნებზე მოძრაობისას, მათი წყვილთვლების გაუმართაობათა დადგენის მიზნით.
- პრაქტიკული დაკვირვებების ჩატარება, ვაგონების გზის რთული პროფილის მქონე მრუდე უბნებზე მოძრაობისას, მათი წყვილთვლების გაუმართაობათა დადგენის მიზნით.
- გზის სწორ და მრუდე უბნებზე ვაგონების ექსპლუატაციისას, წყვილთვლებზე დაკვირვებებით გამოვლენილი გაუმართაობების სისტემატიზაცია.

- წყვილთვლების გაუმართაობების შემცირების მიზნით, მეცნიერული კვლევების საფუძველზე მათემატიკური მოდელის დამუშავება.
- დამუშავებული მოდელის საფუძველზე წყვილთვლების გაუმართაობათა შემცირების მიზნით, რეკომენდაციების შემუშავება.

**კვლევის მეთოდები.** ნაშრომში გამოყენებულია კვლევის თეორიული და ექსპერიმენტალური მეთოდები, კერძოდ: ხახუნისა და ცვეთის თეორიის საფუძველზე შემუშავებული მათემატიკური ფორმულის მეშვეობით, განსაზღვრულია გზის სწორ და მრუდე უბნებზე ვაგონების ექსპლუატაციისას, მათი წყვილთვლების ქიმების ცვეთის სიდიდის დამოკიდებულება, მატარებლის მოძრაობის სიჩქარესა და ლიანდაგის სიმრუდის რადიუსზე. საანგარიშო ფორმულაში კოეფიციენტის მნიშვნელობები მიღებულია თეორიული მონაცემების ჩასმის შედეგად.

ექსპერიმენტი ჩატარებული იქნა საქართველოს რკინიგზის, როგორც ვაკის-სწორ, ასევე მთის რთული რელიეფის მქონე მრუდე მონაკვეთებზე.

ექსპერიმენტისათვის ძირითადად გამოყენებული იყო ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონები. დასმული ამოცანის გადაწყვეტისას, გამოიყენებოდა თანამედროვე სტანდარტებით დადგენილი გამზომი ხელსაწყოები.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე.** ლიტერატურული წყაროებიდან არსებული მათემატიკური ფორმულების ბაზაზე შემუშავებულ იქნა, ვაგონების წყვილთვლების ქიმების ცვეთის

მასხასიათებლის სიდიდის საანგარიშო მათემატიკური ფორმულა, რის მეშვეობითაც პირველად მეცნიერულად დადგინდა, გზის სწორ და მრუდ უბნებზე ვაგონების მოძრაობისას, მათი წყვილთვლების ქიმების ცვეთის სიდიდის დამოკიდებულება, მატარებლის მოძრაობის სიჩქარესა და გზის სიმრუდის რადიუსზე, რასაც ეწოდა ცვეთის კოეფიციენტი.

თეორიული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ვაგონების სწორ მონაკვეთებზე მოძრაობისას, წყვილთვლების ქიმების ცვეთის სიდიდე არ არის დამოკიდებული მატარებლის მოძრაობის სიჩქარეზე, ხოლო მრუდე უბნებზე ვაგონების მოძრაობისას, წყვილთვლების ქიმების ცვეთის ერთ-ერთ ძირითად გამომწვევ მიზეზს წარმოადგენს, როგორც გზის მცირე რადიუსიანი მრუდეები, ასევე მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარე, რაც აგრეთვე დასტურდება, ვაგონებზე პრაქტიკული დაკვირვებებით მიღებული ანალიზის შედეგებით.

**ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.** შემოთავაზებული რეკომენდაციები შესაძლებლობას იძლევა ვაგონების ექსპლუატაციისას, გარკვეულწილად შემცირდეს მათი წყვილთვლების ქიმების ცვეთა, რაც საბოლოოდ გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ გარკვეულწილად შემცირდეს წლის განმავლობაში სარემონტო წყვილთვლების საერთო რაოდენობა, მათ შეკეთებაზე გაწეული ხარჯები და იმავდროულად გაიზარდოს მათი საექსპლუატაციო ვადა და საიმედოობა.

**პუბლიკაციები.** დისერტაციის ძირითადი დებულებები და შედეგები გამოქვეყნებულია 4 ნაბეჭდ ნაშრომში.



**ნაშრომის აპრობაცია.** ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებული და განხილულია: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „ვაგონმშენებლობის სავაგონო მეურნეობის და სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვების პროცესების მართვის“ №58 მიმართულების სხდომებზე (2010, 2011, 2012 წ.).

**ნაშრომის მოცულობა.** სადისერტაციო ნაშრომი შედგება რეზიუმისაგან (ქართულად და ინგლისურად) შესავალისაგან, ლიტერატურული მიმოხილვის, შედეგებისა და მათი განსჯისა და დასკვნებისაგან. გამოყენებული ლიტერატურის სიაში მოყვანილია 72 დასახელება. ნაშრომი შეიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 122 გვერდს, მათ შორის 27 ნახაზს და 10 ცხრილს.

### **ნაშრომის მოკლე შინაარსი**

**შესავალში** დასაბუთებულია თემის აქტუალობა და მოკლედ არის გადმოცემული დისერტაციის არსი.

**ლიტერატურულ მიმოხილვაში** მოცემულია: ა) წყვილთვლების ზოგადი დახასიათება და მისი, როგორც ვაგონის ერთ-ერთი საპასუხისმგებლო კვანძის გამართულობის და საიმედოობის მნიშვნელობა, მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის საკითხში. ბ) ქართველი და უცხო ქვეყნების მეცნიერების, ასევე სხვადასხვა უცხო ქვეყნების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მიერ გაწეული სამეცნიერო შრომების მოკლე აღწერა, რომელიც შესრულებულ იქნა მატარებელთა მოძრაობისას ვაგონის ძირითადი კვანძების, მათ შორის წყვილთვლების ექსპლუატაციისას წარმოქმნილი

გაუმართაობების, ცვეთების, ნაკლოვანებების გამომწვევი მიზეზების შესასწავლზე და შესაბამისად მათი შემცირების და სრულყოფის გზებზე.

ამ კომპლექსური ამოცანის გადაწყვეტის საქმეში, ფუნდამენტალურ კვლევებთან ერთად, პრაქტიკისათვის მნიშვნელოვანი შედეგები მიიღეს:

- ქართველი მეცნიერებიდან: ი. როინიშვილმა, ა. მ. შარვაშიძემ; თ. დ. გრიგორაშვილმა; გ. ს. შარაშენიძემ; პ. ყიფიანმა;
- საზღვარგარეთის მეცნიერებიდან: ვ.ნ. დანილოვმა; ვ.ა. ლაზარიანმა; ს. ვ. ვერშინსკიმ; ა. ვ. ვერხოვსკიმ; ლ. ა. შადურმა; ა. ა. კამაევმა; მ. ფ. ვერიგომ;
- სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტებიდან აღსანიშნავია, მოსკოვის ტრანსპორტის საინჟინრო ინსტიტუტის (მ.ი.ი.ტ)-ის და რუსეთის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის (ვნიიჟტ)-ის მიერ შემოთავაზებული წინადადებები და რეკომენდაციები.

**შედეგები და მათი განსჯის ნაწილში** განხილულია ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების გაუმართაობათა კვლევის საკითხები და შემოთავაზებულია ამ გაუმართაობების შემცირების მიზნით, გარკვეული რეკომენდაციები, კერძოდ:

სარკინიგზო დარგში ჩატარებულმა სამეცნიერო გამოვლევების მიმოხილვამ და ანალიზმა ცხადყო, რომ მეცნიერთა მხრიდან მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცევა მატარებელთა მოძრაობისას ვაგონების ძირითადი კვანძების მათ შორის წყვილთვლების გაუმართაობათა საკითხების შესწავლას და მათი შემცირებისათვის გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავებას, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ გამოკვლეული

სამუშაოების დიდი მოცულობის მიუხედავად, დღეისათვის საქართველოს რკინიგზაზე მისი გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, რის მიხედვითაც საშუალოდ მთლიანი გზის 30-35% შეადგენს, სხვადასხვა მცირე რადიუსის მქონე მრუდები, მოძრავი შემადგენლობის, მათ შორის ვაგონების წყვილთვლების ქიმების ინტენსიური ცვეთის პრობლემა, ისევე აქტუალურია, რასაც მოწმობს ვაგონებზე ჩვენს მიერ ჩატარებული პრაქტიკული დაკვირვებების შედეგები, კერძოდ:

1. ჩატარებული ექსპერიმენტალური დაკვირვებებით, რომელიც მიმდინარეობდა რთული პროფილის მქონე მრუდ უბანზე მოძრავ ვაგონებზე გამოვლინდა, რომ თუ სწორ მონაკვეთებზე ვაგონების მოძრაობისას წყვილთვლების ქიმების ცვეთა ყოველ 20000 კმ-ში საშუალოდ შეადგენს 1,2 მმ-ს, მრუდ უბანზე ვაგონების მოძრაობისას, ქიმების ცვეთამ 20000 კმ-ის გავლისას შეადგინა 2,5 მმ, რაც წარმოადგენს ერთობ უარყოფით მაჩვენებელს. (შედეგები მოცემულია ცხრილი 1-ში).

2. თბილისის, ხაშურის, სამტრედიის, ბათუმის სავაგონო დეპოებში წლის განმავლობაში სარემონტოდ შესული წყვილთვლების ანალიზმა (ცხრ. 2, 3, 4, 5, 6) აჩვენა, რომ იმ ძირითადი გაუმართაობებიდან, როგორცაა: დანადგული, ამოცვეთა, თანაბარი ცვეთა წრიული დამუშავებანი, ამოტეხილობა, არათანაბარი ცვეთა, თვლის ადგილობრივი გაფართოება, თხელი ქიმი, მათ შორის უმეტესობას, ანუ 70% წარმოადგენს ქიმების ცვეთა, დაზიანება (ნახ. 1) რომლის ექსპლუატაციურ ნორმებში მოყვანისათვის (30-33მმ), ზემოთ

ჩამოთვლილ დეფექტებთან შედარებით, საჭიროა გაცილებით მეტი სამუშაოების ჩატარება, კერძოდ: წყვილთვლის

ცხრილი 1

ქიმების ცვეთის ანალიზი

გაველილი მანძილი - კმ	ქიმების ცვეთა	
	სწორ უბანზე	მრულ უბანზე
0	32,00 მმ	32,00 მმ
2000	31,87 მმ	31,55 მმ
4000	31,74 მმ	31,10 მმ
6000	31,61 მმ	30,65 მმ
8000	31,49 მმ	30,21 მმ
10000	31,37 მმ	29,76მმ
12000	31,25 მმ	29,32 მმ
14000	31,13 მმ	28,88 მმ
16000	31,11 მმ	28,45 მმ
18000	31,00 მმ	28,02 მმ
20000	30,79 მმ	27,50 მმ
ცვეთა 20000 კმ-ში	1,20 მმ	2,50 მმ

ცხრილი 2

წყვილთვლის გაუმართაობათა ანალიზი

თბილისის სავაგონო დეპო			
წყვილთვლის გაუმართაობები		რიცხოობრივი მაჩვენებელი	პროცენტული მაჩვენებელი
№	დაზიანების დასახელება	საერთო - 1500	100%
1	დანადული	105	7%
2	ამოცვეთა	75	5%
3	თანაბარი ცვეთა	135	9%
4	წრიული დამუშავებანი	45	3%
5	ამოტეხილობა	60	4%
6	არათანაბარი ცვეთა	30	2%
7	თვლის გაფართოვება	15	1%
8	ქიმების ცვეთა, დაზიანება	1035	69%

ცხრილი 3

წყვილთვლის გაუმართაობათა ანალიზი

საშურის სავაგონო დეპო			
წყვილთვლის გაუმართაობები		რიცხოვრივი მაჩვენებელი	პროცენტული მაჩვენებელი
№	დაზიანების დასახელება	საერთო - 3000	100%
1	დანადული	180	6%
2	ამოცვეთა	150	5%
3	თანაბარი ცვეთა	240	8%
4	წრიული დამუშავებანი	90	3%
5	ამოტეხილობა	90	3%
6	არათანაბარი ცვეთა	60	2%
7	თვლის გაფართოვება	30	1%
8	ქიმების ცვეთა, დაზიანება	2160	72%

ცხრილი 4

წყვილთვლის გაუმართაობათა ანალიზი

სამტრედიის სავაგონო დეპო			
წყვილთვლის გაუმართაობები		რიცხოვრივი მაჩვენებელი	პროცენტული მაჩვენებელი
№	დაზიანების დასახელება	საერთო - 2400	100%
1	დანადული	144	6%
2	ამოცვეთა	144	6%
3	თანაბარი ცვეთა	240	10%
4	წრიული დამუშავებანი	48	2%
5	ამოტეხილობა	72	3%
6	არათანაბარი ცვეთა	48	2%
7	თვლის გაფართოვება	24	1%
8	ქიმების ცვეთა, დაზიანება	1680	70%

ცხრილი 5

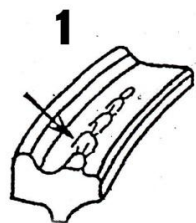
წყვილთვლის გაუმართაობათა ანალიზი

ბათუმის საგაგონრო დეპო			
წყვილთვლის გაუმართაობები		რიცხოობრივი მაჩვენებელი	პროცენტული მაჩვენებელი
№	დაზიანების დასახელება	საერთო - 3600	100%
1	დანადული	216	6%
2	ამოცვეთა	216	6%
3	თანაბარი ცვეთა	180	5%
4	წრიული დამუშავებანი	108	3%
5	ამოტეხილობა	144	4%
6	არათანაბარი ცვეთა	108	3%
7	თვლის გაფართოვება	72	2%
8	ქიმების ცვეთა, დაზიანება	2556	71%

ცხრილი 6

წყვილთვლის გაუმართაობათა ანალიზი

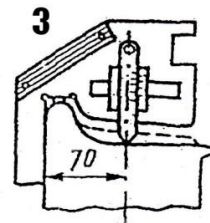
საერთო რაოდენობა			
წყვილთვლის გაუმართაობები		რიცხოობრივი მაჩვენებელი	პროცენტული მაჩვენებელი
№	დაზიანების დასახელება	საერთო რაოდენობა	100%
1	დანადული	645	6,25%
2	ამოცვეთა	585	5,5%
3	თანაბარი ცვეთა	795	8%
4	წრიული დამუშავებანი	291	2,75%
5	ამოტეხილობა	366	3,5%
6	არათანაბარი ცვეთა	246	2,25%
7	თვლის გაფართოვება	141	1,25%
8	ქიმების ცვეთა, დაზიანება	7431	70,5%



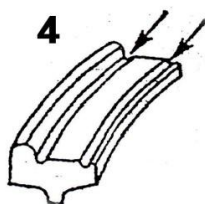
**1**  
დანადვლი



**2**  
ამოცვეთა



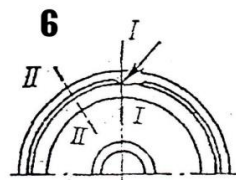
**3**  
თანაბარი ცვეთა



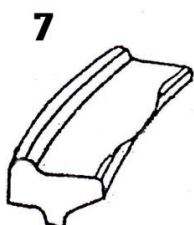
**4**  
წრიული  
დაფუხავებანი



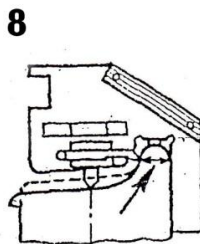
**5**  
ამოჭახილობა



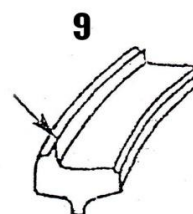
**6**  
არათანაბარი  
ცვეთა



**7**  
თვლის ადგილობრივი  
გაფართოება



**8**  
თხალი ჟიფი

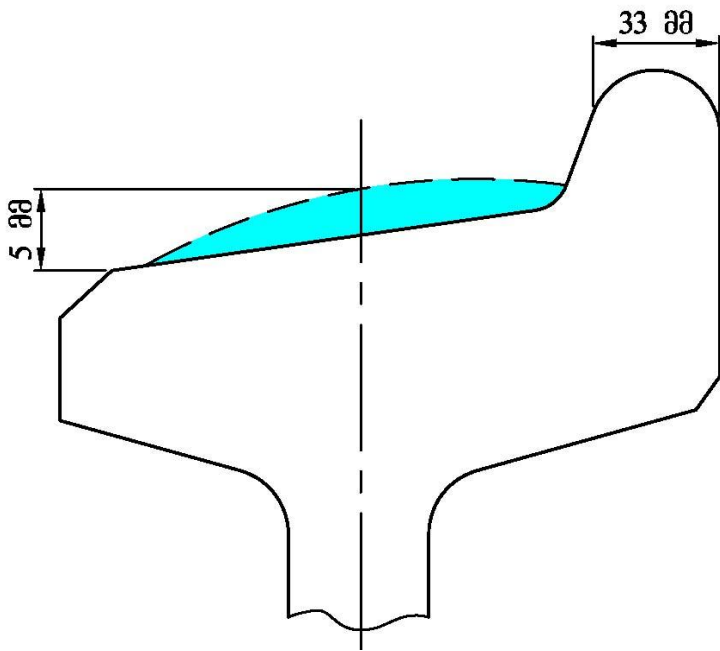
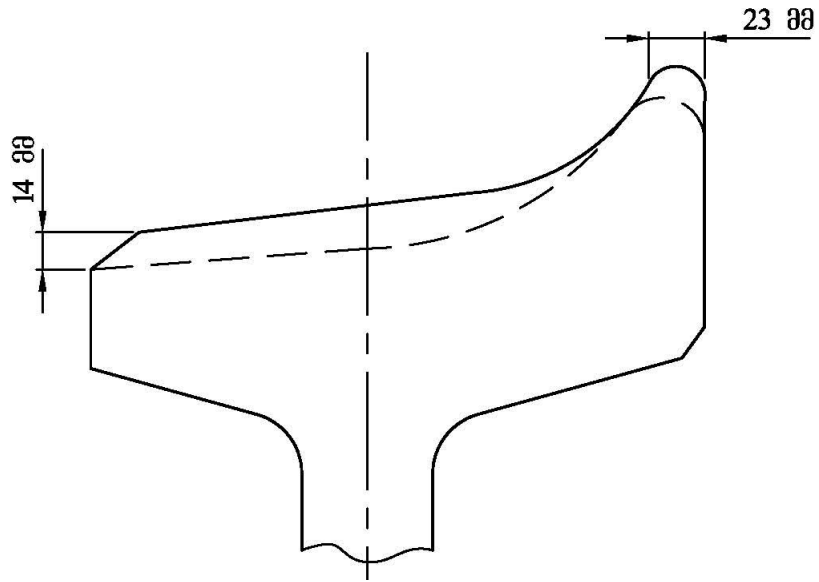


**9**  
მახვილი ჟიფი

ნახ. 1. წყვილთვლის ძირითადი გაუმართაობები

გორვის ზედაპირზე დანადგულის, თვლის ადგილობრივი გაფართოვების და სხვა ამდაგვარი დაზიანების დროს გაუმართაობის აღმოსაფხვრელად, საჭიროა მხოლოდ დადგენილი წესის შესაბამისად, ზედაპირზე მათი მოცილება, ეს კი ისე ხდება, რომ რაიმე ზედმეტ დანაკარგებს ადგილი არ ააქვს, ხოლო გაცვეთილი ქიმის დროს მაგალითად, თუ იგი არის 23 მმ, (იწვევს ვაგონების ლიანდაგიდან აცდენას) 30მმ-დე შევსებისათვის, რაც ერთ-ერთი ინსტრუქციული მოთხოვნაა, გეგმიური შეკეთებიდან გამოსული წყვილთვლების ელემენტებისა, საჭიროა მოცემული ზომების სხვაობა 30-23 ანუ 7მმ გავამრავლოთ 2-ზე და ამ რაოდენობის ე. ი. 14მმ ფერსოს სისქე ავიღოთ (ნახ. 2), რაც წარმოადგენს დიდ დანაკარგს, რადგანაც ზემოთ აღნიშნული დადგენილი ზღვარი, რომლის მიხედვითაც ყოველ 20000 კმ-ში წყვილთვლის ცვეთა შეადგენს 1მმ-ს, 14მმ საღი ზედაპირის სისქის აღებით ვკარგავთ 280. 000 კმ-ის რესურსს, რომელიც შეიძლება გაიაროს წყვილთვალმა ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში, ეს კი კიდევ ერთ-ერთი დასტურია იმისა, რომ აღნიშნული პრობლემა მართლაც ძალზედ აქტუალურია და რომ, ვაგონების ექსპლუატაციისას, წყვილთვლების ქიმების ხშირი ცვეთის, დაზიანების (მახვილი, ჩაჭრილი ქიმი) გამომწვევი პროცესების საკითხები, ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე შესწავლილი და მოითხოვს ამ მხრივ დამატებით კვლევას და მათი შემცირებისათვის გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავებას.





ნახ. 2. თვლის გაუმართაობათა ანალიზი

დისერტაციაში დასმული ამოცანიდან გამომდინარე, რომელიც მდგომარეობს ვაგონების ექსპლუატაციისას, მათი წყვილთვლების ქიმების ინტენსიური ცვეთის გამომწვევი რიგი მიზეზების დადგენაში და შესაბამისად მათი შემცირებისათვის გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავებაში, ჩვენი მხრიდან აღნიშნული საკითხის გადასაჭრელად, ლიტერატურული წყაროებიდან გამოყენებული იქნა, ცვეთის და ხახუნის თეორიის პროცესების საანგარიშო ზოგადი მათემატიკური ფორმულა (1) და ქიმის რელსზე დაწოლის ძალის საანგარიშო მათემატიკური ფორმულა (2).

$$T = \left( \frac{N}{\pi c \delta s} \right)^{1/2} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 1} \quad (1)$$

სადაც:  $c\sigma_s$  - მოხახუნე სხეულების სიმყიფე ბრინელით;

$f$  - მოხახუნე სხეულების სიმქისე;

$N$  - მოხახუნე სხეულების ურთიერთდაწოლის ძალა;

$$N = A \left( 4k \frac{a}{R} \right) + B F_{\text{ხახ.}} + C \frac{H_{\text{ც.}}}{2} \quad (2)$$

სადაც:  $K$  - ცოცვალობის კოეფიციენტი;  $R$  - უბნის სიმრუდის რადიუსი;  $F_{\text{ხახ.}}$  - თვალსა და რელსს შორის ხახუნის კოეფიციენტი;  $H_{\text{ც.}}$  - ურიკის სიმძიმის ცენტრზე მოქმედი ცენტრიდანული ძალა;  $A, B, C$  - ექსპერიმენტით მიღებული შესწორების კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებს გამოთვლებში არსებულ დაშვებებს.

კერძოდ: მოცემული ცვეთის და ხახუნის პროცესების ზოგადი მათემატიკური საანგარიშო ფორმულა (1), რომ გამოგვეყენებინა, ვაგონების ექსპლუატაციისას ქიმების ცვეთის სიდიდის საანგარიშო ფორმულად, ჩვენ ვაწარმოეთ მოცემული (2) ფორმულის, (1) ფორმულაში შეტანა, რის შედეგადაც მივიღეთ გზის მრუდე უბანზე ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების ქიმების ცვეთის საანგარიშო დაზუსტებული მათემატიკური ფორმულა. (3).

$$T = \left( \frac{A \cdot \left( 4k \frac{a}{R} \right) + BF_{\text{ხახ.}} + C \frac{P_{\delta P} V^2}{2gR}}{\pi c \delta s} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 1}. \quad (3)$$

თუ (3) ფორმულაში მრუდის რადიუსის მნიშვნელობას ავიღებთ, რომ არის უსასრულოა, მაშინ მივიღებთ ახალ მათემატიკურ ფორმულას (4), რომელიც მოგვცემს საშუალებას, განვსაზღვროთ წყვილთვლების ქიმების ცვეთის სიდიდე ვაგონების სწორ უბანზე მოძრაობისას.

$$T_{\text{სწ.}} = \left( \frac{A \cdot \left( 4k \frac{a}{R=\infty} \right) + BF_{\text{ხახ.}} + C \frac{P_{\delta P} V^2}{2gR=\infty}}{\pi c \delta s} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 1},$$

$$T_{\text{სწ.}} = \left( \frac{BF_{\text{ხახ.}}}{\pi c \delta s} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 1} \quad (4)$$

ლიანდაგის მრუდ და სწორ უბანზე წყვილთვლების ქიმების ცვეთის საანგარიშო (3 და 4) ფორმულების შეფარდებით, ვღებულობთ ქიმის ცვეთის მახასიათებლის საანგარიშო, ახალ მათემატიკურ ფორმულას (5).

$$Q_{\text{ცვ.მ.}} = \frac{\left( \frac{A \cdot \left( 4k \frac{a}{R} \right) + BF_{\text{ბ.ბ.}} + C \frac{P_{\delta p} V^2}{2gR}}{\pi c \delta s} \right)^{1/2} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 2}}{\left( \frac{BF_{\text{ბ.ბ.}}}{\pi c \delta s} \right)^{1/2} \cdot \sqrt{2 \cdot \sqrt{1+f^2} - 2}},$$

$$Q_{\text{ცვ.მ.}} = \sqrt{1 + \frac{A \cdot \left( 4k \frac{a}{R} \right) + C \frac{P_{\delta p} V^2}{2gR}}{BF_{\text{ბ.ბ.}}}} \quad (5)$$

სადაც: K - ცოცვალობის კოეფიციენტი;

R - უბნის სიმრუდის რადიუსი;

$F_{\text{ბ.ბ.}}$  - თვალსა და რელსს შორის ხახუნის კოეფიციენტი;

$\frac{P_{\delta p} V^2}{2gR}$  - ურიკის სიმძიმის ცენტრზე მოქმედი ცენტრიდანული ძალა;

A, B, C - ექსპერიმენტით მიღებული შესწორების კოეფიციენტები; რომლებიც ითვალისწინებს გამოთვლებში არსებულ დაშვებებს;

a - ურიკის ბაზის ნახევარი;

შემუშავებული (5) ფორმულა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ, თუ როგორი ცვალებადობით მიმდინარეობს წყვილთვლების ქიმების ცვეთა მატარებლის სიჩქარისა და ლიანდაგის სიმრუდის რადიუსის ცვალებადობისას.

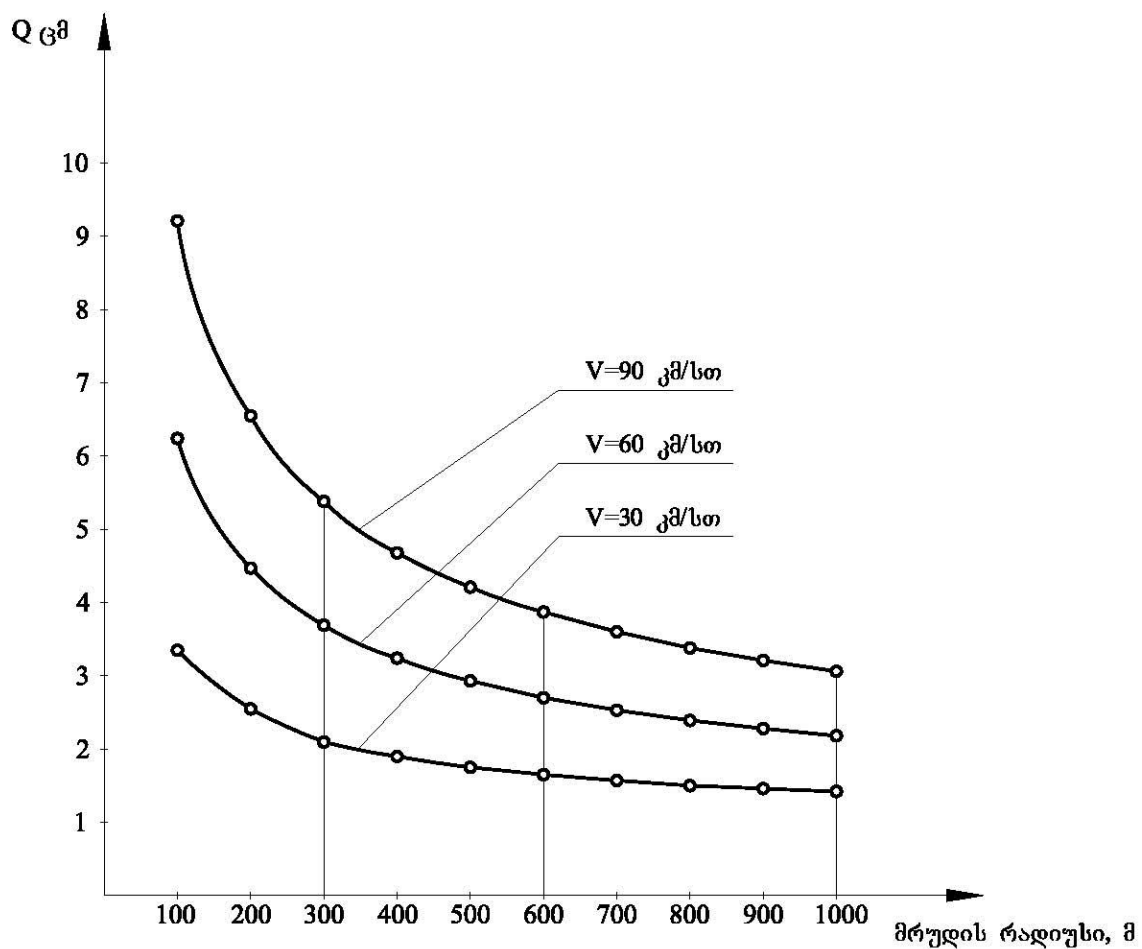
ქიმების ცვეთის სიდიდის გაანგარიშება ჩატარდა სხვადასხვა რადიუსის მქონე მრუდეებზე (100-1000მ) ვაგონების სხვადასხვა სიჩქარით (30-110კმ/სთ) მოძრაობისას.

ქიმის ცვეთის მახასიათებლის სიდიდის განმსაზღვრელი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 7, რომლის საფუძველზეც მოვახდინეთ გზის სიმრუდის რადიუსზე და მოძრაობის სიჩქარეზე ცვეთის მახასიათებლის დამოკიდებულების ა, ბ და გ გრაფიკების აგება (ნახ. 3, 4, 5), საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ (5) ფორმულაში შემავალი პარამეტრების - სიმრუდის რადიუსის შემცირებისა და მოძრაობის სიჩქარის მომატებით ყველა შემთხვევაში გამოკვეთილია ცვეთის მახასიათებლის გაზრდის ტენდენცია, კერძოდ: გრაფიკებიდან იკვეთება, რომ ქიმების ცვეთის მნიშვნელოვანი ზრდა ხდება 600 დან 100 მ-მდე რადიუსის მრუდეებზე ვაგონების მოძრაობისას, მათ შორის განსაკუთრებულად 300მ დან 100მ-მდე რადიუსის მქონე მრუდეებზე, ხოლო 600-დან 1000 მ რადიუსის მრუდეებზე ვაგონების მოძრაობისას ქიმის ცვეთა კლებულობს. ე. ი. შუალედური სიმრუდის რადიუსი, სადაც უკვე იწყება ქიმის ცვეთის კოეფიციენტის მნიშვნელოვანი ცვალებადობა, გაზრდის ან შემცირებისაკენ არის 600 მ.

ამრიგად, მიღებული გაანგარიშებებიდან და შესაბამისად მის საფუძველზე აგებული გრაფიკებიდან (ნახ. 3, 4, 5) შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა, კერძოდ: ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, რადგანაც დადგენილ იქნა, რომ ქიმების ინტენსიური ცვეთის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს, როგორც გზის მრუდი მონაკვეთები, ასევე მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარე, გაზრდილი ცვეთების შემცირების მიზნით, ვიძლევიტ რეკომენდაციას, რომ გზის იმ მონაკვეთებზე ვაგონების მოძრაობისას, სადაც მნიშვნელოვნად იზრდება წყვილთვლების ქიმების ცვეთა, ანუ 600-დან 100 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში, ვაწარმოთ მატარებლის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება, კერძოდ: 300 დან 100 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში დადგენილი 40 კმ/სთ სიჩქარის ნაცვლად, რეკომენდირებულია სატვირთო მატარებლებმა იმოძრაოს 30კმ/სთ სიჩქარით, ხოლო 600-დან 301 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში, დადგენილი 60 კმ/სთ სიჩქარის ნაცვლად 50კმ/სთ სიჩქარით, რაც საბოლოო ჯამში გვაძლევს ვაგონების წყვილთვლების ქიმების ცვეთის 17%-ით შემცირების საშუალებას.

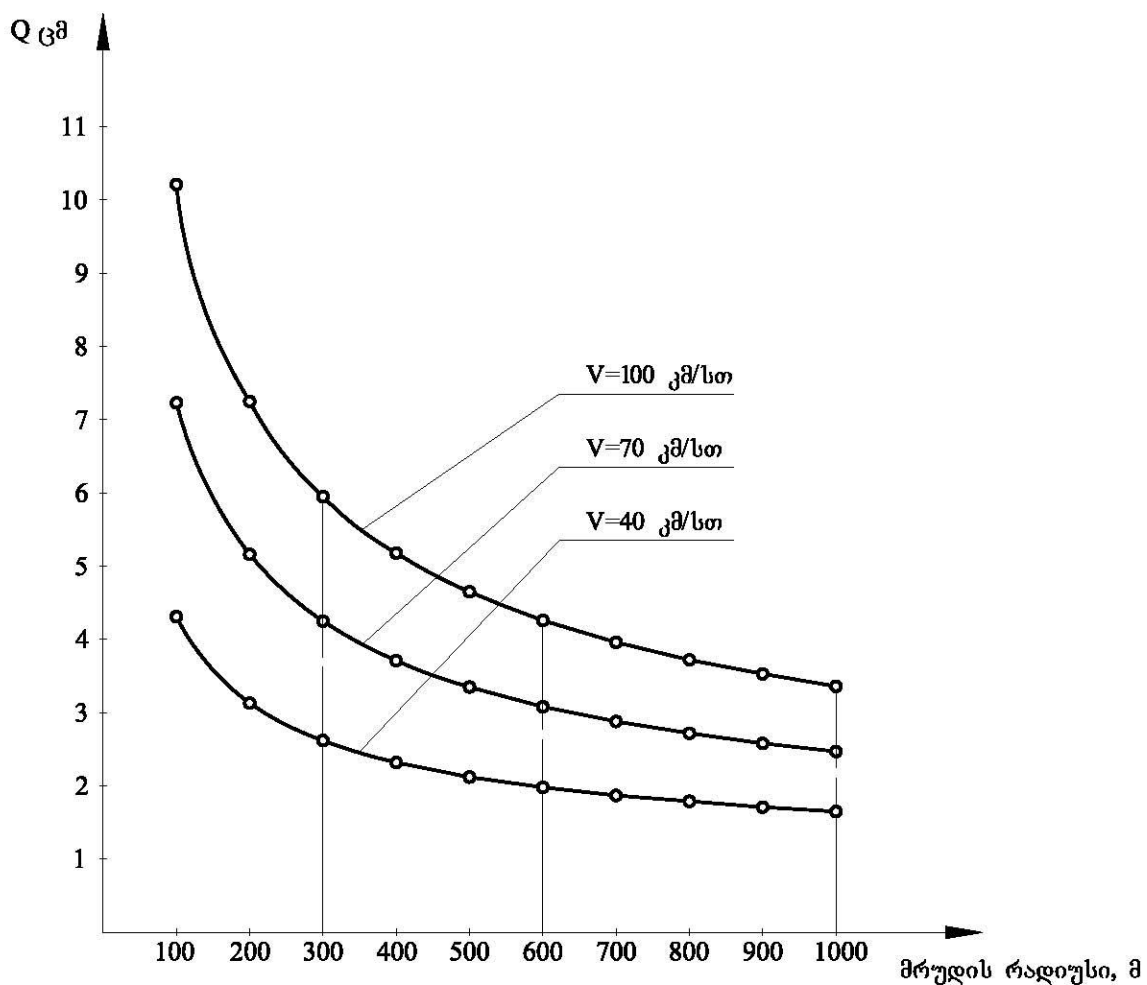
ქიმის ცვეთის მახასიათებლის სიდიდეები, ვაგონების სხვადასხვა რადიუსიან უბნებზე სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობისას

№	მრუდის რადიუსი მ	მრუდზე მოძრაობის სიჩქარე კმ/სთ-ებში								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	100	3,37	4,31	5,27	6,24	7,23	8,22	9,21	10,21	11,21
2	200	2,49	3,13	3,79	4,47	5,16	5,83	6,55	7,25	7,96
3	300	2,11	2,62	3,15	3,69	4,25	4,81	5,38	5,95	6,52
4	400	1,90	2,32	2,76	3,24	3,71	4,20	4,68	5,18	5,67
5	500	1,75	2,12	2,52	2,93	3,35	3,78	4,21	4,65	5,09
6	600	1,65	1,98	2,33	2,70	3,08	3,47	3,87	4,26	4,66
7	700	1,57	1,87	2,19	2,53	2,88	3,24	3,60	3,96	4,33
8	800	1,50	1,79	2,08	2,39	2,72	3,05	3,38	3,72	4,07
9	900	1,46	1,71	1,99	2,28	2,58	2,90	3,21	3,53	3,85
10	1000	1,42	1,65	1,90	2,18	2,47	2,76	3,06	3,36	3,66

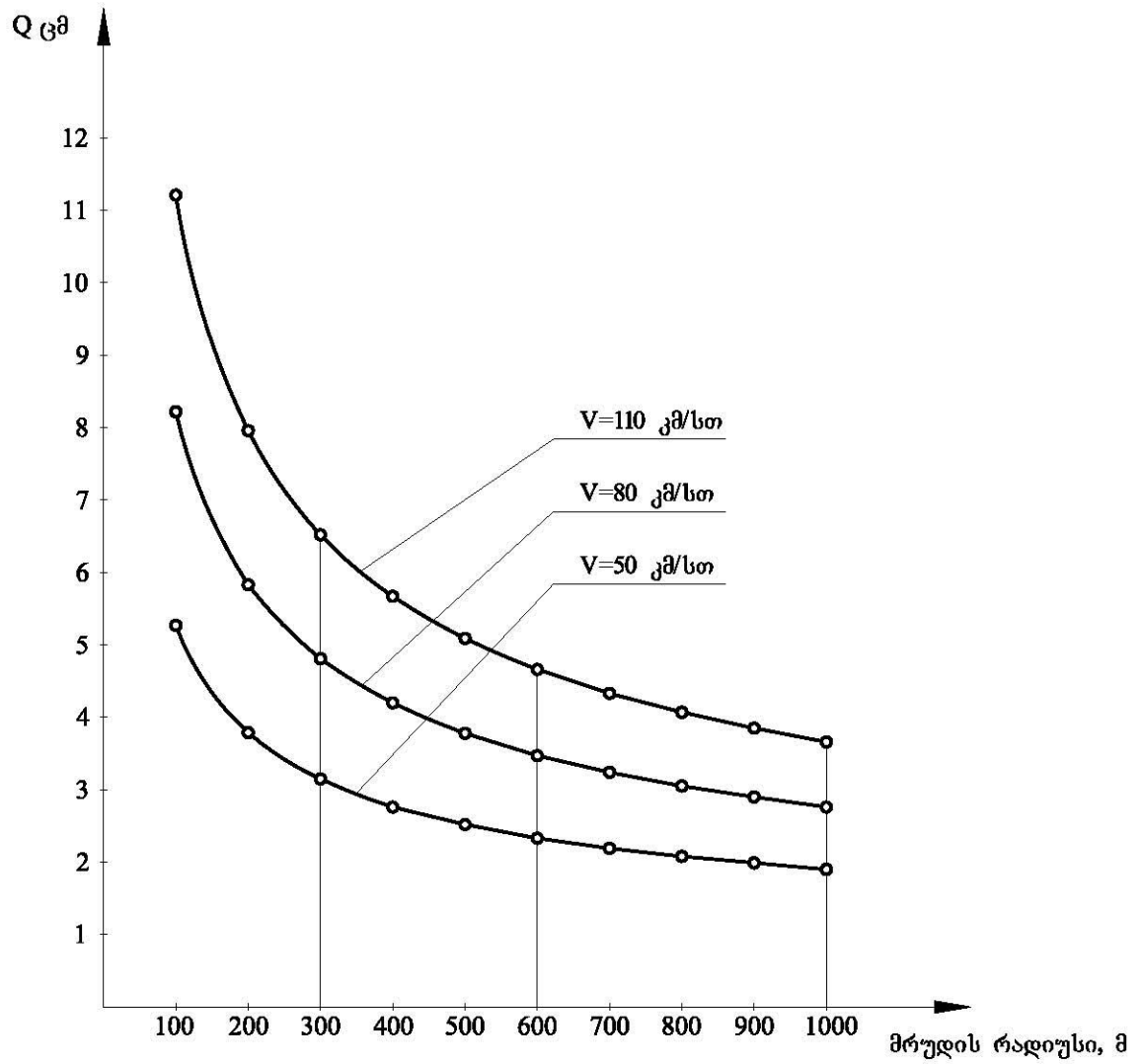


ნახ. 3. ქიმის ცვეთის მახასიათებლის დამოკიდებულების გრაფიკი სხვადასხვა მრუდის რადიუსზე და სიჩქარეზე





ნახ. 4. ქიმის ცვეთის მახასიათებლის დამოკიდებულების გრაფიკის ხგადასხვა მრუდის რადიუსზე და სიჩქარეზე



ნახ. 5. ქიმის ცვეთის მახასიათებლის დამოკიდებულები გრაფიკი სხვადასხვა მრუდის რადიუსზე და სიჩქარეზე

## დასკვნა

1. საქართველოს რკინიგზაზე, მისი გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, საშუალოდ მთლიანი გზის 30-35% შეადგენს სხვადასხვა მცირე რადიუსის მქონე მრუდეები, რომლებიც ვაგონების ექსპლუატაციისას იწვევენ, მათი წყვილთვლების ქიმების ინტენსიურ ცვეთას, კერძოდ: თბილისის, ხაშურის, სამტრედიის, ბათუმის სავაგონო დეპოებში წლის განმავლობაში სარემონტოდ შესული წყვილთვლების ანალიზმა აჩვენა, რომ წყვილთვლების ძირითადი გაუმართაობებიდან, უმეტესობას, ანუ 70% წარმოადგენს ქიმების ცვეთა და დაზიანება, რაც საგრძნობლად ამცირებს მათ მუშაობის რესურსს და ზრდის საექსპლუატაციო ხარჯებს.

2. სარკინიგზო დარგში ბოლო წლებში ჩატარებულმა სამეცნიერო გამოკვლევების მიმოხილვამ და ანალიზმა ცხადყო, რომ მეცნიერთა მხრიდან მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცევა ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების გაუმართაობათა წარმოქმნის და შესაბამისად მათი შემცირების საკითხებს, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ მეცნიერთა მხრიდან შემოთავაზებული რეკომენდაციები და წინადადებები სრულად ვერ ითვალისწინებენ ამ პრობლემური საკითხის გადაწყვეტას, რისთვისაც საჭიროა აღნიშნული კუთხით, საკითხების დამატებით შესწავლა და მათი შემცირებისათვის გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავება.

3. ლიტერატურული წყაროებიდან არსებული ფორმულების ბაზაზე დისერტაციაში შემუშავებულ იქნა წყვილთვლების

ქიმების ცვეთის მახასიათებლის საანგარიშო მათემატიკური ფორმულა, რის საფუძველზეც ჩატარდა გაანგარიშებები, აიგო გრაფიკები და მიღებულ იქნა შესაბამისი დასკვნები, კერძოდ: რადგანაც დადგენილ იქნა, რომ ვაგონების ექსპლუატაციისას წყვილთვლების ქიმების ინტენსიური ცვეთის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს, როგორც გზის მრუდი მონაკვეთები, ასევე მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარე, გაზრდილი ცვეთების შემცირების მიზნით ვიძლევიტ რეკომენდაციას, რომ გზის იმ მონაკვეთებზე ვაგონების მოძრაობისას, სადაც მნიშვნელოვნად იზრდება წყვილთვლების ქიმების ცვეთა, ანუ 600-დან 100 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში ვაწარმოთ მატარებლის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება, კერძოდ: 300 დან 100 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში დადგენილი 40 კმ/სთ სიჩქარის ნაცვლად, რეკომენდირებულია სატვირთო მატარებლებმა იმოძრაოს 30კმ/სთ სიჩქარით, ხოლო 600-დან 301 მ-მდე რადიუსიან მრუდებში დადგენილი 60 კმ/სთ სიჩქარის ნაცვლად, 50კმ/სთ სიჩქარით, რაც საერთო ჯამში გვაძლევს ვაგონის წყვილთვლების ქიმების ცვეთის 17%-ით შემცირების საშუალებას.

4. ქიმების ცვეთის 17%-ით შემცირებამ მოგვცა საშუალება, რომ 17%-ით შევამციროდ წლის განმავლობაში სავაგონო დეპოებში ქიმების ცვეთის მიზეზით სარემონტოდ შესული წყვილთვლების საერთო რაოდენობა, ანუ სარემონტო წყვილთვლების მაჩვენებელი 70,5%-დან დაყვანილ იქნა 53,5%-მდე და 19%-ით გაგზარდოთ წყვილთვლების მუშაობის რესურსი.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი ასახულია შემდეგ პუბლიკაციებში:

1. Г. Шавидзе. Анализ износа колесных пар вагонов на грузинской железной дороге. ТРАНСПОРТ. 2009г. №1-2 (33-34). с 9.
2. Г. Шавидзе. О некоторых отрицательных результатах, вызванных воздействием тормозов на колесные пары вагонов. ТРАНСПОРТ. 2009 г. №1-2 ( 33-34). с. 10.
3. გ. შავიძე. ლიანდაგის სიმრუდის რადიუსის და მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარის გავლენა ვაგონების წყვილთვლების ცვეთაზე. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, №3 (15) 2009 წ., გვ. 61-70.
4. გ. შავიძე, თ. გრიგორაშვილი. ვაგონების წყვილთვლების ცვეთის შემცირებისათვის შემუშავებული რეკომენდაციები. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1-3, 2011 წ., გვ. 93-96.

## Summary

Carriage represents the basic unit of rolling stock, its purpose is to transport passengers and cargo. Despite the fact that carriages with their function are different types and construction, their principal device nodes are almost the same, these nodes are: carriage frame, shock-bascule device, brake system, auto parts, which reliability and functionality is the most important in the safe movement of trains. From the listed nodes, this thesis research is to focus on parts of the train traffic, in particular wheelsets.

Wheelset, which consists of the axis and two wheel placed it on a large scale, is one of the main and responsible part of the body of carriage, whose purpose is to take the transmitted strain by the body of carriage and to give the appropriate destination to the carriage during the movement. Wheelsets have to work in difficult conditions, they will be given to static and dynamic loads, which arise in carriers of the motion, which is why they suffer some depreciation and damage.

It should be noted, that around this issue, or Carriages operating wheelsets depreciation, to study the causes of failure and accordingly, their ways of reducing the number of studies have been carried out by scientists and adopted the conclusions about what causes this failure formation, their growth, etc., but despite the summary of proposals from the scientists about wheelsets failure, depreciation reduction over the proposed suggestions and recommendations, it should be noted that over the railway, its geographic location to which the whole of the road an average of 30-35% of all small radius curves and its frequent movement of carriages on this curves, its again actual the problem of wheelsets crests intensive depreciation, which is proved by my research as well, namely:

1. With the practical observations, which was in progress on the profile of a complex curve of the road section, detected on the moving carriages, that if in the moving of the correct sections of the carriages wheelsets crests depreciation in every 20.000 km is about 1.2 mm, in exploitation of minor radius curves crests depreciation reached to-2,5mm, that is very negative indicator.

2. Logged repair wheelsets analysis showed in the carriage depots of Tbilisi, Khashuri, Batumi, Samtredia, that from the major failure, as it is: weeding, depreciation out, equal depreciation, circular processing, break out, nonequal depreciation, local expansion of wheel, processing of the crest and others, between them most of all, 70% is crest depreciation, and damage (stress crest and thinness of the crest), for the regulations set standards for the cultivation (30-33 mm), other than the abovenamed defects its necessary to make many more works and make expenses, concretely: local expansion of weeding on the surface of wheelset roll and to eliminate failure at the time of other damages like that, is necessary their removal from the surface only according to the rull set, that happens so, that there isn't any more losses and expences, at the time of the spillway crest, for example, if it is already 23 mm, that causes the danger of carriages thrown from the rails, after the scheduled maintenance in accordance with the requirements of instructional wheelset it's necessary to fill their 30 mm, distinction of the given sizes (30-23), or to multiply 7 mm on 2 and to take from this quantity, 14 mm thickness rim, this is large loss, because according to the margin in every 20.000 km average depreciation of wheelset consist 1 mm, we loss 280.000 km resourse with the given of 14 mm thickness rim from the sober surface, which may pass wheelset in the conditions of normal exploitation, that is one of the confirmation, that marked problem is really actual and that frequent depreciation of the wheelset crests during the exploitation of carriages, processes causing the damage is not yet fully explored and requires further research int field and some recommendations for their reduction.

From the abovequestioned problem we have studied marked issue, concretely: on the formules base from the literature sources numeral meanings of the wheelset crests depreciation characteristic at the time of the moving with various speed on the various radius precincts and built schedules of the crests depreciation characteristic's dependence on the moving speed of train and radius variation of the rail-track, these everything took us possibility to show, how changes size of the crest wear characteristic (increasing or decreasing) at the time of moving with various speed in the various radius curves of the road, concretely: appears from the graphs that crest depreciation characteristic's special increase happens at the time of

moving in from 600 to 100 m. radius curves, between them sharply on the radiuses from 300 to 100, and at the moving in the curves from 601 to 1000 radius crests depreciation decreases, also it's clear, that with the increase speed of train and decrease of radius of curve in any case crest wear increases, and with increase of curve radius and with decrease of speed crest depreciation size decreases.

Based on the above, as determined by us, that the reason of the crests intensive depreciation is, as curve sections of road, also with the purpose of decrease of trains moving increase speed depreciations we give recommendation, that at the time of moving of carriages on this sections of road, where significantly increases wheelsets crests depreciation, or make train moving speed decrease in the curves from 600 to 100 m. radius, concretely: instead of established speed 40 km/h in the curves from 300 to 100 m. radius it's recommended for trains to move with 30 km/h, and instead of established speed 60 km/h in the curves from 600 to 301m. radius, that in sum gives us possibility of decrease crest depreciation's 17% of carriage wheelsets.