

გოგიშვილი დავითი

რკინიგზის რთული პროფილის მქონე მცირერადიუსიან
უბნებზე სისტემის “წყვილთვალ-ლიანდაგი” ცვეთების
შემცირების გზები

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
აპრილი, 2012 წელი

საავტორო უფლება © 2012 წელი, გოგიშვილი დავითი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავაცანით დავით გოგოშვილის მიერ შესრულებულ სადოქტორო ნაშრომს დასახელებით: „რკინიგზის რთული პროფილის მქონე მცირერადიუსიან უბნებზე სისტემის “წყვილთვალი-ლიანდაგი” ცვეთების შემცირების გზები“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის საგამოცდო კომისიაში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი:	_____	ა.შარვაშიძე
რეცენზენტები:	_____	ნ. რურუა
	_____	ნ. თევდორაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2012 წელი

ავტორი: გოგიშვილი დავითი

დასახელება: „რკინიგზის რთული პროფილის მქონე მცირერადიუსიან უბნებზე სისტემის “წყვილთვალი-ლიანდაგი” ცვეთების შემცირების გზები“

ფაკულტეტი : სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: აპრილი, 2012 წელი

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

ავტორის ხელმოწერა

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 გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

სარკინიგზო ტრანსპორტი უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური აღმავლობის საქმეში. სატვირთო გადაზიდვებში გამოიყენება უახლესი კონსტრუქციების და თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი მოძრავი შემადგენლობები, რომლებიც მოძრაობენ საზღვარგარეთის რკინიგზებზე და ასრულებენ საერთაშორისო გადაზიდვებს. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ რკინიგზაზე მოძრაობენ დიდი მასებისა და სიგრძეების მქონე მატარებლები, რომლებიც ურთიერთქმედებენ სარელსო გზასთან და შესაბამისად ადგილი აქვს ინტენსიურ ცვეთებს მოძრავი შემადგენლობების სავალი ნაწილების წყვეილთვლების თვლების ქიმებსა და რელსების თავების შიგა წახნაგებს შორის. მთლიანობაში ისინი ქმნიან “თვალი-რელსი“-ს სისტემას და იგი განიხილება, როგორც ერთიანი მექანიკური სისტემა. ცვეთების პრობლემა თვლების ქიმებსა და რელსების თავების შიგა წახნაგებს შორის წარმოადგენს მსოფლიოს ყველა ქვეყნების რკინიგზების პრობლემას, რომელიც ხასიათდება მაღალი აქტუალურობით. აღნიშნულ საკითხს მიეძღვნა უმაღლესი დონის მრავალი საერთაშორისო კონფერენცია. მრავალი მკვლევარის მიერ იქნა დაყენებული “თვალი-რელსი“-ს სისტემაში წარმოშობილი ინტენსიური ცვეთების გამომწვევი მიზეზები და შესაბამისად დასახულ იქნა პრევენციის გარკვეული ზომები.

მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტალური დაკვირვებების შედეგად დადგენილია, რომ ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედებისას წარმოშობილი ცვეთების ერთ-ერთ მთავარ წყაროდ ითვლება სატვირთო ვაგონების 18-100 მოდელის ორდერძიანი სავალი ნაწილები. აღნიშნული სამელემენტო სავალი ნაწილის მნიშვნელოვან ნაკლოვანებად მიჩნეულია მისი არასაკმარისი შეკავშირების ხარისხი შემადგენელ ელემენტებს შორის და ურიკის რესორებზე და ძელზე განლაგებული ჰორიზონტალური სრიალები, რომლებიც კონსტრუქციულად წარმოადგენენ ყუთისებურ მოდელს და პრაქტიკულად დადასტურებულია, რომ ისინი ითვლებიან მოძველებულ და უვარგის კონსტრუქციად. აღნიშნული კვანძი ურთიერთქმედებაშია ვაგონის ძარის ჰორიზონტალურ სრიალებთან და ეხებიან მათ მოძრაობისას ლიანდაგის მრუდ უბნებზე. ამიტომ ვაგონების ქარხნული წარმოებისას და მისი რემონტიდან გამოსვლისას მათ შორის დაცული უნდა იყოს ნომინალური ღრეჩოს სიდიდე, რაც ექსპლუატაციის პროცესში მცირდება და მოითხოვს კონტროლს. გარდა აღნიშნულისა, როდესაც ურიკისა და ძარის სრიალებს შორის საზეთი მასალა მოცილებულია ურთიერთხახუნის შედეგად ნაცვლად სველი ხახუნისა ადგილი აქვს მშრალ ხახუნს და როდესაც არის ისეთი შემთხვევა, რომ ვაგონის ძარის დიაგონელზე მყოფი სრიალები და ურიკის დიაგონალური სრიალები ერთმანეთზე დაჯდება შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს ვაგონის ჩავარდნას ლიანდაგში, რაც რკინიგზისთვის წარმოადგენს ერთობ არასასურველ პროცესს და ვაგონების რელსებზე ხელახალი განთავსება დაკავშირებულია არამარტო ტექნიკის გამოყენებასთან, არამედ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ზარალთანაც. გარდა ამისა არსებული ყუთისებური კონსტრუქციის სრიალა

გარკვეულ გავლენას ახდენს “თვალი-რელსი” სისტემის შემადგენელი ელემენტების ცვეთების პროცესზე. შესაბამისად სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს შემუშავდეს ახალი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური სრიალა.

ამერიკის, იაპონიის, კანადის და ევროპის ქვეყნების სატვირთო მოძრავი შემადგენლობების სხვადასხვა მოდელის სავალ ნაწილებში გამოყენებული სრიალების კონსტრუქციების დრმა ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულ იქნა სრულიად ახალი კონსტრუქციის სრიალა, ჩატარებული კვლევები პრაქტიკულად ადასტურებს, რომ სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი სატვირთო ვაგონის ორდერდიანი სავალი ნაწილის სრიალა კონსტრუქციულად წარმოადგენს სრულიად განსხვავებულ კონსტრუქციას და მისი ანალოგი არცერთ სალიტერატურო ან ინტერნეტ წყაროებში არ მოიპოვება. ამერიკული წარმოების Barber-ის ტიპის ყველაზე გავრცელებული ურიკის მოდელში სრიალებში გამოყენებულია ორ-ორი შეწყვილებული ცილინდრული გორგოლაჭი. ამ შემთხვევაში ძარის დაყრდნობისას სრიალაზე მისი წინსვლითი მოძრაობის დროს სრულდება გორვითი ხახუნი, ხოლო ღიანდაგის მრუდ უბანში ვაგონის განივი გადანაცვლებისას, რომლებიც წარმოიშვებიან ვაგონების განივი რხევების დროს სწარმოებს სრიალის ხახუნი. ე.ი. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ორი სახის ტრიბოტექნიკურ პროცესს – გორვით და სრიალის ხახუნებს. მაშასადამე თვითონ გორგოლაჭს ამ შემთხვევაში შეუძლია განახორციელოს მხოლოდ ბრუნვითი მოძრაობა X ღერძის მიმართ.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ნებისმიერ სხეულს სივრცეში OXYZ კოორდინატთა სისტემაში შეუძლია ჰქონდეს ექვსი თავისუფლების ხარისხი და შესაბამისად განახორციელოს X, Y და Z ღერძების მიმართ სამი წინსვლითი და სამი ბრუნვითი მოძრაობა. შემოთავაზებულ ახალი კონსტრუქციის სრიალაში ბურთულას შეუძლია განახორციელოს სამი სახის ბრუნვითი მოძრაობა X, Y და Z ღერძების მიმართ და შესაბამისად მას სივრცით კოორდინატთა სისტემაში ექნება სამი თავისუფლების ხარისხი და სამივე მხოლოდ ბრუნვითი (ყველა წინსვლითი მოძრაობა მისთვის შეზღუდულია).

სრიალას წარმოდგენილი კონსტრუქცია ითვალისწინებს სპეციალურ ყუთს, რომელიც შედგება ორი ნაწილისაგან – ქვედა სადაც სპეციალურ ღარებში ჩაეწყობა ბურთულები და ზედა, რომელიც ასრულებს ხუფის მოვალეობას, რომლის ზემოთაც ბურთულა ამოწეულია დაახლოებით 1/3 ნაწილით იმ მიზნით, რომ იგი არ ამოვარდეს ბუდიდან. ბუდეებში განთავსდება საზეთი მასალა ცვეთების და ხმაურის შემცირების მიზნით. წარმოდგენილი სრიალა არსებითად შეამცირებს ცვეთებს არამარტო უშუალოდ სრიალებში არამედ ნებისმიერ სხვა ზემოხსენებულ სრიალას კონსტრუქციასთან შედარებით იგი შეამცირებს მიმმართველი და გვერდითი ძალების ზემოქმედებას თვლების ქიმებისა და რელსების თავების შიგა წახნაგებს შორის, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს შესაბამისად ცვეთების შედეგებს, რომლებიც გამოწვეულია 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით. წარმოდგენილი სრიალა შესაძლებელია ასევე შესრულდეს კომბინირებულ ვარიანტში ელასტომერთან ერთად, რაც მეტ სიმდოვრეს

შესძენს ვაგონის სვლას და შეამცირებს ურიკების ზიგზაგურ მოძრაობას ძარის განივი გადანაცვლებების შემცირების გამო.

სრიალას ძირითად დადებით თვისებად სხვა კონსტრუქციების სრილებთან შედარებით უნდა ჩაითვალოს ის თვისება, რომ მასში ნაცვლად ორი სახის ხახუნისა – გორვის და სრიალის, ხორციელდება ერთი სახის ხახუნი – გორვითი ხახუნი. ე.ი. ამ შემთხვევაში გამარტივებულია ტრიბოტექნიკური პროცესი და ცვეთები მნიშვნელოვნად შემცირდება სრიალას კონსტრუქციაში. ამასთანავე კონსტრუქციის მთავარ ღირსებად უნდა იქნეს მიჩნეული, რომ ძარისა და ურიკის სრიალებს შორის არსებული ნომინალური ღრეჩოს მინიმუმამდე შემცირებისას, მაშინ, როდესაც ორი ურიკის დიაგონალზე ძარა “დაჯდება” სრიალებზე არ მოხდება ძარის გაჭედევა სრიალებზე და ვაგონის ჩავარდნა ლიანდაგის მრუდ უბნებში, რასაც ამჟამად არსებული ყუთისებური კონსტრუქციის სრიალების შემთხვევაში აქვს ადგილი განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მოხახუნე ზედაპირებს შორის მთლიანად მოცილებულია სახეთი მასალის ფენა და ხორციელდება მშრალი ხახუნი.

ჩატარებული სამუშაოს პრაქტიკულ ღირებულებად უნდა ჩაითვალოს, რომ ახალი კონსტრუქციის სრიალას წარმოებაში დანერგვის შემთხვევაში, რაც თავისთავად დაკავშირებული იქნება საწარმოს პირველად ფინანსურ ხარჯებთან, გარკვეულწილად შემცირდება ცვეთები თვლებისა და რელსების კონტაქტურ ზედაპირებს შორის “თვალი-რელსი“-ს სისტემაში, ამადღდება მოძრაობის უსაფრთხოება, სავალი ნაწილის საიმედოობა, გაიზრდება უშუალოდ კვანძის მუშაობის ხანგამძლეობა, რაც მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს მოუტანს, როგორც საწარმოს ასევე მთლიანად რკინიგზას.

Abstract

Rail transport plays an important role in our country's economic growth. In freight traffic are used according for the later structures and modern requirements rolling stocks that are moving on the foreign railways and carried out international traffic. Widely is known that on railways are moving having large masses and length trains, which are interacting with rail track and in accordance takes place of intense deterioration between rolling stock running gears driving wheel-pairs flanges and rail heads internal surface area. Integrally they constitute the "wheel - rail" system and it is considered as a unified mechanical system. The problem of deterioration between wheel's flanges and rail heads internal surface area represents the problem of all countries railways that are characterized by a high topicality. For the mentioned issue was dedicated lot of highest level international conferences. By lot of researchers was put on the agenda causes of originated in the "wheel - rail" system intensive deteriorations and accordingly are outlined the certain measures of prevention.

As a result of the numerous experimental observations, it is estimated that as one of the main sources of originated at track and rolling stock interaction deterioration are considered two-axles running gears of freight rail-cars model 18-100. As significant disadvantage of mentioned three-element running gear is considered its non-sufficient level of connection between the constituent elements and the located on truck bolster horizontal bearers that structurally represents box-shaped model and practically is confirmed that they are considered as obsolete and faulty structure. The mentioned unit was in interaction with rail-car's body's horizontal bearers at its movement on track curvilinear sites. Therefore, at the cars factorial production and repair would be kept nominal value of clearances that is reducing during operation process and requires control. Besides the above mentioned, when lubricating material between car truck and rail-cars body's is removed as a result of inter-friction, takes place a dry friction instead of wet friction, and when there is such a case, that the located on the tail-car's body's diagonal bearers and the car truck's diagonal bearers would be supported to each-another, is possible to occurred rail-car's dropping on rail that represents the very undesirable process for railway and relocation of rail-cars on rail track is related not only to the application of equipment, but also with significant economic losses. In addition current box-shaped bearers are influenced on deterioration process of constituent elements of "wheel - rail" system. Accordingly the objective of work is to develop the new structure horizontal bearer.

On the deeply analysis of applied in the running gears of various model freight rolling stock of U.S., Japan, Canada and European countries bearers is developed completely new structure of bearing, the conducted researches practically confirms that presented in the dissertation work freight rail-car two-axle running gear's bearing represents the a totally different separate structure and its analogous will not be found in any literary or Internet sources. As it is above mentioned, the most prevalent American-made Barber - type model car truck's bearers are applied two paired cylindrical rollers. In this case, at the body supporting in the bearer at its translational movement is occurred rolling friction, and on the rail track curvilinear sites at rail-car's movement that are originated at rail-cars transverse oscillations is occurred sliding friction. I.e. in this case there are two types of tribo-technical process - rolling and slip friction. Furthermore the roller itself in this case has the possibility to execute only rotational motion related the X axis.

It is generally known, that any body in space in the OXYZ coordinate system would had a six degree of freedom and accordingly carry out three translational and three rotational movement around X, Y and Z axis. In the proposed new structure bearer the roller can carry out three types of rotational movement around X, Y and Z axis, and therefore it will have in spatial coordinate system three degrees of freedom, and all of them would be rotational (all translational movement is limited).

In the presented structure of bearer is presented a special box, which consists from two parts - the lower, where in special grooves will be installed balls and upper, that performs as covers, above which the ball is lengthened approximately on 1/3 of its diameter in order to prevent its slip out from the groove. In the grooves is located lubricant material in order to reduce deterioration and noise. The presented bearer substantially reduce deterioration not only directly in bearers but also in comparison with any other above-mentioned bearer's it would reduce the impact of the guides and lateral forces impact between wheels flanges and rails heads internal surface area, that significantly would reduce the results, of deterioration which are caused by 18-100 model running gears. The presented bearer also is possible to perform in combined variant with elastomer, which give more smoothness to rail-car movement and reduce car trucks zigzag movement due reducing the lateral displacement of rail-car body.

The main advantages of bearer in comparison with other structure of bvearers should be considered the feature that instead of two types of friction - rolling and sliding, is occurred one type of friction – rolling friction. I.e. in this case is simplified the tribo-technical process and significantly will be reduces deteriorations in bearers structure. Thus as the main advantage of structure would be considered that at reducing to minimum of existing nominal clearance between rail-cars body and car truck's bearings, while on the two car trucks diagonal the rail-car's body "drops" on bearers would not occurs rail-car's body's jamming on bearers and rail-cars derailment on curvilinear sites that takes place in currently available box-shaped structure bearer's case, especially when between the frictional surface fully is removed layer of lubricant material and is occurred dry friction.

As the practical value of carried out work should be considered that in the case of production startup of new structure of bearing that is itself connected to the company's initial outlays, in some degree would be reduced deteriorations between wheels and rails contact surfaces in "wheel – rail" system, will increase traffic safety, reliability of running gear, improves durability of unit' operation, that gives the significant economic profit to enterprise as well as to whole railway.

შინაარსი

შესავალი	14
1. ლიტერატურის მიმოხილვა	20
2. შედეგები და მათი განსჯა	53
2.1. სატვირთო ვაგონებში სავალი ნაწილების გამოყენების აუცილებლობა, მათი ევოლუცია და მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების სატვირთო ვაგონებზე გამოყენებული სავალი ნაწილების სქემები, ძირითადი პარამეტრები და მათში გამოყენებული სრიალების კონსტრუქციები.....	53
2.1.1. სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების მსოფლიო ევოლუციური პროცესი და მათი ძირითადი კონსტრუქციული გადაწყვეტისა და მოდერნიზირების კრიტერიუმები.....	53
2.2. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების რკინიგზებზე მოძრავ თანამედროვე ოთხღერძიან სატვირთო ვაგონებში გამოყენებული სავალი ნაწილები და მათი ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები.....	72
2.2.1. ფრანგული წარმოების სატვირთო ვაგონის “Y” სერიის სავალი ნაწილის ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები.....	73
2.2.2. ამერიკული წარმოების სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილი „Barber“-ი და მისი ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები.....	79
2.2.3. რუსეთის წარმოების ორღერძიანი 18–100 მოდელის სავალი ნაწილის (კვლევის ობიექტი) ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები....	83
2.2.4. ამერიკული წარმოების ორღერძიანი ინოვაციური სავალი ნაწილი Barber S-2-R.....	87
2.3. ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონის ძარის სავალ ნაწილებთან შეერთების ერთიანი დინამიკური სქემის შედგენა და 18-100 მოდელის სავალი ნაწილის სრიალების კონსტრუქციული მოდერნიზაციის აუცილებლობის დასაბუთება.....	94
2.4. სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის ახალი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური სრიალა და ვაგონის ძარის სრიალებსა და ურიკის სრიალებს შორის მიმდინარე ტრიბოტექნიკური პროცესის დადგენა.....	114
3. დასკვნა	123
გამოყენებული ლიტერატურა	125

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. ევროპის რკინიგზებზე მოძრავი სატვირთო ვაგონების ფრანგული მოდელის “Y” ტიპის სავალი ნაწილების ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები.....	75
ცხრილი 2. ამერიკული წარმოების ორღერძიანი სავალი ნაწილი “Barber”-ის ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები.....	81
ცხრილი 3. ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის ორღერძიანი სავალი ნაწილის ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები.....	85
ცხრილი 4. 18-100 და 18-9810 მოდელის სავალი ნაწილების ტექნიკური მახასიათებლები.....	89
ცხრილი 5. 18-194-1 და Barber S-2-S მოდელი 18-9855 ურიკების ძირითადი პარამეტრები.....	90
ცხრილი 6. 18-100 მოდელის სავალი ნაწილის სრიალას ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები.....	99
ცხრილი 7 ფოლადების ქიმიური შემადგენლობა.....	121

ნახაზების ნუსხა

- ნახ. 1. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ბუქსზედა რესორული ჩამოკიდებით დაშტამპული კონსტრუქციის ჩარჩოთი.....57
- ნახ. 2. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებით და ბალანსირებით.....58
- ნახ. 3. ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონების სარტყელებიანი ჩარჩოს მქონე ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა.....60
- ნახ. 4. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული ელიფსური კონსტრუქციის ფურცლოვანი რესორებით და გაძლიერებული რესორებქვედა კავშირებით.....61
- ნახ. 5. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული რხევების ფრიქციული შთანთქმელებით და წრფივი მოქმედების დრეკადი ელემენტებით.....63
- ნახ. 6. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი მოდერნიზირებული სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა სიბრტყობრივი (ან სივრცობრივი) მოქმედების რხევების ფრიქციული შთანთქმელებით.....64
- ნახ. 7. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ფრიქციული შთანთქმელებით და დრეკადი სრიალებით.....66
- ნახ. 8. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა მადემპფირებელი სრიალებით.....67
- ნახ. 9. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა საბუქსე კვანძებში გამოყენებული დრეკადი კავშირებით და შუასადებებით.....69
- ნახ. 10. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპიალური სქემა ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული რეგულირებადი პნევმატური ჩამოკიდებებით და სხვადასხვა დამატებითი მოწყობილობებით.....70

ნახ. 11. Y25C ტიპის ურიკა.....	74
ნახ. 12. ამერიკული წარმოების ორლერძიანი სავალი ნაწილი “Barber”-ი.....	80
ნახ. 13. რუსული წარმოების ორლერძიანი სავალი ნაწილი მოდელი 18-100.....	84
ნახ. 14. ურიკა Barber S-2-R.....	88
ნახ. 15. ამერიკული ურიკა Bარბერ შ-2-ლ მოდელი 18-9855.....	92
ნახ. 16. დახურული სატვირთო ვაგონის ძარის 18-100 მოდელის სავალ ნაწილებთან შეერთების ერთიანი დინამიკური სისტემა.....	95
ნახ. 17. ძარის ურიკაზე დაყრდნობის პრინციპიალური სქემა ვაგონის მომრაობისას მრუდში.....	96
ნახ. 18. 18-100 მოდელის ურიკაში გამოყენებული ყუთისებრი კონსტრუქციის სრიალა.....	100
ნახ. 19. ფირმა “სტაკი“-ის სხმულ ყუთში განლაგებული ერთგორგოლაჭიანი კონსტრუქციის სრიალა.....	102
ნახ. 20. ფირმა “სტაკი“-ის ღია ყუთში განლაგებული ერთგორგოლაჭიანი კონსტრუქციის სრიალა.....	103
ნახ. 21. ფირმა “სტაკი“-ის ღია ყუთში განლაგებული ორგორგოლაჭიანი კონსტრუქციის სრიალა.....	104
ნახ. 22. სტაკის ფირმის ერთგორგოლაჭიანი სრიალა ელასტომერებით..	105
ნახ. 23. სტაკის ფირმის ორგორგოლაჭიანი სრიალა ელასტომერებით....	106
ნახ. 24. სტაკის ფირმის კომბინირებული სრიალა გორგოლაჭით და ელასტომერით.....	107
ნახ. 25. სტაკის ფირმის სრიალა ელასტომერით.....	108
ნახ. 26. დრეკად-ფრიქციული სრიალა.....	110
ნახ. 27. კომბინირებული კონსტრუქციის სრიალა ზამზარული დრეკადი საყრდენით და გორგოლაჭით.....	111
ნახ. 28. კომბინირებული კონსტრუქციის სრიალა ელასტომერით და გორგოლაჭით.....	112

ნახ. 29. ახალი კონსტრუქციის სრიალა.....	115
ნახ. 30. ახალი კონსტრუქციის სრიალა დაშლილ მდგომარეობაში.....	116
ნახ. 31. ურიკის ბურთულებიან ჰორიზონტალურ სრიალაში გორვის ხახუნის წარმოშობის სქემა სრიალას დინამიკური დატვირთვის დროს ლიანდაგის მრუდ უბანზე.....	119

შესავალი

უსაფრთხოების თვალსაზრისით რკინიგზის ტრანსპორტი ითვლება მაღალი რისკის შემცველ სატრანსპორტო საშუალებად, მასზე მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და ეფექტური მუშაობა მნიშვნელოვნად არიან დაკავშირებული საგაგონო, სალოკომოტივო და სალიანდაგო მეურნეობების ტექნიკურ საშუალებათა არამარტო არსებულ მდგომარეობაზე, არამედ პერსპექტიულზეც. რკინიგზის ტრანსპორტზე გადაზიდვითი პროცესის უწყვეტად და შეუფერხებლად შესრულებისათვის აუცილებელ პირობად ითვლება რკინიგზის გამწვევ და მისაბმელ მოძრავ შემადგენლობათა მუდმივად გამართულ მდგომარეობაში ყოფნა. რკინიგზის ზემოთ ხსენებული ქვედანაყოფები წარმოადგენენ რკინიგზების ტექნიკურ აღჭურვილობათა ძირითად ბირთვს და ისინი განსაზღვრავენ ამ სახის ტრანსპორტის განვითარების სამომავლო პერსპექტივებს.

რკინიგზაზე მატარებელთა წვევის თანამედროვე სახეები საშუალებას იძლევიან ფორმირებულ იქნეს მძიმეწონიანი და გრძელშემადგენლობიანი მატარებლები, განვითარდეს მოძრაობის დიდი სიჩქარეები და განხორციელდეს მატარებელთა გაუჩერებელი გარბენები დიდ მანძილებზე. აღნიშნულის განსახორციელებლად ვაგონების და ლოკომოტივების კონსტრუქციებს და მთლიანად გზის მდგომარეობას მოეთხოვებათ საიმედოობის განსაკუთრებულად მაღალი ხარისხი.

სარკინიგზო ტრანსპორტის როლი განუზომლად დიდია როგორც ჩვენი ქვეყნის ასევე მსოფლიოს მთელი რიგი მაღალგანვითარებული ქვეყნების ერთიან სატრანსპორტო სისტემაში. რკინიგზის გამწვევი და მისაბმელი მოძრავი შემადგენლობები წარმოადგენენ ხანგრძლივი პერიოდით მომუშავე ცვალებად საშუალებებს, რომელთა კონსტრუქციულ სიმტკიცეზე და საიმედოობაზე უმნიშვნელოვანესწილად არის დამოკიდებული რკინიგზაზე მოძრაობის უსაფრთხოება. ამასთან დაკავშირებით რკინიგზის მოძრავ შემადგენლობათა მოდერნიზაცია და სრულყოფა ითვლება ერთ-ერთ აქტუალურ ამოცანად, რომლის გადაწყვეტაზეც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქვეყნის სახალხო-სამეურნეო

გეგმების შესრულება, წარმოების ინტენსიფიკაცია და მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის დაჩქარება. სარელსო ტრანსპორტის მუდმივად განახლებისათვის უპირველეს ამოცანას წარმოადგენს უფრო მეტად სრულყოფილი და ამაღლებული იქნეს სამეცნიერო კვლევების დონე განსაკუთრებით რკინიგზის მოძრავ შემადგენლობათა და ლიანდაგის ურთიერთქმედებისას წარმოშობილ დინამიკურ პროცესებში.

ვაგონის დაპროექტება ითვლება რთულ საინჟინრო ამოცანად, ვინაიდან ყოველმხრივ უნდა იყოს გათვალისწინებული რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოება. ვაგონი თავის მხრივ წარმოადგენს რთულ სისტემას, ამიტომ ახალი ტიპისა და კონსტრუქციის ვაგონების შექმნა მოიცავს პროექტირების ეტაპებს, ექსპერიმენტალურ კვლევებს და სხვ. ყველა მოთხოვნებთან ერთად სატვირთო ვაგონების მექანიკურმა ნაწილმა უნდა დააკმაყოფილოს სიმტკიცის აუცილებელი ნორმები, მუშაობდნენ ხანგრძლივად და აკმაყოფილებდნენ ექსპლუატაციის არამარტო არსებულ, არამედ პერსპექტიულ მოთხოვნებსაც. სატვირთო ვაგონები პროექტირდებიან მძიმეწონიან შემადგენლობაში ექსპლუატაციის პირობებისათვის მოძრაობის სიჩქარეებისათვის 120 კმ/სთ. ისინი პროექტირდებიან გარემომცველი გარემოს უკიდურესი ზღვრებისათვის +50°C-დან -50°C-მდე, რომლის დროსაც ყველა მათმა სისტემამ უნდა იმუშაოს საიმედოდ და პრაქტიკულად გამორიცხული იყოს სერიოზული სახის მტყუნებანი რაც საფრთხეს შეუქმნის რკინიგზაზე მოძრაობის უსაფრთხოებას. ვაგონების პროექტირების მეთოდები, აგრეთვე ძირითადი მოთხოვნები წაყენებული ვაგონების კონსტრუქციებისა და მათი სისტემების მიმართ მუშავდებოდა ათწლეულების განმავლობაში დიდი რაოდენობის მკვლევარებისა და გამოგონებლების მონაწილეობით. შედეგად ცალკე გამოიყო დამოუკიდებელი მეცნიერება ვაგონის შესახებ, რომელიც მოიცავს თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევების რეზულტატებს და მიმართულია ვაგონების კონსტრუქციების საიმედოობის ამაღლებისაკენ, სავალი ნაწილების დინამიკური თვისებების გაუმჯობესებისაკენ და ა.შ. მიუხედავად მრავალი საფუძვლიანი მეცნიერული კვლევებისა და ექსპერიმენტებისა სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების კონსტრუქციული სრულყოფის საკითხი

ვაგონმშენებლობაში მომუშავე მეცნიერებისათვის კვლავაც რჩება აქტუალურ საკითხად, ვინაიდან სწორედ სავალი ნაწილები (ურიკები) ითვლებიან ვაგონების იმ ერთ-ერთ ყველაზე საპასუხისმგებლო კვანძებად, რომელთა საიმედოობაც პრაქტიკულად დიდმნიშვნელოვნად განსაზღვრავს სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობას.

ექსპლუატაციის თანამედროვე პირობებში, როდესაც გაზრდილია მატარებელთა მასები და მოძრაობის სიჩქარეები განსაკუთრებით აქტუალურ პრობლემად კვლავაც რჩება “თვალი-რელსი” სისტემის ცვეთების საკითხი. ლიანდაგის და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედება ითვლება ერთიანი მექანიკის მნიშვნელოვან ნაწილად, რომელმაც შექმნა ფუნდამენტალური მეცნიერული მიმართულებები სარკინიგზო ტექნიკის თეორიაში. აღნიშნული პრობლემა აქტუალურია მთელი მსოფლიოს მასშტაბით და მისი გადაწყვეტა კვლავაც წარმოადგენს რთულ პრობლემას. პრობლემის ყველაზე უფრო მახასიათებელ საკითხს წარმოადგენს გზის არასტანდარტულ და მცირე რადიუსიან უბნებზე ($300 \div 500$ მ) “თვალი-რელსი” სისტემის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოშობილი რელსების თავების გვერდითი წახნაგების და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთები.

რკინიგზის მოძრავ შემადგენლობათა დინამიკა, შეისწავლის ლოკომოტივებისა და ვაგონების ლიანდაგზე მოძრაობის, რხევებისა და მდგრადობის საკითხებს, ასევე მატარებელთა სტაციონალური და გარდამავალი მოძრაობის რეჟიმებს. მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის ფორმულირებულია ფუნდამენტალური ცოდნა სარკინიგზო ტრანსპორტის დინამიკის საკითხებში, ზოგიერთი მათგანი კვლავაც მოითხოვს შემდგომ გაშუქებას და გარღმავებას. ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედება წარმოადგენს საერთო მექანიკის ფუნდამენტალურ შტოს, რომლის დახმარებითაც იგება სარკინიგზო ტექნიკის თეორიის დიდი ნაწილი. მისი მეშვეობით დგინდება ლიანდაგისა და მოძრავ შემადგენლობათა ძირითადი კონსტრუქციული პარამეტრები, მათი მოწყობილობა და ექსპლუატაციაში შენახვის ნორმები. საყოველთაოდ ცნობილია ამ

პრობლემის არსი და მისი გადაწყვეტის სირთულე, რომელიც წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე აქტუალურ საკითხს სარკინიგზო დარგში. აღნიშნულ პრობლემის ყველაზე მახასიათებელ საკითხს წარმოადგენს გზის მცირე რადიუსიან უბნებზე “თვალი-რელსი” სისტემის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოშობილი რელსების თავების გვერდითი წახნაგების და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთები. დადგენილია, რომ ცვეთების ძირითად წყაროებად ითვლებიან თვლების ქიმების რელსების თავებთან კონტაქტის მიმმართველი ძალები, გვერდითი ძალები, ჩარჩოს ძალები, წყვილთვლების მიერ გადაცემული ძალები “რელსი-შპალის” მესერზე, თვლების ქიმების რელსების თავებზე გაქანების კუთხეებზე, დამუხრუჭების დროს ჩასოლვის შემთხვევაში წარმოშობილი ძალები, ინერციის ძალები მრუდში და ა.შ.

საქართველოს რკინიგზის ლიანდაგის რთული პროფილი დამატებით პრობლემებს ქმნის სატვირთო მოძრავ შემადგენლობათა მრუდწირული მოძრაობის დინამიკური ანალიზის პროცესის შესწავლის მიზნით, ვინაიდან როგორც ჩვენთვის ცნობილია მატარებელთა მასებმა ჩვენს რკინიგზაზე გადააჭარბა 2500 ტონას. მძიმეწონიანი მატარებლის მოძრაობა გაზრდილ ქანობებზე და მცირე რადიუსიან უბნებზე, განსაკუთრებით კი ისეთ მონაკვეთებზე როგორცაა ხაშური-ხესტაფონის ამჟამად არსებული სარკინიგზო უბანი, რომელიც განსაკუთრებით ხასიათდება მიხვეულ-მოხვეული უბნებით და მოძრავი შემადგენლობის მრუდწირული მოძრაობის დინამიკის ანალიტიკურად შესწავლის თვალსაზრისით წარმოადგენს ერთობ აქტუალურ უბანს.

თანამედროვე პირობებში ახალი აბრეშუმის გზის ამოქმედებასთან ერთად გარდა იმისა, რომ საქართველოს რკინიგზის ინფრასტრუქტურა მოითხოვს მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას, მოძრავ შემადგენლობათა მოძრაობის სიჩქარეების ამაღლება დადგება დღის წესრიგში და მის გარეშე შეუძლებელი გახდება ისეთი დიდი მოცულობის სატვირთო გადაზიდვების შესრულება, როგორც უახლოეს ხანებში დადგება საქართველოს რკინიგზის წინაშე. ამიტომ რკინიგზის უბნების გამტარობის უნარის ამაღლება პირდაპირ კავშირშია მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარის ამაღლებასთან.

მრავალჯერადი ექსპერიმენტალური კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ერთ-ერთ ძირითად ენერჯის წყაროს, რომელიც იხარჯება რელსების თავების და თვლების ქიმების გვერდით ცვეთებზე ლიანდაგის მცირე რადიუსიან უბნებზე მოძრაობის დროს წარმოადგენს სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი ურიკა – მოდელი 18-100. მრავალ სხვადასხვა ფაქტორთან ერთად აღნიშნულ ცვეთებზე გავლენას ახდენს რესორებზედა ძელის ურიკის გვერდითი ჩარჩოებისადმი მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალთა მომენტები, ვაგონის ძარის გვერდითი გადახრა მისი ქუსლიდან გვერდით საყრდენებზე (სრიალებზე) და ამ დროს სრიალებში წარმოშობილი ხახუნის ძალები, რომლებიც ქმნიან ხახუნის ძალთა მომენტებს რესორებზედა ძელის მობრუნებისას ვაგონის ძარის და ურიკის გვერდითი ჩარჩოების მიმართ.

რკინიგზაზე მოძრავი სატვირთო ვაგონების ორღერძიანი ურიკების კვანძებს შორის არასაკმარისი კავშირების გამო ადგილი აქვს სავალი ნაწილების წყვილთვლების თვლების ქიმებისა და რელსების თავების შიგა წახნაგების ინტენსიურ ცვეთებს. აღნიშნული მეტად მნიშვნელოვანი პრობლემის გამო სარკინიგზო დარგის მეცნიერები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ აქტუალურია ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონების ურიკების (მოდელი 18-100) მოდერნიზირება კონსტრუქციული სრულყოფის თვალსაზრისით. ზემოხსენებული პრობლემის აქტუალურობა გამომდინარეობს იქიდან, რომ ურიკა ხასიათდება კვანძებს შორის არასაკმარისი ბმებით, რაც გულისხმობს იმას, რომ გვერდითი ჩარჩოები, რომლებიც მოთავსებულია წყვილთვლებზე განლაგებულ საბუქსე კვანძებზე ზემოდან არასაკმარისად არიან ერთმანეთთან დაკავშირებულნი და დიდია ჩარჩოს მიმართველებსა და ბუქსების კორპუსებს შორის გრძივი და განივი ღრეჩოები, რაც უარყოფითად მოქმედებს ურიკის დინამიკაზე და შესაბამისად “თვალი-რელსი” სისტემაში არსებულ ცვეთებზე.

პრობლემის აქტუალურობის ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ რგოლს შეადგენს ურიკის რესორებზედა ძელზე განლაგებული არსებული კონსტრუქციის ჰორიზონტალური ყუთისებრი კონსტრუქციის სრიალები, რომლებიც ცნობილ მეცნიერთა კრიტიკული შეფასებით

წარმოადგენენ უვარგის კონსტრუქციებს და მოითხოვენ კონსტრუქციულ მოდერნიზაციას.

დისერტაციის მიზანს წარმოადგენს, მეცნიერთა თანამედროვე მიღწევების დონეზე დაყრდნობით, ევროპის, ამერიკის და რუსეთის რკინიგზებზე მოძრავი სატვირთო ვაგონების სავალ ნაწილებში გამოყენებული სრიალების კონსტრუქციების საფუძვლიანი გაანალიზებით და კვლევით დავასაბუთოდ 18-100 მოდელის ორდერდიანი სავალი ნაწილების სრიალების შეცვლის აუცილებლობა სრულიად განსხვავებული კონსტრუქციის სრიალებით.

ნაშრომის სიახლეს წარმოადგენს მოხდეს სატვირთო ვაგონების ორდერდიანი სავალი ნაწილების მოდერნიზაცია, რაც გულისხმობს სრიალას არსებული ყუთისებური კონსტრუქციების შეცვლას რესორებზედა ძელის თითოეულ მხარეს შეწყვილებული სფერული (ბურთულა) კონსტრუქციების მქონე სრიალებით.

ამგვარად, ყოველივე ზემოხსენებულის საფუძველზე მიგვაჩნია, რომ აღნიშნული სამუშაო საკმარისად პერსპექტიულია, შეიცავს მეცნიერულ სიახლეს და შემოთავაზებული კონსტრუქციის დანერგვა წარმოებაში მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს მისცემს როგორც ქარხანა-დამამზადებელს, ასევე მთლიანობაში რკინიგზას.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

სარკინიგზო სატვირთო მოძრავი შემადგენლობების კონსტრუქციულ სრულყოფასთან ერთად ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემად ითვლება 18-100 მოდელის ორღერძიანი სავალი ნაწილის კვანძების მოდერნიზირება. სავალი ნაწილების ტექნიკური მდგომარეობა და კონსტრუქციული სრულყოფის დონე მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს რკინიგზაზე თვალი-რელსი სისტემაში ცვეთების შემცირების პროცესს. სატვირთო მოძრავ შემადგენლობათა სავალი ნაწილების ლიანდაგთან ურთიერთქმედების პროცესი წარმოადგენს რთულ დინამიკურ პროცესს, რომლის დროსაც წარმოიშევა სხვადასხვა სახის დინამიკური ძალები, განსაკუთრებით კი ეკიპაჟების მოძრაობისას გზის საშუალო და მცირე რადიუსიან უბნებზე.

თავიდანვე უნდა აღინიშნოს, რომ მკვლევართა განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ცვეთების პროცესებს, რომლებიც წარმოიშევიან “თვალი-რელსი” სისტემაში მოძრავი შემადგენლობის წყვილთვლების რელსებთან ურთიერთქმედებისას. აღნიშნული უმნიშვნელოვანესი პრობლემის გარკვეულწილად მოგვარებაში ერთ-ერთი გადამწყვეტი როლი ენიჭება 18-100 მოდელის სავალი ნაწილის კონსტრუქციული მოდერნიზირების კვლევის საკითხებს იმ მიზნით, რომ მიღებულ იქნეს უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციის სავალი ნაწილი, რომელიც შეამცირებს ცვეთებს თვლების ქიმებსა და რელსების თავებს შორის, რაც გაახანგრძლივებს მათ საექსპლუატაციო ვადებს.

სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობა რთული დინამიკური სისტემაა, რომელიც მოითხოვს ისეთი ფუნდამენტალური საკითხების გადაჭრას, როგორცაა ვაგონისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების დინამიკა, შემადგენლობის გრძივი დინამიკა, სხვადასხვა სახის რხევები, ვიბრაციული მოვლენები და სხვ., ამიტომაც მნიშვნელოვანია, რომ კვლევის ჩატარების დროს გამოყენებულ იქნეს ჯერ კიდევ ადრეულ გამოჩენილ მეცნიერთა მიერ სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოთა შესრულებით მიღებული შედეგები და თანამედროვე უახლესი მიღწევები. XX საუკუნის მიჯნაზე ვაგონების დინამიკის საკითხების შესწავლასა და კვლევაში განუზომლად დიდი წვლილი შეიტანეს

მსოფლიოში ისეთმა ცნობილმა სპეციალისტებმა, როგორებიც არიან: როე, პუში, იუბილაკერი, კილე, ვანტცი, ფოგელი, მესტრა, პლიასე, სოლი, პორტერი, იაკობი, კარმინსკი, ვ.გ. მანიჩევი, კ.პ. კოროლიოვი, ა.გ. სმოლიანსკი, ვ.მ. პანსკი, პ.ა. სლიტნიკოვი, ი.ი. ნოლავი, ნ.პ. პეტროვი, კ.ი. ცეგლინსკი, ა.ა. ხოლოდეცი, ა.მ. გოდიცი-ცვირკო, ა.ნ. კრილოვი, ს.პ. ტიმოშენკო და მრავალი სხვანი. გამოჩენილი მეცნიერის ნ.ე. შუკოვსკის მიერ გადაწყვეტილ იქნა სატრანსპორტო მექანიკის უმნიშვნელოვანესი ამოცანები.

შემდგომში მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში მოდის მეცნიერთა ახალი თაობები, რომელთა მიერ გადაჭრილ იქნა მთელი რიგი ურთულესი პრობლემები მოძრავი შემადგენლობისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების რთულ დინამიკურ საკითხებში. მათ რიცხვში არიან: ვ.ა. ლაზარიანი, ა.ა. პოპოვი, მ.ვ. ვინოკუროვი, მ.ა. კოროტკევიჩი, ი.ა. კოვალიოვი, ლ.ნ. ნიკოლსკი, ე.ნ. ნიკოლსკი, მ.ვ. ვერიგო, ი.ფ. სკიბა, ი.ი. ჩელნოკოვი, ვ.ნ. კოტურანოვი, ლ.ო. გრაჩევა, ა.ა. ლვოვი, ე.პ. ბლოხინი, ლ.ა. მანაშკინი, ვ.დ. დანოვიჩი, ვ.ფ. უშკალოვი, მ.მ. სოკოლოვი, მ.ლ. კოროტენკო, ი.პ. ბორონენკო, ს.ვ. ვერშინსკი, ვ.დ. დანილოვი, ვ.დ. ხუსიდოვი, ი.ა. შადური, ვ.გ. ლუკინი ვ.ზ. ვლასოვი, ა.ა. ხოხლოვი, პ.ს. ანისიმოვი, პ.ი. ტრავინი, ფ.პ. კაზანცევი, ი.კ. მატროსოვი, ვ.მ. კაზარინოვი, ი.ნ. ნოვიკოვი, ი.პ. ფედოსეევი, ო.პ. ერშოვი, ვ.გ. მედელი, ხ. ხაიმანი, ა.ა. კამაევი, პ.გ. პროსკურნევი, გ.ა. კაზანსკი, ა.ლ. სპივაკოვი, ნ.ა. რადჩენკო, ვ.ფ. დევიატკოვი, ს.მ. კუცენკო, ნ.ა. კოვალიოვი, ა.ლ. გილუჩენკო, ი.პ. ფედიუნინი, დ. კალკერი, ტ. მიულერი, ტ.ა. თიბილოვი, ა.ლ. გოლუბენკო, ფ. კარტერი, ი. როკარი, ა.გ. ბოკინსი, დ. კალკერი, დ. კლარკი, ე. ლოუ, ნ.კ. კუპერაიდერი, დ.ე. ხობსი, ვ.დ. მეია, კ. კნოტე, ს.პ. კაიზერი, ლ.ო. გილხრისდი და სხვანი. თითქმის არ დარჩენილა მოძრავი შემადგენლობის სფეროში არცერთი მიმართულება, რომ განუზომლად დიდი არ იყოს აღნიშნულ მეცნიერთა და მკვლევართა ღვაწლი, რომელთა მიერ ჩატარებულა უამრავი ფუნდამენტალური კვლევები და ექსპერიმენტები, რომელთა თეორიულ ასპექტში ასახვაც წარმოდგენილია მათ მიერ გამოქვეყნებულ სამეცნიერო ნაშრომებში. ჯერ კიდევ XX საუკუნის დასაწყისში ნ.ვ. პეტროვის მიერ შექმნილ და დამუშავებულ იქნა თვლის ინერციის ცენტრის რელსთან მოძრაობის

დიფერენციალური განტოლება, რომელმაც განიხილა უთანაბრობათა გაველენა მოძრაობის პროცესში თვალსა და ლიანდაგს შორის, მან წარმოადგინა თვლის წინსვლითი მოძრაობის სინქარის გაველენა რელსის დაძაბულობაზე.

ლიანდაგისა და მოძრავე შემადგენლობის ურთიერთქმედების დინამიკურ საკითხებში განსაკუთრებული წვლილი მიუძღვით მთელი რიგი საწავლო და სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტების სამეცნიერო კოლექტივებს, რომელთა რიცხვშიც არიან: სრულიად რუსეთის (ყოფილი საკავშირო) რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი; სრულიად რუსეთის (ყოფილი საკავშირო) ვაგონმშენებლობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი; მოსკოვის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; დნეპროპეტროვსკის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; სანკტ-პეტერბურგის (ყოფილი ლენინგრადი) რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი; როსტოვის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; ხარკოვის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; ბელორუსიის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; ტაშკენტის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი; ირკუტსკის გზათა მიმოსვლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი; ომსკის გზათა მიმოსვლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი და სხვ. ჩამოთვლილი სასწავლო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების სამეცნიერო პოტენციალის მიერ გამოქვეყნებულია მრავალი სამეცნიერო შრომები, რომლებიც ეხება მოძრავე შემადგენლობათა დინამიკის საკითხებს, სადაც პრაქტიკულად არის გადაწყვეტილი მრავალი უმნიშვნელოვანესი საკითხი ან დასმულია პრობლემატური ამოცანები, რომლებიც შემდგომი კვლევის ობიექტები გახდნენ [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

ლიანდაგის სწორ ჰორიზონტალურ უბანზე მატარებელთა მოძრაობის დროს ადგილი აქვს ვაგონების სწორხაზოვან მოძრაობას. მოძრავე შემადგენლობათა ლიანდაგზე სწორხაზოვანი მოძრაობის ფუნდამენტალური შესწავლა და საფუძვლიანი კვლევების ჩატარება

წარმოადგენენ “თვალი-რელსი” სისტემაში ურთიერთქმედებათა უმთავრეს და აუცილებელ საკითხს. გამოკვლეული იქნა სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების რაციონალური პარამეტრების მნიშვნელობები მშრალი ხახუნის პირობებში, სარელსო ეკიპაჟების მოძრაობის მდგომარეობის პირობები და თვლის რელსზე დარტყმითი მოვლენები რელსების პირაპირების გავლის დროს, რომლის დროსაც დადგინდა დარტყმების შედეგად წარმოქმნილი რეაქციის ძალების განსაზღვრის მეთოდები და გამოკვლეულ იქნა წყვილთვლის ურიკის ჩარჩოსთან გრძივი და განივი კავშირების რაციონალური სქემები, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს თვლის ქიმების და რელსების თავების შიგა წახნაგების ინტენსიურ ცვეთებზე [15], [16], [17], [18], [19].

ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედების რთული დინამიკური პროცესის დროს მიღებული მთელი რიგი შედეგები განსაზღვრულია შემდეგი კრიტერიუმებით: მაღალი სიჩქარეების დროს დარტყმის ძალის გავლენით ვაგონების სავალ ნაწილებსა და მთლიანად ვაგონის კონსტრუქციაზე; დინამიკურ პროცესში წარმოშობილი ხახუნის, რეაქციისა და სიმძიმის ძალების მოდებისა და განსაზღვრის მეთოდებით; მოძრავი შემადგენლობებისადმი წაყენებული მთელი რიგი მოთხოვნებით ლიანდაგზე მოძრაობის დროს, რის გამოც გაზრდილი სიჩქარეების დროს შედგენილია სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების კვლევის მათემატიკური მოდელი, რაც ასახულია კვლევის მათემატიკურ აპარატში [20], [21], [22], [23].

როგორც ცნობილია ექსპლუატაციის თანამედროვე პირობებში რკინიგზაზე ფართო გავრცელება ჰპოვა ურიკიანმა ვაგონებმა, რომლებიც უურიკო კონსტრუქციებთან შედარებით უზრუნველყოფენ ლიანდაგის მრუდ უბნებში კარგად ჩაწერას და იწვევენ ნაკლებ ვერტიკალურ გადანაცვლებებს რელსების უსწორმასწორობის გამო. გარდა ამისა, ურიკების კონსტრუქციებში შესაძლებელია უფრო რაციონალურად განლაგდეს დრეკადი ელემენტების სისტემა, რხევების შთანმთქმელები, მასტაბილიზებელი მოწყობილობანი და სამუხრუჭე მოწყობილობათა შემსრულებელი ორგანოები, რაც საშუალებას იძლევა დაპროექტდეს უკეთესი მდოვრე სვლის მქონე ვაგონები და ქონდეთ მათ

ძარის მდგრადი მდგომარეობანი მატარებელთა მაღალი სიჩქარეებით მოძრაობის დროს. უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპლუატაციაში იმყოფება ურიკების საკმაოდ მრავალფეროვანი პარკი. სხვადასხვა სახის ურიკებს თავისთავად გააჩნიათ მრავალრიცხოვანი კონსტრუქციული თავისებურებანი. თუმცა, მიუხედავად არსებული კონსტრუქციების დიდი სხვადასხვაგვარობისა ურიკები ერთიანდებიან ორ ძირითად ტიპად – სატვირთო ვაგონების ურიკები და სამგზავრო ვაგონების ურიკები. წყვილთვლების რაოდენობის მიხედვით ურიკები არსებობენ ორ, სამ, ოთხ და მრავალღერძიანი, რესორული ჩამოკიდების სისტემის მიხედვით ერთმაგი, ორმაგი, სამმაგი და ასევე ოთხმაგი რესორული ჩამოკიდების მქონე სისტემები. ურიკები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ასევე მათზე ძარის დაყრდნობის მეთოდების მიხედვით: ურიკები საქუსლის მოწყობილობით (ქუსლი-საქუსლე), როდესაც ძარის დაყრდნობა ქუსლით ხდება პირდაპირ ურიკის რესორებზე და ძელის საქუსლეზე და დაყრდნობით სრიალებზე; როდესაც ძარა ეყრდნობა პირდაპირ ჰორიზონტალურ სრიალებზე, ხოლო კავშირი ძარის ქუსლსა და ურიკის რესორებზე და ძელის საქუსლეს შორის განხორციელებულია სპეციალური ტაბიკით; რესორებზე და ძელიდან ურიკის ჩარჩოზე და ბუქსებზე დატვირთვის გადაცემის მეთოდებით; ვაგონების ურიკების რესორული ჩამოკიდების სქემებით; ურიკის ჩარჩოს წყვილთვლების ბუქსებთან დაკავშირების სქემებით [24], [25], [26], [27], [28], [29].

ოთხღერძიან სატვირთო ვაგონზე მოქმედი ყველა დინამიკური ზემოქმედების ერთ-ერთ უმთავრეს პირველწყაროს წარმოადგენს 18-100 მოდელის სავალი ნაწილი. პოსტ საბჭოთა ქვეყნებში აღნიშნული მოდელის ურიკა წარმოადგენს პრაქტიკულად სატვირთო ტიპის ყველა ოთხღერძიან ვაგონებზე გამოყენებულ სავალ ნაწილებს, რომელთა საწყისი მოდელიც ამერიკული წარმოების ბარბერის ურიკის ბაზაზე შეიქმნა გასული საუკუნის 40-იან წლებში და განიცადა თანდათანობითი კონსტრუქციული სახეცვლილებანი. ამ პერიოდის განმავლობაში ამერიკული ურიკა ბარბერის კონსტრუქციაში შეტანილ იქნა მრავალრიცხოვანი ცვლილებანი, რომლებმაც აამაღლეს სავალი ნაწილის საიმედოობა და ხანგამძლეობა. შემუშავებულ იქნა ურიკის

საპროექტო პარამეტრების კონტროლის და შემოწმების შესაძლებლობები, კონსტრუქციაში შეყვანილი იქნა ახალი ელემენტები, რომლებმაც გაამჯობესეს ურიკის დინამიკა და გაზარდეს ხანგამძლეობა. ამერიკული ურიკა ბარბერისათვის გამოიყენება შენახვის საკმაოდ მკაცრი ნორმები და დაშვებები, კერძოდ ურიკას გაეზარდა ქუსლისა და საქუსლის ზომები, რამაც შეამცირა მათი ცვეთები და გაზარდა ვაგონის ძარის მდგრადობა. ამერიკის რკინიგზის სატვირთო პარკი თითქმის მთლიანად განთავისუფლებულია ისეთი კონსტრუქციის სრიალებისაგან, რომლებიც გამოყენებულია 18-100 მოდელის ურიკებში და ისინი შეცვლილია დრეკადი ან გორგოლაჭიანი საყრდენებით, რომლებიც განლაგებულია ურიკის რესორებზე და ძელზე და ვაგონის ლიანდაგის მრუდ უბნებზე მოძრაობისას ხდება ძარის მათზე დაყრდნობა. ყოველივე ამან არსებითად შეამცირა დინამიკური ძალები, რომლებსაც დებულობს ვაგონი და რელსები, შესაბამისად შემცირდა თვლების ქიმების და რელსების თავების გვერდითი ცვეთები განსაკუთრებით გზის მცირე რადიუსიან უბნებზე. ბარბერის კონსტრუქციის სრულყოფაში მთავარი მიზანი ყოველთვის იყო, რომ მაქსიმალურად უზრუნველყოფილი ყოფილიყო წყვილთვლების დერძების პარალელურობა ლიანდაგის მრუდ უბნებზე, იმის მიუხედავად, რომ ურიკის შემადგენელ კვანძებს შორის არ არის ხისტი კავშირი და შესაბამისად ურიკა ითვლება შეუკავშირებლად – არასაკმარისი ბმების მქონედ. მრუდში წყვილთვლის დერძების ურთიერთპარალელურობის მაქსიმალური უზრუნველყოფისთვის ურიკის გვერდითი ჩარჩოების შერჩევა სწარმოებს ბაზის თანაბარი სიგრძით სიზუსტით 0,99 მმ. ამასთანავე ურიკაში სპეციალური ფიქსატორების მეშვეობით უკიდურესად შეზღუდულია რესორებზე და ძელის მობრუნება გვერდითი ჩარჩოების მიმართ. პრაქტიკულად გამორიცხულია ბუქსის კორპუსების გრძივი გადაადგილება გვერდითი ჩარჩოების საბუქსე დიობებში. მიუხედავად იმისა, რომ 18-100 მოდელის ურიკა წარმოადგენს ბარბერის პროტოტიპს და მის ბაზაზე აგებულ ურიკას ზემოსხენებული გონივრული გადაწყვეტილებანი უგულვებელყოფილ იქნა და გორგოლაჭსაკისრებიან ბუქსებს ექსპლუატაციაში მიეცათ თავისუფალი გრძივი გადაადგილების საშუალება საბუქსე დიობებში 35 მმ-მდე,

ხოლო ბუქსას შეეძლო დიობში შემობრუნება 2,5⁰-მდე კუთხით. აღნიშნულმა დაშვებებმა და მთელი რიგი დაშვებების გაზრდამ, რომლებიც გაგლენას ახდენენ წყვილთვლების არაპარალელურობაზე წარმოშვა კატასტროფულად გაზრდილი ინტენსიური გვერდითი ცვეთები რელსების თავებსა და თვლების ქიმებში ლიანდაგის მცირე რადიუსიან და არასტანდარტულ მრუდებში. აღნიშნულ ცვეთებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მთელი რიგი ფაქტორები თუმცა, ჩვენ ძირითად ყურადღებას გავამახვილებთ სრიალას კონსტრუქციაზე და მისი 18-100 მოდელის ურიკაში აუცილებელ შეცვლაზე სრულიად განსხვავებული კონსტრუქციით, ვინაიდან არსებული ყუთისებური კონსტრუქცია პრაქტიკულად უვარგისია [30].

ცნობილია, რომ თანამედროვე ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონების ურიკები აღჭურვილნი არიან ცალმხრივი დამუხრუჭების ხუნდებიანი მუხრუჭებით, როდესაც ხუნდები შიგნიდან აწვებიან თვლების ფერსოების გორვის ზედაპირებზე. დამუხრუჭების პროცესის საიმედოობა და სისწრაფე, განსაკუთრებით კი დიდი სიჩქარით მოძრავი მძიმეწონიანი მოძრავი შემადგენლობის შემთხვევაში, სხვადასხვა ტექნიკურ ფაქტორთა გარდა, დიდადაა დამოკიდებული სამუხრუჭე ბერკეტული გადაცემის გამართულ ტექნიკურ მდგომარეობაზე, რომელიც თავის მხრივ მიიღწევა სამუხრუჭე ხუნდისა და ბორბლის გორვის ზედაპირს შორის, აგრეთვე რგოლების კინემატიკური წყვილების გარე და შიგა ელემენტებს შორის დასაშვები ღრეჩოების არსებობით. ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის რგოლების სახსრული შეერთების კინემატიკური წყვილების ელემენტებს შორის ღრეჩოს დასაშვები მნიშვნელობის გაზრდა უარყოფითად მოქმედებს გადაცემის დინამიკურ მახასიათებლებზე და ამცირებს დამუხრუჭების ეფექტიანობას. ღრეჩოს გაზრდა რგოლების სახსრულ შეერთებებში აიხსნება იმით, რომ სახსრული შეერთებების კინემატიკური წყვილების ელემენტები ხანგრძლივი დროის მუშაობის შემდეგ და დიდი დინამიკური ზემოქმედების გამო განიცდიან ცვეთას, რომლის შედეგადაც იზრდება ღრეჩოს სიდიდე. ეს ღრეჩოები შედარებით მცირეა კინემატიკური წყვილის ელემენტების გეომეტრიულ ზომებთან შედარებით, მაგრამ დამუხრუჭების ნორმალური პროცესის

უზრუნველყოფი გამომავალი რგოლების ფუნქციის საჭირო სიზუსტის თვალსაზრისით საგრძნობლად მოქმედებენ ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის საიმედოობაზე, დამუხრუჭების ხარისხზე, აგრეთვე სამუხრუჭე ხუნდსა და თვლის გორვის ზედაპირს შორის არსებულ ღრეზზე. დამუხრუჭების დაბალი ხარისხი ასევე მოიცავს არათანაბარ დაწოლას ხუნდებისა თვლის გორვის ზედაპირებზე, რაც ასევე იწვევს დამატებით არასასურველ დატვირთვებს, რომელიც თავის მხრივ ხელს უწყობს თვლების ქიმებისა და რელსების თავების შიგა წახნაგების ცვეთებს [31].

მანქანის საიმედოობისა და ხანგამძლეობის ამაღლება ითვლება თანამედროვე მანქანათმშენებლობის ერთ-ერთ უმთავრეს პრობლემად. აღნიშნული პრობლემის ეკონომიკური მნიშვნელობა თვალში საცემია. როგორც სტატისტიკური ანალიზი აჩვენებს, მანქანის ან რაიმე კვანძის მწყობრიდან გამოსვლის მთავარი მიზეზია არა მისი გატეხვა, არამედ მოძრავი შეერთებების და მუშა ორგანოების ცვეთა ხახუნის ძალის ზეგავლენით. ხახუნის დროს სწარმოებს ურთიერთშემხები მოძრავი შეერთებების შემადგენელი მასალების ზედაპირული ფენების ძირეული ცვლილებები. ეს ცვლილებები განსაზღვრავენ ცვეთის პროცესს და ხახუნის ძალის სიდიდეს. ანალიზთან ერთად წარმოდგენილია პრაქტიკული გამოყენებისათვის აუცილებელი საანგარიშო დამოკიდებულებანი ხახუნის ძალის გაანგარიშებისათვის და ცვეთის სიდიდის განსაზღვრისათვის. განხილულია ასევე ხახუნსა და ცვეთაზე გარემომცველი გარემოს გავლენა. ფორმულირებულია მოთხოვნები კონტაქტში მყოფი ტანების მასალების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესახებ, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ მოქმედებას მოძრავ შეერთებებში. მნიშვნელოვანია ადგილობრივი და მექანიკური ურთიერთქმედებანი და შესაბამისი დამოკიდებულებათა გრაფიკები. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს აბრაზიული ცვეთის მოვლენა და მისი არსებობის შემთხვევაში ცვეთის გაანგარიშების მეთოდოლოგია. ტრიბოტექნიკური პროცესი მოიცავს მშრალ და სასაზღვრო ცვეთებს, ცვეთებს დარტყმისას, გორვითი ხახუნის მოვლენას და სხვ. მთლიანობაში აღნიშნულ მოვლენებს პრაქტიკული ასახვა აქვთ თვლისა და რელსის ურთიერთქმედების დროს [32].

დაკვირვებები აჩვენებს, რომ საერთაშორისო გადაზიდვების ორგანიზაციისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ ვაგონების არამარტო სხვადასხვა ტიპები, არამედ ურთიერთქმედებაში მყოფი ქვესისტემების თავისებურებანი, კერძოდ სარკინიგზო ლიანდაგი, გადასანაცვლებელი პუნქტები და სხვ. რისთვისაც ყურადღების ცენტრში ხვდება ევროპის რკინიგზებზე მოძრავი სატვირთო ვაგონების საგალი ნაწილები. მრავალგზის კონსტატირებულია, რომ ევროპის ქვეყნებში ყველაზე მეტად გავრცელება მოიპოვეს ურიკებმა, რომელთაც აქვთ ბუქსზედა რესორული ჩამოკიდებანი. განსხვავებით ამერიკის შეერთებული შტატების რკინიგზაზე გავრცელებული სერიული კონსტრუქციის ურიკებისაგან სადაც ხაზგასმით შეიძლება ითქვას, რომ ამერიკის შეერთებულ შტატებში მოძრავ სატვირთო ვაგონებში ყველაზე დიდი გავრცელება მოიპოვეს ურიკებმა ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებით, ეგრეთ წოდებულმა – სამელემენტიანმა ურიკებმა. რუსეთისა და დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის ქვეყნებში მოძრავ სატვირთო ვაგონებზე ძირითადად გამოყენებულია ასევე სამელემენტიანი ორღერძიანი ურიკები მოდელი 18-100 ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებით. დაწვრილებითი განხილვის ობიექტად ითვლებიან ბარბერის (აშშ) და 18-100 (რუსეთი და დსთ) ორღერძიანი ურიკების კონსტრუქციული სქემები და მათი ურთიერთშედარება. დგინდება ასევე სატვირთო ვაგონების საბუქსე კვანძების კონსტრუქციული ნაკლოვანებანი და ისახება მათი შემდგომი განვითარების მიმართულებანი. უკანასკნელ ხანებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება რესორებზედა ძელზე განლაგებული საქუსლეებისა და სრიალების კონსტრუქციებს ურიკაში. აღნიშნული ფაქტორი ითვლება ერთ-ერთ გადამწყვეტ ფაქტორად ურიკების შეცვლის პროცესის განხორციელების დროს ვაგონების ექსპლუატაციისას სხვადასხვა კონსტრუქციის (სიგანის) რკინიგზებზე. რისთვისაც ასევე მნიშვნელოვანია საერთაშორისო გადაზიდვებისათვის გამოყენებული ურიკების ვარიანტების შერჩევის კონცეპტუალური მიდგომა. განისაზღვრება ადაპტაციური შესაძლებლობების ამდლების აუცილებლობა მათი იმ ვაგონების ქვეშ გამოყენებისას, რომლებიც გამოიყენებიან საერთაშორისო გადაზიდვებისათვის. დასკვნის სახით

ფორმულირებდება ძირითადი რეკომენდაციები საერთაშორისო გადაზიდვებში გამოყენებული სავალი ნაწილების შესახებ [33].

რელსებისა და თვლების ქიმების ინტენსიური გვერდითი ცვეთების წინააღმდეგ ბრძოლა ძირითადად დაიწყო გასული საუკუნის 80-იან წლებში. აღნიშნული პრობლემის გამო ექსპლუატაციიდან იქნა ამოღებული დიდი რაოდენობით რელსები და სავალი ნაწილების წყვილთვლები. რელსების ცვეთების პარალელურად ვაგონების სავალი ნაწილების წყვილთვლების თვლების ქიმების ცვეთებმა მიგვიყვანა სატვირთო ვაგონების მიმდინარე ასხნითი შეკეთების რაოდენობრივ გაზრდასთან. თხელი ქიმის მიღება აიძულებს რკინიგზის ამ დარგში მომუშავე მუშაკებს ექსპლუატაციიდან მოხსნან აღნიშნული დეფექტის მქონე წყვილთვლები, ვინაიდან წყვილთვლები ითვლება ვაგონების ერთ-ერთ ყველაზე საპასუხისმგებლო კვანძად, რომლის გამართულ მუშაობაზეც უმნიშვნელოვანესწილად არის დამოკიდებული რკინიგზაზე მოძრაობის უსაფრთხოება. უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული პრობლემის გამო ხშირია ერთი და იგივე ვაგონების მოხვედრა მიმდინარე ასხნით შეკეთებაში. გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან რკინიგზაზე ამ მეტად მნიშვნელოვანი პრობლემის გადაჭრის მიზნით დაიწვეს ეგრეთ წოდებული რელსების და თვლების ქიმების ლუბრეკაცია ანუ დაზეთვა, რაც ცვეთების წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა. თუმცა ლუბრიკაციის პროცესი ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით ითვლება ნაკლებად ეფექტურ საშუალებად, ვინაიდან რელსებისა და თვლების ქიმების დაზეთვა მოითხოვს საკმაოდ ძვირადღირებული დანადგარების გამოყენებას. მიუხედავად ამისა უკანასკნელ ხანებში ლუბრიკაციის ტექნიკურ საშუალებათა რაოდენობა და ასევე ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის აღდგენის მოცულობა მაინც გაიზარდა. ყოველივე ზემოხსენებული კი დაკავშირებულია დიდ ფულად დანახარჯებთან. რელსებისა და თვლების ქიმების ლუბრიკაცია ითვლება ძვირადღირებულ და არასაკმარისად ეფექტურ საშუალებად, ამიტომ მეცნიერთა ძირითადმა აქცენტებმა გადაინაცვლეს ამ პრობლემის სხვა გზით მოგვარებისაკენ და მივიდნენ დასკვნამდე, რომ ცვეთების გამომწვევი მთავარი კვანძი არის სატვირთო ვაგონების სავალი

ნაწილები მოდელი 18-100, რის გამოც იწყება ინტენსიური მუშაობა აღნიშნული მოდელის სავალი ნაწილების მოდერნიზაციისათვის, რისთვისაც სწარმოებს ინტენსიური საექსპერიმენტო სამუშაოები და პერიოდული დაკვირვებანი ცვეთების შემცირების თვალსაზრისით [34].

დადგენილია, რომ ცვეთების ძირითად წყაროებად ითვლებიან თვლების ქიმების რელსების თავებთან კონტაქტის მიმართეული ძალები, გვერდითი ძალები, ჩარჩოს ძალები, წყვილთვლების მიერ გადაცემული ძალები “რელსი-შპალის” მესერზე, თვლების ქიმების რელსების თავებზე გაქანების კუთხეებზე, დამუხრუჭების დროს იუზის (ჩასოლვის) შემთხვევაში წარმოშობილი ძალები, ინერციის ძალები მრუდში და ა.შ. იმისათვის, რომ სრული წარმოდგენა ვიქონიოთ მიმდინარე პროცესებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ რელსების და თვლების ქიმების გვერდით ცვეთებს მატარებელთა მოძრაობისას გზის მცირე რადიუსიან უბნებზე (500 მ. და ნაკლები) აუცილებელია ჩატარდეს პარამეტრების ურთიერთშედარების ანალიზი 18-100 მოდელის ურიკასა და ბარბერს შორის, რომელიც ამერიკაში ექსპლუატაციაშია დაახლოებით 80 წლის განმავლობაში. აღნიშნული ტიპის ურიკების კონსტრუქციულად დიდი არსებითი განსხვავება არა აქვთ, ხოლო პარამეტრებით ბარბერის მანქანებლები გაცილებით უკეთესია, ვიდრე 18-100 მოდელის. ლ.ი. ბარტენევას აზრით ბარბერს ახასიათებს შემადგენელი კვანძების დიდი შეკავშირებულობა 18-100 მოდელთან შედარებით და ამ ურიკის კვანძების შეკავშირებას (ბმებს) მიიჩნევს არასაკმარისად. აქედან გამომდინარე ურიკის გვერდითი ჩარჩოების ურთიერთგაქანება და თვლების რელსებზე გაქანების კუთხეები 18-100 მოდელში არსებითად დიდია ვიდრე ბარბერის. თუ შევადარებთ ოფიციალურად დადგენილ დრეჩოებს ამერიკულ ურიკებთან შედარებით 5-6 ჯერ აღემატება, რაც ამავე სიდიდით ზრდის თვლების რელსებზე გაქანების კუთხეს, შესაბამისად ამდენჯერვე ზრდის თვლების ქიმების და რელსების გვერდით ცვეთებს. შევნიშნავთ, რომ მაქსიმალური დრეჩოების ფაქტიური ჯამები ბუქსების კორპუსებსა და საბუქსე მიმართეულებს შორის, რომელიც იზომება ერთსა და იმავე წყვილთვალაში აღწევს 64 მმ-ს, რაც 10 ჯერ უფრო აჭარბებს ზომათა

დაშვებებს ამერიკულ ურიკასთან შედარებით. ამავე დროს 18-100 მოდელის ურიკის ბუქსის კორპუსის ფორმა წყვილთვალას საშუალებას აძლევს შემობრუნდეს ურიკის გვერდითი ჩარჩოს მიმართ წინააღმდეგობის გარეშე საკმარისად დიდი კუთხით და შესაძლებელია მან მიაღწიოს 5⁰-ს, რაც საგანგაშოა ცვეთების თვალსაზრისით. თანამედროვე ბარბერის ტიპის ურიკები განსხვავდებიან ასევე იმით, რომ ისინი აღჭურვილნი არიან დრეკადი ან გორგოლაჭიანი გვერდითი საყრდენებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ურიკების საიმედო და მსუბუქ მობრუნებას ძარის მიმართ; 18-100 მოდელში კი სრიალების ცვეთები აღწევენ 12 მმ-ს, რასაც მივყავართ ურიკის მიერ დიდი ძალთა მომენტების გადალახვის აუცილებლობამდე იმისათვის, რომ მაღალ სიჩქარეებზე მობრუნდეს იგი ძარის მიმართ ვაგონის მრუდში შესვლისას და მოძრაობისას გზის უსწორმასწორო უბნებზე [35].

რკინიგზის ტრანსპორტზე მოძრაობის უსაფრთხოების და მისი ეფექტიანი მუშაობის უზრუნველყოფის პრობლემატური საკითხები მნიშვნელოვნად არიან დამოკიდებულნი სავაგონო და სალიანდაგო მეურნეობის ტექნიკურ საშუალებათა მდგომარეობაზე. ექსპლუატაციაში პრაქტიკამ და 18-100 მოდელის ურიკების მქონე სატვირთო ვაგონების მრავალრიცხოვანმა კომპლექსურმა გამოცდებმა აჩვენა ამ მოდელის ურიკების არსებითი ნაკლოვანებანი. როგორც პროფესორი მ.ფ. ვერიგო აღნიშნავს 18-100 მოდელის ურიკა წარმოადგენს ამერიკის რკინიგზაზე გავრცელებული ბარბერის ტიპის ურიკების გაუარესებულ ვარიანტს. 18-100 მოდელის სავალ ნაწილში ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებულ რხევების ფრიქციულ შთანმთქმელებში გამოყენებული სოლების დახრილი ზედაპირების დახრის კუთხეები 55⁰-დან შემცირებულია 45⁰-მდე, რამაც მიგვიყვანა გვერდითი ჩარჩოების გრძივად ურთიერთგადანაცვლების (გაქანების) წინააღმდეგობის ძალების შემცირებამდე, ე.ი. ურიკის შეკავშირებულობის შემცირებამდე, ამავე დროს არსებითად შეცვლილია ბუქსების კორპუსების გვერდით ჩარჩოებთან შეერთების კონსტრუქცია, ასევე გაიზარდა მათი მოძრაობის საშუალება ჩარჩოების მიმართ და წყვილთვლების მობრუნების შესაძლებლობა საკმარისად დიდი კუთხით გვერდითი ჩარჩოების მიმართ, რაც უარყოფითად მოქმედებს ვაგონის რელსებზე

მდგრადობაზე. ცნობილია, რომ გრძივი და განივი ღრეჩოები საბუქსე ღიობებში გვერდით ჩარჩოსა და ბუქსის კორპუსს შორის შესაბამისად 15 და 13 მმ-დგა დასაშვები. ამერიკულ ურიკებზე გრძივი ღრეჩო დასაშვებია მხოლოდ 2 მმ. მრავალრიცხოვანმა ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ 18-100 მოდელის ურიკაში ღერძების გადახრა თვლების რელსებზე გაქანების კუთხით 1-დან 5⁰-მდე 2÷6-ჯერ ამცირებს თვლების ქიმების კონტაქტის “ლაქების” ფართობს რელსებთან და შესაბამისად ამდენჯერვე ზრდის საკონტაქტო ძაბვებს კონტაქტირების ადგილებში. რაც ამცირებს დაღლილობითი სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტს და მიყვავართ “თვალი-რელსი” სისტემის ელემენტების ცვეთებამდე [36].

სატვირთო ვაგონების 18-100 მოდელის სავალი ნაწილები აღჭურვილნი არიან ცალმხრივი დამუხრუჭების მქონე ხუნდებიანი მუხრუჭებით, როდესაც ხუნდების დაწოლა თვლების ფერსოების გორვის ზედაპირებზე განხორციელებულია შიგა მხრიდან. ბერკეტული სახსრული სამუხრუჭე გადაცემები მუშაობენ დიდი დინამიკური დატვირთვების ქვეშ, რის გამოც სახსრულ შეერთებებში ადგილი აქვს ღრეჩოს სიდიდის გაზრდას, ეს კი თავის მხრივ უარყოფით გავლენას ახდენს არამარტო სავალ ნაწილებზე, არამედ ვაგონის კონსტრუქციაზეც და დაკავშირებულია თვლების გორვის ზედაპირების არათანაბარ ცვეთებთან. სამუხრუჭე ბერკეტული გადაცემა ისეა შერჩეული მისი გეომეტრიული რგოლების ზომების მიხედვით, რომ სამუხრუჭე ცილინდრიდან განვითარებული დაწოლის ძალა გაზრდილი მნიშვნელობით გადაეცემა სამუხრუჭე ხუნდებს, რომლებიც დამაგრებულია სისტემის ბოლო შემსრულებელ კვანძის ერთ-ერთ სახსრულ შეერთებაში, აქ უკვე ადგილი აქვს გაზრდილ ხახუნს შეერთების შიგა და გარე ელემენტებს შორის იზრდება დინამიკური დატვირთვები, რაზეც გავლენას ახდენს თვლის დარტყმის ძალაც რელსების პირაპირებში. ყოველივე აღნიშნულის გამო დამუხრუჭების შემსრულებელი მექანიზმის დინამიკური მოდელის აგების დროს გათვალისწინებულ უნდა იყოს არამარტო გადაცემის ბერკეტების გეომეტრიული პარამეტრები, მასები და ამავე დროს ხუნდის მასაც, არამედ ლიანდაგის პირაპირებში თვლის დარტყმის ძალის სიდიდეც.

დინამიკური მოდელის დამუშავების დროს მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული ხახუნის ძალების მნიშვნელობა სახსრული შეერთებების შიგა და გარე ელემენტების ზედაპირებს შორის, რაც თავის მხრივ გულისხმობს მშრალი ან სველი ხახუნის არსებობას. ამ ხახუნის დახასიათებისათვის უნდა შემოტანილ იქნეს შესაბამისი დინამიკური პარამეტრები და კვლევის მათემატიკური აპარატი. როგორც აღინიშნა, სამუხრუჭე ბერკეტული სისტემის სახსრულ შეერთებებში დინამიკური პარამეტრების ცვლილებაზე გავლენას ახდენს თვლის დარტყმის ძალა ლიანდაგის არსებულ პირაპირებში. აქედან გამომდინარე აუცილებელია სისტემის დინამიკური მოდელის შექმნისას გათვალისწინებულ იქნეს, როგორც ვაგონის მოძრაობის სიჩქარის შესაბამისი დარტყმის ძალა პირაპირების გავლისას, ასევე ლიანდაგის გეომეტრიული უთანაბრობანი და რელსის სტანდარტული სიგრძე. უნდა განზოგადდეს თვლის პირაპირებში დარტყმის სიხშირე მატარებლის მოძრაობის სიჩქარისა და დროის მიხედვით. ყოველივე ეს უნდა შევიდეს სისტემის შემსრულებელი კვანძის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების ფორმულებში განზოგადოებული ძალის ერთ-ერთი დამატებითი პარამეტრის სახით. რა თქმა უნდა, განზოგადოებული ძალა შეიცავს ყველა იმ დინამიკური ფაქტორის მათემატიკურ ასახვას, რომელიც სამუხრუჭე სისტემაზე იმოქმედებს ლიანდაგის სხვა გეომეტრიული ან კანონზომიერი უთანაბრობის შემთხვევაში, მაგრამ ამ ფაქტორებისგან ყველაზე მნიშვნელოვანს წარმოადგენს სისტემაზე დინამიკური ზემოქმედების სიდიდის მიხედვით თვლის რელსის პირაპირებზე დარტყმის ძალა, ამიტომ კვლევის მათემატიკური მოდელი უნდა შეიცავდეს ამ ძალის ამსახველ მნიშვნელობებს. “თვალი-რელსი” სისტემის დინამიკაზე, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ბერკეტული გადაცემის გამართულობა და სწორი რეგულირება, ამიტომ აუცილებელია ცალმხრივი დამუხრუჭების ბერკეტულ სამუხრუჭე გადაცემაში გათვალისწინებულ იქნეს გადაცემის შემადგენელი რგოლების დრეკადობა, განისაზღვროს ყველა დინამიკური პარამეტრები, რომლებიც ხელს შეუწყობენ საპროექტო გაანგარიშებას ოპტიმალური მასალების შერჩევის მიზნით, ასევე აუცილებელია ხახუნის გათვალისწინება კინემატიკურ

წყვილებში, და დაცული იქნეს ნომინალური ღრეოები და კინემატიკური სიზუსტეები, ყოველივე აღნიშნული უდავოდ იმსახურებს შემდგომ სერიოზულ მეცნიერულ კვლევებს [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45].

“ვაგონი-ლიანდაგი”, წარმოადგენს ერთიან მექანიკურ სისტემას სადაც ჩამოყალიბებულია რა სისტემის კვლევის მიზანი და ამოცანები განისაზღვრება ვაგონზე მოქმედი ძალები, ხისტი ელემენტების დინამიკური მახასიათებლები, საისრო გადამყვანების და ჯვარედინების გაგლეწა ვაგონის დინამიკაზე, ვაგონისა და ლიანდაგის რხევათა აღძვრის პირობები, თვლისა და რელსის ურთიერთქმედების დინამიკური ძალები და მათი ურთიერთქმედების დინამიკური დატვირთვები ლიანდაგის გომეტრიის გათვალისწინებით, სადაც მნიშვნელოვანია ლიანდაგის წრიულ მრუდებში აღძრული ურთიერთქმედების დინამიკური ძალები. “ვაგონი-ლიანდაგის” დინამიკური სისტემის მდგრადობა ითვალისწინებს მთელ რიგ პირობებს რათა თავიდან იქნეს აცილებული რელსზე თვლის ასვლა, ლიანდაგის მრუდე უბანში მოძრაობისას მისი გადაყირაგება და სხვ. განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს დინამიკური დატვირთვებით აღძრული ვაგონის რხევების დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის მეთოდები, დინამიკურად დატვირთული ვაგონების საკუთარი რხევების დიფერენციალური განტოლებების ანალიზი და ამონახსნები, ვაგონის დინამიკური დატვირთვებით აღძრული იძულებითი რხევების დიფერენციალური განტოლებების ანალიზი და დინამიკურად დატვირთული “ბორბალი-რელსის” სისტემის ვაგონის ღრეოიან მექანიკურ გადაცემათა რხევების დიფერენციალური განტოლებების ანალიზი მოძრაობის უსაფრთხოების თვალსაზრისით. ასევე თვალი-რელსი სისტემის მდგრადობისათვის უაღრესად მნიშვნელოვანია ვიბრაციული მოვლენების გათვალისწინება [46], [47], [48], [49].

გადასაბმელი და სამუხრუჭე მოწყობილობები ითვლებიან შემადგენლობათა განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო კვანძებად, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მოძრავი შემადგენლობის და ლიანდაგის ურთიერთქმედების ერთიან დინამიკურ სისტემაში და უდიდესი როლი ენიჭებათ უსაფრთხოების თვალსაზრისით. ყურადღებას

იმსახურებს მათი გენეზისის ანუ წარმოშობის კვლევა, რისთვისაც განიხილება ამერიკის შეერთებული შტატების, იაპონიის, ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკის გადასაბმელ მოწყობილობათა გენეზისი, რუსეთის მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებული ავტოგადასაბმელი მოწყობილობების განვითარების პროცესი, ასევე ევროპის ქვეყნების მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებული ავტოგადასაბმელი მოწყობილობების ევოლუციური განვითარების ეტაპები და ასევე ვაგონების გადასაბმელ მოწყობილობათა სიტუაციური ადაპტაცია. შესაბამისად ანალოგიურად უმნიშვნელოვანეს ყურადღებას იმსახურებს დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის ქვეყნებში სარკინიგზო მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებული სამუხრუჭე მოწყობილობები, ევროპის ქვეყნების მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებული სამუხრუჭე მოწყობილობების და სისტემების ევოლუცია და ამერიკის შეერთებული შტატების სატვირთო მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებული სამუხრუჭე მოწყობილობები. აღნიშნული კვანძები შეუფერხებლად უნდა ასრულებდნენ წელიწადის ნებისმიერ დროს ნებისმიერ მეტეოროლოგიურ პირობებში მათ მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს და იმყოფებოდნენ მუდმივად გამართულ მდგომარეობაში, ვინაიდან მათზე მოდის შემკუმშავი, გამჭიმავი, სამუხრუჭე და ინერციის ძალები, რომლებიც ვაგონის ექსპლუატაციის პროცესში განსაკუთრებულ როლს ასრულებენ ლიანდაგზე მათი მდგრადობის თვალსაზრისით [50], [51].

ვაგონის სახსრული ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემა მუშაობს დიდი დინამიკური დატვირთვების ქვეშ, რის გამოც სახსრულ შეერთებებში ადგილი აქვს დრეჩოს გაზრდას, რაც თავის მხრივ, უარყოფითად მოქმედებს სავალ ნაწილებზე. ვაგონის სახსრული ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემა წარმოადგენს ბრტყელ მექანიზმს, რომლის სახსრულ შეერთებებში დრეჩოს დანიშნულებაა უზრუნველყოს ბერკეტული გადაცემის რგოლების აკრება. ეს შეერთებანი ქმნის კინემატიკურ წყვილებს, რომლებშიც დრეჩოების არსებობისას გართულებულია სისტემის მოძრაობის ანალიზი, ვინაიდან ამ დროს ერთ ან რამოდენიმე კინემატიკურ წყვილში ერთდროულად წარმოიშობა ერთი ან ორი დამატებითი თავისუფლების ხარისხი. ლიანდაგის

გარკვეულ უბანზე ვაგონების მოძრაობისას ღრეჩიან სახსროვან შეერთებებში შეიძლება ხორციელდებოდეს კონტაქტური, წყვეტის ან წყვეტა-კონტაქტური მოძრაობანი. ბერკეტულ სახსრულ შეერთებებში კონტაქტისა და წყვეტის მდგომარეობების მორიგეობითი ცვალებადობისას, სწარმოებს მრავალჯერადი დარტყმები ამ შეერთებების შიგა და გარე ელემენტებს შორის. რის გამოც დარტყმას თან ახლავს წყვეტა ან კონტაქტი, იზრდება ხახუნის ელემენტების ზედაპირებს შორის, რაც თავის მხრივ, იწვევს ღრეჩოს სიდიდის გაზრდას. ყოველივე ამას მივყავართ ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის მუშაობისუნარიანობის გარკვეულწილად დაკარგვამდე, მუშა ციკლში საფეხურებრივი მტყუნებების გამო.

მოძრავ შემადგენლობათა სამუხრუჭე მოწყობილობების სრულყოფის ნებისმიერი ღონისძიება მიმართულია მისი საიმედოობის და ხანგამძლეობის გაზრდის, მომსახურებისა და რემონტის პირობების ოპტიმიზაციის და მატარებელთა მაღალი სიჩქარით მოძრაობის უსაფრთხოებისათვის. ღრეჩოს სიდიდის მოძრაობის უსაფრთხოებაზე გავლენის ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია დადგინდეს:

- მატარებლის სამუხრუჭე მანძილი, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია მოძრაობის სიჩქარეზე, ხუნდის თვალზე მოჭერის ძალასა და გზის პროფილზე;
- მოძრაობის დასაშვები საწყისი სიჩქარე, როდესაც ცნობილია სამუხრუჭე საშუალებები, ქანობი და დადგენილია სამუხრუჭე მანძილი, სიჩქარე სამუხრუჭე მანძილის სხვადასხვა წერტილში ან სიჩქარე დროზე დამოკიდებულებით;
- აუცილებელი საანგარიშო კოეფიციენტები მოცემული მაქსიმალური სიჩქარის, სამუხრუჭე მანძილის და ქანობის დროს. მივიჩნევთ, რომ მატარებლის მასა თავმოყრილია ერთ წერტილში, რომელზედაც მოდებულია სამუხრუჭე ძალა და ტოლია მოძრავი შემადგენლობის ყველა ერთეულების სამუხრუჭე ძალთა ჯამისა.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ სახსრულ შეერთებებში ღრეჩოს სიდიდის გაზრდა მნიშვნელოვნად ზრდის სამუხრუჭე მანძილს, რაც

მოძრაობის უსაფრთხოებაზე ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას [52], [53], [54].

თვალის-რეალის სისტემის ურთიერთქმედება დაკავშირებულია მრავალ პრობლემასთან, რომელთაგან განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა თვლების პროფილის სისტემას და ამ პროცესში სტრატეგიის შერჩევას. გადამწყვეტ ფაქტორად ითვლება ამა თუ იმ სტრატეგიის შესაბამისობა რეალურად არსებულ პირობებთან. ურთიერთშედეგებისთვის ყურადღებას იქცევს სამი ავსტრალიური სარკინიგზო სისტემის გამოცდილებათა მოკლე ისტორიული აღწერილობა, სადაც ნაჩვენებია მოღვაწეობათა ზოგიერთი მიმართულებანი, რომელნიც შეიძლება სასარგებლო იყვნენ სარკინიგზო კომპანია-ოპერატორებისთვის გამოცდილებათა გათვალისწინების თვალსაზრისით [55].

მნიშვნელოვან ყურადღებას იქცევს ძირითადი მიმართულებანი და დამუშავებანი, რომლებიც ჩატარებულა რკინიგზებზე, რაც დაკავშირებულია ლიანდაგისა და მორავი შემადგენლობის ურთიერთქმედებასთან. განსაკუთრებით დაწვრილებით გაშუქებას ითხოვს ყველა ის საკითხები, რომლებიც ეხებიან მატარებელთა ზღვრული დასაშვები სიჩქარის დადგენას, ლიანდაგისა და მოძრავ შემადგენლობათა ურიკების შენახვის ნორმატივებს, მოძრავი შემადგენლობის სერთიფიცირებულ გამოცდას, თვლების ქიმებისა და რელსების თავების მუშა წახნაგების ცვეთებს [56].

გამსხვილებული სატვირთო ერთეულების შერეული გადაზიდვებისას გაანალიზებას მოითხოვს სატრანსპორტო კომპლექსების ძირითადი ელემენტები, უფრო დაწვრილებით კი აუცილებელია სარკინიგზო მოძრავ შემადგენლობათა კონსტრუქციული თავისებურებების გამოკვლევა, რომლებიც მოძრაობენ დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის, ლიტვის, ლატვიის, ესტონეთის, საქართველოს, ევროპის სხვა ქვეყნების, ჩინეთის, ამერიკის შეერთებული შტატების და კანადის რკინიგზებზე. საბუთდება, რომ საერთაშორისო ვაჭრობის ეფექტური განვითარებისათვის აუცილებელია სატრანსპორტო მომსახურებათა ტექნოლოგიის რეორგანიზაცია სისტემური მიდგომის საფუძველზე, რომელნიც დაკავშირებულია

სარკინიგზო ტრანსპორტის სიტუაციურ ადაპტაციასთან. ამიტომ მნიშვნელოვანია ვაგონების კვანძების კონსტრუქციული სქემების გაბარიტული შეზღუდვების შეფასება, ეკიპაჟების საერთაშორისო გადაზიდვებთან ვარიანტების გენერაცია და მოძრავ შემადგენლობათა მოდერნიზებული ტიპების საანგარიშო ექსპერიმენტალური შეპირისპირება. ვაგონების სიტუაციური ადაპტაციის საფუძველზე გამოკვლეულია გადაკეთებული ცისტერნების, კონტეინერების გადასაზიდი მოდერნიზებული ბაქნების და გადახსნადი ძარებიანი ფლექების, ასევე გამსხვილებული სატვირთო ერთეულების ორ და სამსაფეხურიანი გადაზიდვებისათვის გამოყენებული სატრანსპორტო ერთეულების მახასიათებლები [57], [58], [59].

რკინიგზის მცირერადიუსიან მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადლების პირობებში მოძრავი შემადგენლობიდან გარე და შიგა რელსებზე გადაცემული დატვირთვები დიდ გავლენას ახდენს თვლის ქიმებისა და რელსის თავების გვერდითი ცვეთების ინტენსიურობაზე მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების თვალსაზრისით. საუღელტეხილო უბნების მცირერადიუსიან მრუდებში მიმდინარეობს გარე სარელსო ძაფის ინტენსიური გვერდითი ცვეთა. როგორც ჩატარებული ანალიზი გვაჩვენებს რელსებმა, რომლებმაც ლიანდაგში უნდა იმუშაონ 8-10 წელი, ცვეთის ინტენსიურობის გამო 2-3 წელიწადში შესაცვლელი ხდება. ე.ი. რელსების სამსახურის ვადა მცირდება დაახლოებით 3,5-4-ჯერ. თვლის ქიმებისა და რელსის გვერდითი ცვეთის ფორმირებაში ძირითად გავლენას ახდენს რელსის თავის გვერდით წახნაგზე მიბჯენილი თვლის ქიმების გარდაუვალი წრიული სრიალი ორწერტილოვანი კონტაქტირებისას და თვლის გრძივი სრიალი რელსზე, განპირობებული მრუდში შიგა და გარე სარელსო ძაფების სიგრძეთა სხვაობით. გარე რელსის ჭარბი შემადლებისას თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალი მათი ღერძზე ხისტად ჩამოცმის გამო ხდება მრუდის გარე სარელსო ძაფზე. რამდენადაც თვლის ქიმების უმრავლესობა მიბჯენილია გარე სარელსო ძაფზე, ქიმების გრძივი სრიალი რელსის გვერდით წახნაგზე ხდება წრიულ სრიალთან ერთად. გაანგარიშების შედეგები გვაჩვენებს, რომ ურიკის თვლებიდან შიგა და გარე რელსებზე გადაცემული დატვირთვების სხვაობის პროცენტული

მნიშვნელობები აღწევს 70%-მდე. გარე რელსის ჭარბი შემადგენლისას მოძრავი შემადგენლობის ძარის აყირავების გამო შიგა სრიალებიდან მრუდის შიგა ძაფზე მოძრავ თვლებს გადაეცემათ მეტი დატვირთვა. ამიტომ შიგა თვლების წინაღობა სრიალისადმი (ბუქსაობა) გაცილებით მეტია, ვიდრე გარე თვლების წინაღობა გრძივი სრიალის (იუზი) მიმართ. თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალი ხდება იმ სარელსო ძაფზე, რომლის მიმართაც სრიალისადმი წინაღობა ნაკლებია. ეს ფაქტორი კი განაპირობებს თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსიურობის ზრდას. დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ არასაკმარისად შემადგენულ მრუდებში მატარებლის ჩაყარდნა პრაქტიკულად არ ხდება, ვინაიდან ვაგონის ძარის გარე ძაფის მხარეს სრიალებზე აყირავების გამო გარე თვლები 30-70%-ით უფრო მეტად აწვევა რელსებს ვიდრე შიგა თვლები. ეს კი ხელს უშლის ქიმის აცოცებას გარე რელსის თავზე და თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალი გარე სარელსო ძაფიდან გადაერთვება შიგა სარელსო ძაფზე (ბუქსაობა), ამიტომ ასეთ მრუდებში უფრო მეტად ცვდება შიგა რელსის თავი და მნიშვნელოვნად კლებულობს თვლის ქიმების და გარე რელსის გვერდითი ცვეთის ინტენსიურობა [60], [61], [62], [63].

ისეთი რკინიგზების საექსპლუატაციო მოღვაწეობის ეკონომიკური ასპექტები, სადაც ხორციელდება მძიმეწონიანი მატარებლების მოძრაობა უკანასკნელი წლების განმავლობაში წარმოადგენს მნიშვნელოვანს, რომელიც გამომდინარეობს თვალი-რელსი სისტემის ურთიერთქმედებიდან. ზოგიერთი სარგებლობა, რომლებიც შეიძლება მივიღოთ ამ პრობლემათა გადაწყვეტით და მათი თანმდევი არასასიამოვნო მოვლენების აღმოფხვრით, ისინი გამოყენებულ იქნა უშუალოდ მათი მნიშვნელობის საილუსტრაციოდ რკინიგზაზე მძიმეწონიანი მატარებლების მოძრაობის კონტექსტში [64].

საყურადღებოა რესორულ ჩამოკიდებათა კონსტრუქციის გავლენა მოძრავი შემადგენლობის მრუდში ჩაწერის მახასიათებლებზე თვალსა და რელსს შორის ურთიერთქმედების პროცესი. კვლევის ობიექტია კონტაქტის და იმ ძალის მექანიკა, რომელიც მოქმედებს თვალსა და რელსს შორის, რისთვისაც დასახულია თვლისა და

რელსის პროფილების დამუშავების მიმართულებანი თვალი-რელსი სისტემაში მოქმედი და მოძრავი შემადგენლობის მრუდში ჩაწერის მახასიათებლების ოპტიმიზირების მიზნებით. რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მიდგომა რელსებისა და თვლების მიმდინარე შენახვის ორგანიზაციის შესახებ, ასევე მითითებულ იქნეს მისი შემდგომი განვითარების პერსპექტივები [65].

რკინიგზაზე მატარებელი-გზა ურთიერთქმედების სისტემაში მნიშვნელოვანია შემთხვევით ვიბრაციათა კვლევების შედეგების თეორიული დადასტურებები. რის გამოც განიხილება გზისა და მოძრავი შემადგენლობის, როგორც ერთიანი მექანიკური სისტემის კომბინირებული სტატისტიკური ვიბრაციები კვლევის ანალიტიკური მეთოდის გამოყენებით [66].

თვალი-რელსი სისტემაში თვლებისა და რელსების ურთიერთქმედებათა შესასწავლად და სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის შესაფასებლად თვლების ცვეთებზე და ვაგონების დინამიკაზე დამუშავებულ იქნა მოდიფიცირებული მათემატიკური მოდელი. დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის და სხვა ქვეყნების რკინიგზებზე მოძრავი ვაგონების სავალი ნაწილების თვლების პროფილების კვლევამ დაადასტურა ვაგონების თვლების პროფილის დიდი გავლენა თვალი-რელსის საკონტაქტო წყვილის ცვეთაზე. საჭიროება მოითხოვს დამუშავებულ იქნეს ფართოლიანდაგიან რკინიგზაზე მოძრავი ვაგონებისათვის ახალი სტანდარტის პროფილის დამუშავება. კომპიუტერული მოდელირების გამოყენებით დამუშავდა სავაგონო თვლების ორი ახალი პროფილი და ასევე შესრულდა მათი ეფექტიანობის თეორიული პროგნოზი. ჩატარებული იქნა საექსპლუატაციო გამოცდები 160 თვალზე შემოთავაზებული პროფილით სამარშრუტო მატარებლების ვაგონებზე, რომელთა მეშვეობითაც გადაიზიდებოდა წიაღისეული. 76 ათასი კილომეტრის გარბენის შემდეგ მათმა ცვეთამ შეადგინა 2 ჯერ ნაკლები, ვიდრე ჩვეულებრივი ექსპლუატაციისას იგივე პირობებში [67].

ზოგიერთი კვლევების რეზულტატები, რომლებიც ჩატარებულია სრულიად რუსეთის რკინიგზის ტრანსპორტის სამეცნიერო-კვლევით

ინსტიტუტში თვლის პროფილის მდგომარეობის გაგენის შეფასებისათვის სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის დინამიკაზე და თვლის ცვეთის ხასიათზე იქცევს განსაკუთრებულ ყურადღებას. კვლევების ორი ეტაპი მოიცავს ინფორმაციის შეკრებას თვლების პროფილების და რელსების მდგომარეობის შესახებ ექსპლუატაციაში; ალგორითმებისა და პროგრამების დამუშავება თვლების პროფილების და რელსების გაგენის გამოკვლევისათვის მოძრავი შემადგენლობის დინამიკაზე და კონტაქტის ზედაპირის ცვეთების ხასიათს; ასევე შედეგები სატვირთო ვაგონების თვლის პროფილების და რელსების გაზომვების შესახებ, რომლებიც წარმოდგენილია თვლების პროფილების და რელსების გაშუალდებული სახით მათი ცვეთების ხარისხზე დამოკიდებულებით. თეორიული ნაწილი მოიცავს გაანგარიშებათა მეთოდებს და რეზულტატებს თვლების პროფილების და რელსების თავების კონტაქტის ზონების აღმოსაჩენად და მათ დამოკიდებულებას სარელსო გზის გეომეტრიულ პარამეტრებზე, რომლებიც ყველაზე დიდ გაგენას ახდენენ მოძრავი შემადგენლობის დინამიკაზე. შესრულებულია თვლის შერჩეული პროფილების გაგენა მოძრავი შემადგენლობის დინამიკაზე და თვლების ცვეთების ხასიათზე. შედეგების საფუძველზე შერჩეულ იქნა თვლის პროფილები საექსპლუატაციო გამოცდებისათვის [68].

თეორიული კვლევებისა და საექსპლუატაციო გამოცდების შედეგების მიხედვით ცვეთის კრიტერიუმად მიღებულია ხახუნის ძალთა მუშაობის თვლის ქიმი-რელსის კონტაქტის ზონაში გავლილ მანძილთან შეფარდება. შესწავლილ იქნა სხვადასხვა ფაქტორების გაგენა მოძრაობის რამოდენიმე რეჟიმისათვის ლიანდაგის სხვადასხვა რადიუსის მრუდებში სხვადასხვა სიჩქარით. ამ ფაქტორებს შორის არის – ურიკის კონსტრუქცია, ვაგონის ტიპი, თვლის პროფილი (სულ განხილულ იქნა ცხრა პროფილი, მათ შორის დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის, დიდი ბრიტანეთის, გერმანიის, S1002 ტიპის შეხამებით P 65 და MCЖД-60 ტიპის რელსებთან), ხახუნი თვლის ქიმსა და რელსს შორის, ცენტრალურ სატაბიკე კვანძში და სოლებში, სავალი ნაწილების ყველაზე მნიშვნელოვანი პარამეტრების გადახრა მნიშვნელობებიდან, რომლებიც დასაშვებია სადებო რემონტის შემდეგ.

გზის მრუდი უბნების მდგომარეობა. გამოცდების შედეგებმა დაადასტურა სისწორე როგორც მოდელის, ასევე დასკვნების, რომლებიც ეხება ვაგონების კონსტრუქციის, სავალი ნაწილების და გზის მდგომარეობის გავლენას თვლებისა და რელსების ცვეთებზე [69].

მნიშვნელოვანია ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ თვალი-რელსი სისტემის ტრიბოლოგიურ პარამეტრებს. ამიტომ ფორმულირდება მოთხოვნები ლოკალური ფიზიკური რეჟიმების მიმართ ტრიბოდინამიკური მოდელების საკმარისი ადეკვატურობის მისაღწევად. ტრიბოლოგიური ფაქტორები შეისწავლება როგორც მათემატიკური ასევე ფიზიკური მოდელების დახმარებით. წყვილთვლების გაელვებადი მბრუნავი ღერძების იმ მდგომარეობების და მომენტების გავლენის კვლევისათვის, რომლებიც წარმოიშვებიან თვლების ქიმების საკონტაქტო ზედაპირების წინმსწრები გადაადგილებებით პარამეტრებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ თვლების ქიმების და რელსების თავების შიგა წახნაგების ცვეთებს, გამოყენებულია რამოდენიმე კვაზისტატიკური მოდელი. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს სამელემენტური ურიკის კონსტრუქციის გავლენა თვლების ქიმების და რელსების თავების მუშა წახნაგების ცვეთების პროცესზე. ლაბორატორიული გამოცდების ჩატარებისას განსაზღვრულ იქნა ცვეთის ოთხი რეჟიმი, რომელიც კლასიფიცირებულია არიან საშუალო, მკაცრი, მძიმე და ავარიულ კატეგორიებად. განსაზღვრულ იქნა ცვეთების რეჟიმებს შორის ზღვრები. ლაბორატორიული კვლევების შედეგების საფუძველზე გამოვლენილია ცვეთების კანონზომიერებანი, რომელიც შემოთავაზებულია გამოყენებისათვის თვალი-რელსი სისტემაში ურთიერთქმედებათა დინამიკური მოდელირების დროს [70].

სატვირთო ვაგონის ძარის კავშირი ურიკებთან ხორციელდება ცენტრალური კვანძის ქუსლი-საქუსლე-ს კვანძით. მოძრაობის დროს ვაგონის ძარის გადაყირავების თავიდან აცილების მიზნით ურიკებს და ძარას თითოეულ მხარეს აქვთ გვერდითი საყრდენები სრიალების სახით, რომლებიც ღრეჩოს შერჩევას იზეუებიან. სატვირთო ვაგონის აშენებისა და რემონტის დროს ქუსლი-საქუსლეს კვანძის მოხაზუნე ზედაპირები ისევე, როგორც სრიალები იზეუებიან, თუმცა მცირე

გარბენის შემდეგ ძარის გადახრისას საქუსლეზე ან სრიალებზე ჩაწევისას დაყრდნობის კვანძის ღია კონსტრუქციის გამო კონსტრუქციის ზონებიდან თანდათანობით გამოიდევნება საზეთი მასალა, ხოლო ურთიერთქმედება შეხების ზედაპირებს შორის იქნის მშრალი ხახუნის ხასიათს. ამას მიყვაროთ მოხახუნე ზედაპირების ცვეთებამდე და სრიალებს შორის ჯამური ღრეჩოს სიდიდის ცვლილებამდე. გამოკვლეულ იქნა ქუსლი-საქუსლე-ს კვანძის და სრიალებს შორის ღრეჩოს სიდიდის ტრიბოტექნიკური მდგომარეობის გავლენა ურიკის ძარისადმი მობრუნების წინააღმდეგობის მომენტიზე და მიღებულმა შედეგმა აჩვენა შემდეგი: გახსნილი სრიალებისას ურიკის მობრუნების კუთხის გაზრდით ძარის მიმართ წინააღმდეგობის მომენტი იცვლება უმნიშვნელოდ, ძარის გადახრისას ან ჩაწევისას სრიალებზე წინააღმდეგობის მომენტი მნიშვნელოვნად იზრდება; ქუსლი-საქუსლე-ს კვანძის მოხახუნე ზედაპირების გაუცხიმოვნებას და ცვეთას მიყვაროთ წინააღმდეგობის მომენტის გაზრდამდე, ხოლო მასში საზეთი მასალის არსებობა განაპირობებს მობრუნების წინააღმდეგობის მომენტის შემცირებას; ღრეჩოების შემცირება სრიალებში ხელს უწყობს წინააღმდეგობის მომენტის ზრდას; ჩაკეტილი სრიალების შემთხვევაში და ქუსლის უკიდურესი დაყრდნობისას საქუსლეზე მცირდება ცვეთის ხარისხის გავლენა საქუსლის ზონაში და მასში ზეთის არსებობა ასევე დადებითად მოქმედებს ჯამური წინააღმდეგობის მომენტის ცვლილებაზე, ვინაიდან ძარის დაჯდომისას სრიალებზე ვერტიკალური დატვირთვა გადანაწილდება საქუსლიდან სრიალებზე და ადგილი აქვს წინააღმდეგობის მომენტის შექმნას სრიალებში და მასზე მოდის მთლიანად მობრუნების წინააღმდეგობის მომენტის დაძლევის გარკვეული წილი; ვაგონებს, რომელთაც ხანგრძლივი პერიოდის გამო მოუწიათ დგომა მოცდენაში, ზეთის არასაკმარისობის შემთხვევაში ქუსლი-საქუსლეს სისტემური წინააღმდეგობის მომენტი იზრდება. ასევე ჩატარებული კვლევები აჩვენებენ, რომ სატვირთო ვაგონების საექსპლუატაციო პარკის 18-100 მოდელის ურიკის მოდერნიზაცია მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით და ასევე თვლების ქიმების ცვეთების შემცირების მიზნით მიზანშეწონილია გათვალისწინებულ იქნეს შემდეგი: ურიკის შეკავშირებების გაზრდა

მთლიანობაში, გზის სწორ ჰორიზონტალურ უბანზე ზიგზაგური მოძრაობის მდგრადობის გაზრდის მიზნით და ასევე ჩარჩოს ძალების ზრდის დონის შემცირება გარე სარელსო ძაფზე გზის სწორ უბანზე; არ უნდა გამოვიდეს რემონტიდან ვაგონები, რომელთაც აქვთ სრიალებში ნათელები. ამიტომ უმჯობესია ღრეჩოები თითოეულ მხარეს იყოს ტოლი (სიმეტრიულად), რაც შეამცირებს ურიკის მობრუნების კუთხეების წინააღმდეგობას ძარის მიმართ და ჰორიზონტალური განივი დატვირთვების უთანაბრობის განაწილებას სარელსო ძაფებზე ვაგონის დატვირთულ მდგომარეობაში მოძრაობისას ლიანდაგის მრუდ უბნებში [71].

სატვირთო ვაგონებზე ჩატარებულმა გამოცდებმა საშუალება მოგვცა მიღებულ იქნეს დაზუსტებული მონაცემები ურიკების ინტენსიური ზიგზაგური მოძრაობის შესახებ, როდესაც ხორციელდება ცარიელი ვაგონების მოძრაობა. ჩატარებულმა ექსპერიმენტალურმა კვლევებმა, რომელიც ეხება ცარიელი ნახევარვაგონების დინამიკის კვლევებს, საშუალება მოგვცა გაირკვეს კითხვა, რატომ ხდება, რომ ახალი ვაგონი, რომელსაც პირველსაწყისად არ აქვს გადახრები ურიკების ინტენსიური ზიგზაგური მოძრაობის მიმართ, იძენს ამ თვისებას ექსპლუატაციის პროცესში. გამოცდების ობიექტებად აღებულ იქნა ოთღერძიანი ნახევარვაგონები და 18-100 მოდელის ურიკები. დინამიკური გამოცდების პირველ ციკლში ნახევარვაგონის ქვეშ განლაგებულ 18-100 მოდელის ურიკაზე განლაგდა წყვილთვლები, რომელთაც ჰქონდათ ქიმის სისქე 33 მმ, ცვეთა გორვის წრეზე ნულის ტოლი, თვლების დიამეტრიც 949-950 მმ-ის საზღვრებში. მოძრაობისას 50-120 კმ/სთ, როგორც უპირაპირო ასევე პირაპირებიან გზაზე სწორ და მრუდ უბნებზე არ იქნა დარეგისტრირებული მიმოქნევითი ავტორხევეები. მთლიანობაში შესრულებული ცარიელი ვაგონების დინამიკური გამოცდები, რომლებიც ახლად წარმოებულია და აქვთ სერიული ურიკები 18-100 დგინდება, რომ მოძრაობა მდგრადია 120 კმ/სთ-მდე დიაპაზონში მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ წყვილთვლები შემოწარხულია სპეციალური სტანდარტის პროფილით, ხოლო ვაგონის გარბენა უმნიშვნელოა. ვაგონის გარბენის შემდეგ ექსპლუატაციაში დაახლოებით 20 ათასი კილომეტრი თვლების პროფილები მიმუშავდება

რელსებთან, რასაც უცილობლად მიყვავართ მდგრადობის დაკარგვამდე და წარმოიშვება ინტენსიური ზიგზაგური მოძრაობა, როდესაც სიჩქარე აჭარბებს 70 კმ/სთ-ს. ვაგონის გარბენის ზრდით ურიკების ეს ნაკლოვანება შენარჩუნდება [72].

ახალი თაობის ვაგონებისათვის, რომელთა ღერძზე მოსული დატვირთვაც გაზრდილია 25 ტ.დ-მდე გამოთვლილ იქნა ტექნიკური მანქანებლები. ღერძზე მოსული დატვირთვის გაზრდამ და შესაბამისად ვაგონის ტვირთამწობის გაზრდამ აამაღლა ახალი ვაგონების მწარმოებლურობა 5-10%-ით. ასეთი ვაგონების ექსპლუატაცია, რომელთაც პერსპექტიულ ნახევარვაგონებს უწოდებენ და დამუშავებულია ურალის ვაგონმშენებელ ქარხანაში მოდელები 12-196 და 12-197 საშუალებას იძლევიან შემცირდეს მიმდინარე დანახარჯები ტვირთების გადაზიდვებზე 10-20%-ით, ამ მოთხოვნათა რეალიზაციისათვის დამუშავებულ იქნა 18-194-1 მოდელის ურიკა, რომელსაც გაუმჯობესებული აქვს რესორული ჩამოკიდებანი, ასევე ახლებურად არის რეალიზებული წყვილთვლების კავშირი ჩარჩოსთან (ურეტანული საადები) და გამოყენებულია ახალი სრიალა-დემპფერი. ასევე დამუშავებულია 26.B502 და 26.B503 მოდელის ურიკები ძირითადი ელემენტებით (გვერდითი ჩარჩო და რესორებზედა ძელი) შედუღებული და ჩამოსხმული კონსტრუქციის. რომლის განსხვავებად ითვლება დრეკადი კავშირი ჩარჩოსი ბუქსებთან, სრიალების ახალი კონსტრუქცია, ადაპტერი საბუქსე დიობში, რომელიც დატვირთვას გადასცემს წყვილთვლებს აღჭურვილია დრეკადი ელემენტებით [73].

სატვირთო ვაგონების პარკის განახლების მიზნით სრულიად რუსეთის სამეცნიერო-კვლევითი და მოძრავი შემადგენლობის საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური ინსტიტუტეს მიერ დამუშავებულ იქნა ახალი სამელემენტური ურიკა სატვირთო ვაგონებისათვის ღერძული დატვირთვით 25 ტ. და მოძრაობის სიჩქარით 120 კმ/სთ. დამუშავების მიზანს წარმოადგენდა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლება, შეკეთებათშორისი გარბენების გაზრდა, ლიანდაგზე ზემოქმედების შემცირება. ურიკაში ახალ ელემენტებად ითვლებიან სხმული გვერდითი ჩარჩოები და რესორებზედა ძელი, საბუქსე ადაპტერები და მისი დრეკადი ელემენტები, ძარასთან მუდმივი

კონტაქტის დრეკადი გვერდითი სრიალები, საქუსლის კვანძი. რესორებზედა ძელების და გვერდითი ჩარჩოების კონსტრუქციები შერჩეულ იქნა დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესაბამისი გაანგარიშებების საფუძველზე დაბოლოებულ-ელემენტურ მოდელებში, რაციონალური ფორმების და დეტალების განივი კვეთების ზომების მიხედვით, მათში ძაბვათა კონცენტრაციის დონის შესამცირებლად. გვერდით სრიალებად გამოყენებულია პოლიურეთანის კრებული ელემენტები, რომელთაც აქვთ სპეციალური ფორმა. დრეკადი ელემენტები წინასწარ შეკუმშულია 20 კნ. ძალით სტატიკური ჩაღუნვით 20 მმ. დინამიკური ჩაღუნვა ვაგონის მოძრაობისას შეადგენს 8-10 მმ-ს. ვაგონის დინამიკური მახასიათებლები, რომელიც აღიჭურვა გამოსაცდელი ურიკებით იმყოფება დასაშვები მნიშვნელობების ფარგლებში ყველა დიაპაზონში, რომელიც დადგენილია სატვირთო ვაგონებისათვის მოძრაობის სინქარეების მიხედვით. ლიანდაგის სწორ უბანზე უზრუნველყოფილია დატვირთული ვაგონის მდგრადი მოძრაობა ახალი თვლებით სინქარეებისას 130 კმ/სთ-მდე, ხოლო გაცვეთილი თვლები 100 კმ/სთ-მდე. ცარიელ მდგომარეობაში შესაბამისად 100 და 80კმ/სთ, რაც 20 კმ/სთ-ით მეტია ცარიელი ვაგონებისათვის, რომლებსაც აქვთ 18-100 მოდელის ურიკები, რაც არსებითად აუმჯობესებს ვაგონების მოძრაობის უსაფრთხოების პირობებს. ამგვარად მცირდება ზემოქმედება გზაზე და აუმჯობესებს ცარიელი ვაგონის მოძრაობის უსაფრთხოებას. ახალი სამელემენტო ურიკის ექსპლუატაცია სატვირთო ვაგონებზე ღერძული დატვირთვით 25 ტმ. საშუალებას იძლევა აამაღლოს ვაგონის მწარმოებლურება, შეამციროს დანახარჯები ურიკის რემონტზე და მოცდენის დრო ტექნიკურ მომსახურებაზე შეკეთებათშორისი პერიოდის გაზრდის ხარჯზე [74].

თითქმის 50 წელზე მეტია სატვირთო ვაგონები ექსპლუატაციაში არიან 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით, რომლებიც დაპროექტებულნი იქნენ 22,5 ტ. ღერძზე მოსული დატვირთვებისათვის. ამ პერიოდის განმავლობაში მნიშვნელოვანი ცვლილებების გარეშე ღერძზე მოსული დატვირთვა ურიკაში გაიზარდა 23,5 ტ-მდე. გასული საუკუნის მიწურულს და ახლის დასაწყისში დაწყებულ იქნა სერიოზული მუშაობა ახალი თაობის სატვირთო

მოძრავი შემადგენლობის შესაქმნელად, რომელიც ითავალისწინებს ისეთი ვაგონების შექმნას, რომელთაც ექნება გაზრდილი ტვირთამწობები და ურიკის ღერძზე მოსული გაზრდილი დატვირთვა 25 ტ.დ, მოძრაობის სიჩქარეებისათვის 120 კმ/სთ-მდე და ღერძზე მოსული დატვირთვით 30 ტ.დ. მოძრაობის სიჩქარეებისათვის 80 კმ/სთ-მდე. ღერძზე მოსული 25 ტ.დ. დატვირთვის მქონე ურიკის რესორულმა ჩამოკიდებამ უნდა უზრუნველყოს ლიანდაგზე ზემოქმედება არაუმეტესად, როგორც ხორციელდება 18-100 მოდელის ურიკით, რომელსაც აქვს ღერძზე მოსული დატვირთვა 23,5 ტ.დ. რაც შეეხება სავალ ნაწილს ღერძზე მოსული დატვირთვით 30 ტ.დ. ისინი შექმნილია რკინიგზის ცალკეული მიმართულებებისათვის სხვადასხვა სახის წიაღისეულისა და ქვანახშირის გადაზიდვის ეკონომიკური ეფექტიანობის ასამაღლებლად. მთლიანობაში კვლევები ადასტურებს, რომ პროექტი რომლის მიხედვითაც უნდა დაინერგოს მოძრავი შემადგენლობანი ექსპლუატაციაში სავალი ნაწილებით, რომელთაც აქვთ ღერძზე მოსული დატვირთვა 30 ტ.დ. ეკონომიკურად გაუმართლებელია [75].

18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით აღჭურვილი ვაგონების კომპლექსურმა გამოცდებმა გამოავლინეს წყვილთვლების ქიმების გაზრდილი ცვეთები, გაზრდილი ზემოქმედება გზაზე და არასაკმარისი საიმედოობა ცარიელ რეჟიმში მოძრაობის დროს, რომლებიც ეხება ზოგიერთი ტიპის ვაგონებს. სრულიად რუსეთის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის კვლევებით დადგინდა, რომ თვლების ქიმების ცალმხრივი ცვეთების ძირითად მიზეზად ითვლება წყვილთვლების გადახრა სარელსო გზაზე. ინტენსიურ ცვეთებთან ბრძოლა მიმართულია იმ ფაქტორების გამოსავლენად, რომლებიც მაქსიმალურ გავლენას ახდენენ გადახრაზე და მის აღმოფხვრაზე [76].

მოძრაობის უსაფრთხოების ხელშემშლელ ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად ითვლება სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების გაუმართაობანი. უცვილებელია აღინიშნოს, რომ მიუხედავად მიღებული ზომებისა უმრავლესი სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილები აღჭურვილნი არიან მოძველებული 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით.

სრულიად რუსეთის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის, მოსკოვის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის, სანკტ-პეტერბურგის მიმოსვლის გზათა სახელმწიფო უნივერსიტეტის და ასევე სხვა ორგანიზაციების მიერ გამოვლენილ იქნა მათი დამახასიათებელი ნაკლოვანებანი, რომელთაც პირველ რიგში მიეკუთვნებიან სტატიკური ჩაღუნვა, მნიშვნელოვანი გაურესორებელი მასა, ურიკის ელემენტების არასაკმარისი კავშირი, მშრალი ხახუნის არსებობა კვანძებში და სხვ. რომელნიც წარმოადგენენ გაზრდილი დინამიკური დატვირთვების წარმოშობის მიზეზს, რაც უარყოფითად მოქმედებს ურიკის კვანძებზე, რასაც თავის მხრივ მიყვავართ კონსტრუქციის დაღლილობითი სიმტკიცის კოეფიციენტის შემცირებამდე და ბზარების წარმოშობამდე, რაც შეიძლება გახდეს რესორებზედა ძელის და გვერდითი ჩარჩოების გატეხვის მიზეზი. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ წარმოშობილი გრძივი ძალები ბუქსას და გვერდით ჩარჩოს შორის დამატებით ხელს უწყობს ჩაჭიდების ძალის შემცირებას თვალსა და რელსს შორის. ეს ფაქტორი იწვევს სამუხრუჭე ძალთა მომენტის გადამეტებას, თვალსა და რელსის შეჭიდების ძალაზე მეტად, რაც ითვლება ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად თვლების გორვის ზედაპირებზე ნაცოცების წარმოშობისა ცარიელ მატარებლებში რთული კლიმატური პირობების დროს. მიღებული შედეგები ადასტურებენ საბუქსე ღიობებში არსებული ღრეჩოების მნიშვნელოვან გავლენაზე ვაგონების გვერდითი ჩარჩოების ბოლო ნაწილების დინამიკურ დატვირთვაზე, რაც განსაზღვრავს მათში ბზარების წარმოშობას, რაც თავის მხრივ საფრთხეს უქმნის მოძრაობის უსაფრთხოებას. ჩატარებული კვლევა მიუთითებს გადაუდებელ აუცილებლობაზე იმის შესახებ, რომ მოხდეს სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის ურიკის დინამიკური მახასიათებლების კარდინალური სრულყოფა, რაც ხელს შეუწყობს რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას და მატარებელთა წვეაზე საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას [77].

გაზრდილი ღერძზე მოსული დატვირთვის მქონე პერსპექტიული სატვირთო ურიკების შექმნა მეცნიერთათვის ითვლება ყველაზე აქტუალურ ამოცანად, რაც წარმოადგენს ახალი თაობის სატვირთო ვაგონების შექმნის კომპლექსური ამოცანის ნაწილს. სატვირთო

ვაგონების ღერძული დატვირთვების და მოძრაობის სიჩქარის გაზრდა მნიშვნელოვნად განაპირობებს რკინიგზის გამტარ და გამზიდუნარიანობის ამაღლების უმნიშვნელოვანესი პრობლემის გადაწყვეტას, რაც ეკონომიკურად გამართლებული იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ ახალი სატვირთო ურიკები უარყოფით გავლენას არ მოახდენენ ლიანდაგზე ზემოქმედების თვალსაზრისით. სააქციო საზოგადოება ურალის ვაგონმშენებელმა ქარხანამ დაამუშავა და სერიულ წარმოებაში გამოუშვა 18-194-1 ტიპის ურიკა ღერძული დატვირთვით 25 ტ. ძირითად სისტემურ პრინციპებად ურიკის შექმნისას ითვლებოდა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლება, სასიცოცხლოდ მაღალი ხარისხიანობის და დაბალი ღირებულების უზრუნველყოფა შეკეთებათაშორისი გარბენების გაზრდის ხარჯზე. ამერიკის შეერთებულ შტატებში, კანადაში, რუსეთში და სხვა ქვეყნებში დაკვირვებები აჩვენებს, რომ სამელემენტო ურიკები არახისტი ჩარჩოთი შეიცავს გაცილებით მაღალი ხარისხის მდგრადობას რელსებიდან გადავარდნის თვალსაზრისით. აღნიშნული ურიკები კონსტრუქციულად გაცილებით მარტივია, ხოლო დამატებითი კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური გადაწყვეტა, რომლებიც რეალიზებულია 18-194-1 ურიკაში საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს ისეთ ნაკლოვანებათა გავლენა, რომლებიც დამახასიათებელია სამელემენტო ურიკებისათვის. გარდა ამისა მაქსიმალურად არის გამოყენებული კონსტრუქციული გადაწყვეტები, რომლებიც აპრობირებულია ექსპლუატაციაში ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური პროცესების ათვისების გათვალისწინებით, კერძოდ სამსმელო წარმოებაში და ექსპლუატაციაში მომსახურებისა და რემონტის დროს. რესორებზე და ძელზე გვერდითი სრიალების მოსათავსებლად გათვალისწინებულია მექანიკურად დამუშავებული მოედნები ხრახნული ნახვრეტებით და ასევე ტექნოლოგიური ფანჯრები ურიკაში გამოყენებულია მუდმივი კონტაქტის დრეკადი სრიალები მეტალოპოლიმერული დემპფერით ან დრეკად-გორგოლაჭიანი სრიალა პოლიმერული დემპფერით [78].

სარკინიგზო ტრანსპორტის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, რომელიც ეხება გზის მცირე რადიუსიან უბნებზე

სატვირთო ვაგონის და ლიანდაგის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოშობილი თვლების ქიმებისა და რელსების თავების გვერდითი ცვეთების შემცირებას, რომელთა წარმოშობის ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს ოთხდერძიანი სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის ორდერძიანი ურიკის რესორებზედა ძელზე განლაგებული მოძველებული და არასრულყოფილი ყუთისებური კონსტრუქციის სრიალები. აღნიშნული კონსტრუქციის სრიალები წარმოადგენენ ცვეთების გამომწვევ ერთ-ერთ მიზეზს, რის გამოც მისი მოდერნიზაცია-შეცვლა კვლავაც აქტუალურია და მოითხოვს შემდგომ სრულყოფას. მიუხედავად გორგოლაჭიანი სრიალების სხვადასხვა კონსტრუქციებისა, რომლებიც გამოყენებულია ევროპისა და ამერიკის ქვეყნების სატვირთო ვაგონების ურიკებზე, გამოკვლევებით დადგინდა, რომ უპირატესობა ენიჭება სრულიად ახლებური კონსტრუქციის სრიალებს, რომლებიც განლაგებულია სპეციალურ ყუთებში და გააჩნიათ სფერული (ბურთულეებიანი) კონსტრუქცია. მასში გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ძელის თითოეულ მხარეს შეწყვილებული ბურთულა კონსტრუქციის სრიალები ბურთულების გრძივი განლაგებით, რომლებიც შეიძლება ასევე განხილულ იქნეს კომბინირებულ ვარიანტშიც ელასტომერთან ერთად. ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ნაცვლად წყვილი ცილინდრული გორგოლაჭებისა (რომლებიც გამოიყენება ამერიკულ ურიკა ბარბერში) საყრდენ სრიალებად თითოეულ მხარეს გამოყენებული უნდა იქნეს სფერული (ბურთულა) ორ-ორი საყრდენი თითოეულ მხარეს მინიმალური რეგლამინტირებული ღრეჩოთი. ცილინდრულ გორგოლაჭებზე ძარის დაყრდნობისას წინსვლითი გადანაცვლების დროს სრულდება გორვითი ხახუნი, ხოლო განივი გადანაცვლებისას (რხევითი) ადგილი აქვს სრიალის ხახუნს. ამგვარად, ადგილი აქვს ორი სახის ტრიბოტექნიკურ პროცესს. ამავე დროს ზოგერთ კონსტრუქციაში გორგოლაჭს შეუძლია განახორციელოს მხოლოდ წინსვლითი მოძრაობა X ღერძის მიმართ. ჩვენს შემთხვევაში ბურთულები განლაგდება სპეციალურ ბუდეებში საზეთ მასალებთან ერთად, რომელთაც შეუძლიათ შეასრულონ ბრუნვითი მოძრაობები X, Y, Z ღერძების მიმართ და სისტემას ექნება სამი თავისუფლების ხარისხი. მოცემულ შემთხვევაში იცვლება ტრიბოტექნიკური პროცესი

და ადგილი აქვს მხოლოდ გორვით ხახუნს. აღნიშნული კონსტრუქცია არსებითად შეამცირებს ცვეთებს არამარტო უშუალოდ სრიალებში, არამედ სრიალების ნებისმიერ ზემოხსენებულ კონსტრუქციასთან შედარებით იგი შეასუსტებს მიმმართველი და გვერდითი ძალების ზემოქმედებას თვლების ქიმებსა და რელსების თავებს შორის, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს ცვეთების იმ კატასტროფულ შედეგებს, რომლებიც გამოწვეულია 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით. შემოთავაზებული სრიალის კონსტრუქცია შეიძლება ასევე შესრულდეს კომბინირებულ ვარინტში ელასტომერთან ერთად, რაც მეტ სიმდოვრეს შესძენს ვაგონის სელას და შეამცირებს ურიკის ზიგზაგურ მოძრაობას. მიმდინარეობს აღნიშნული კონსტრუქციის სრიალების კონსტრუქციული ნახაზების შედგენა და სრულყოფა, მისი ერთიანი დინამიკური მოდელის და ასევე მათემატიკური აპარატის დამუშავება [79], [80].

ჩატარებული ლიტერატურული მიმოხილვის საფუძველზე სადისერტაციო თემის აქტუალურობა, მიზანი, მიღებული შედეგები და მისი პრაქტიკული ღირებულება შესაძლებელია მთლიანობაში ფორმულირებულ იქნეს შემდეგი სახით.

ნაშრომის აქტუალურობა მდგომარეობს იმაში, რომ რკინიგზაზე “თვალი-რელსი” სისტემაში რელსების თავების შიგა წახნაგების და თვლების ქიმების ცვეთების ძირითად წყაროდ მეცნიერთა მიერ მრავალჯერადი ექსპერიმენტალური და საექსპლუატაციო დაკვირვებების შედეგად აღიარებული იქნა სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის სავალი ნაწილი, რომელიც მოითხოვს სხვადასხვა კვანძების აუცილებელ მოდერნიზაციას, რომელთა შორისაც ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კვანძად, რომელიც საჭიროებს გადაუდებელ მოდერნიზაციას ითვლება ურიკის რესორებზედა ძელზე განლაგებული ჰორიზონტალური სრიალები.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ამერიკის, კანადის, გერმანიის, საფრანგეთის, რუსეთის და ისეთი ქვეყნების რკინიგზებზე გამოყენებული სატვირთო მოძრავი შემადგენლობების სავალ ნაწილებში გამოყენებული სრიალების კონსტრუქციების დეტალური ანალიზის შედეგად, რაც მოიცავს მათ სრულ ევოლუციას რკინიგზებზე დამუშავებულ იქნეს სრულიად ახლებური კონსტრუქციის სრიალა.

კვლევის შედეგად დამუშავებულია და მიღებულია სრულიად ახალი კონსტრუქციის სრიალა, რომელიც კონსტრუქციულად წარმოადგენს სპეციალურ დახურულ ყუთში განლაგებულ შეწყვილებულ მეტალურ ბურთულებს, რომლებიც წარმოადგენენ ვაგონის ძარის ბოლო შემზღვეველ კვანძებს მათი გადახრისას მრუდში მოძრაობის დროს. ასევე ურიკისა და ძარის მუდმივი შესხების ელემენტად შესაძლებელია დამატებით გამოყენებულ იქნეს სპეციალური ელასტომერი რაც შეამცირებს ძარის მიმოქნევას და მეტ სიმღვრეს შესძენს ვაგონის სვლას.

პრაქტიკულ ღირებულებად უნდა ჩაითვალოს ის გარემოება, რომ აღნიშნული კონსტრუქციის სრიალები პრაქტიკულად გამორიცხავენ ძარის და ურიკის არასასურველ ურთიერთკავშირს ე.წ. ჩასოღვას (გაჭედვას) რაც თავიდან აგვაცილებს ვაგონის ამოვარდნას რელსებიდან ამ მიზეზის გამო და ასევე სხვა ნებისმიერი კონსტრუქციის სრიალებთან შედარებით ამ დროს იცვლება ტრიბოტექნიკური პროცესი და ნაცვლად ორი სახის ხახუნისა (გორვითი და სრიალის) ადგილი ექნება მხოლოდ ერთი სახის ხახუნს, ვინაიდან სისტემა იმუშავებს სამი თავისუფლების ხარისხით და სივრცითი საკოორდინატო ღერძების მიმართ შეასრულებს მხოლოდ ბრუნვით მოძრაობებს, შესაბამისად ადვილად მოხდება ხახუნის მომენტის გადალახვა რომელიც წარმოიშვება ძარის სრიალებსა და ურიკის სრიალებს შორის.

2. შედეგები და მათი განსჯა

2.1. სატვირთო ვაგონებში სავალი ნაწილების გამოყენების აუცილებლობა, მათი ევოლუცია და მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების სატვირთო ვაგონებზე გამოყენებული სავალი ნაწილების სქემები, ძირითადი პარამეტრები და მათში გამოყენებული სრიალების კონსტრუქციები

2.1.1. სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების მსოფლიო ევოლუციური პროცესი და მათი ძირითადი კონსტრუქციული გადაწყვეტისა და მოდერნიზირების კრიტერიუმები

სარკინიგზო ტრანსპორტზე სატვირთო ვაგონების ევოლუციური განვითარების ისტორია ადასტურებს, რომ ორდერძიანი ვაგონების გამოყენების შესაძლებლობები მზარდი ტვირთბრუნვის და მაღალი სიჩქარეების პირობებში პრაქტიკულად შეზღუდულია და შეიქმნა აუცილებლობა ძირითადი კვანძები – ჩარჩო, წყვილთვლები ბუქსებით, რესორული ჩამოკიდებები, დამაბრუნებელი და მასტაბილიზერებელი მოწყობილობანი, ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემა, რესორებზე და ძელი და ზოგიერთი სხვა შემადგენელი დეტალები გაერთიანებულიყო ერთ საერთო კვანძად, რომელსაც ეწოდა ვაგონის სავალი ნაწილი (ურიკა). სატვირთო ვაგონებში სავალ ნაწილებად ურიკების გამოყენება პირდაპირ იყო დაკავშირებული ისეთი აქტუალური საკითხის გადაწყვეტასთან, როგორც არის გაზრდილი ტვირთამწეობის მქონე სატვირთო ვაგონების შექმნა, რომელთაც ექნებათ გაზრდილი ბაზები. მძიმეტონაჟიანი ვაგონებში წყვილთვლიდან რელსებზე გადაცემული დასაშვები დატვირთვის შეზღუდვის გამო წყვილთვლების რაოდენობა დაუშვებელია შეიზღუდოს ორით ან სამით და გარდა ამისა ვაგონების ჩაწერა ლიანდაგის მცირე რადიუსიან უბნებზე ურიკების გარეშე რთულდება. ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია ვაგონებში ურიკების გამოყენებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ვაგონებს ჰქონდეთ წყვილთვლების საჭირო რაოდენობები (არანაკლებ ოთხი). ურიკა ხასიათდება მოკლე ბაზით, რაც ვაგონებს საშუალებას აძლევს თავისუფლად ჩაეწერონ რკინიგზის ლიანდაგის მცირე რადიუსიან

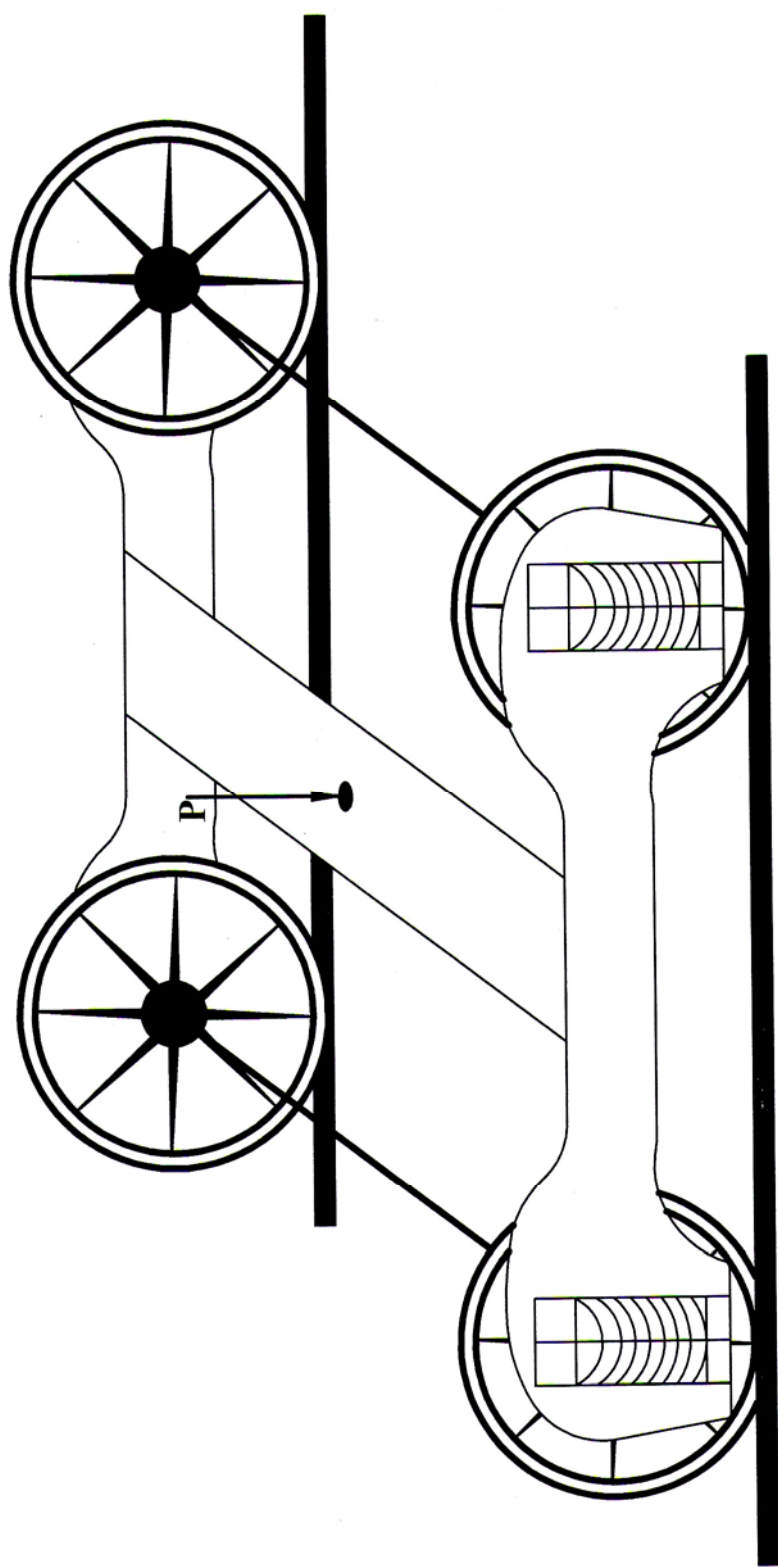
უბნებზე მოძრაობისას შედარებით მცირე წინააღმდეგობებით. ისინი ხელს უწყობენ ვაგონების მდოვრე სვლას სარელსო გზაზე მცირე ვერტიკალური და განივი გადაადგილებებით, რომლებიც წარმოიშებიან ვაგონების მიერ რელსების თავების მუშა ზედაპირების უსწორმასწორობების, რელსების პირაპირებში არსებული ღრეჩობის, ჯვარედინების, ისრების, ნაბურცების, ლიანდაგის ადგილობრივი გაფართოებების მქონე უბნების და საგზაო სტრუქტურაში არსებული არათანაბარი სიხისტის მქონე უბნების გავლის დროს. ჩამოთვლილი უბნების გავლისას ვაგონების წყვილთვლები მოძრაობისას დებულობენ ძლიერ დარტყმებს და ბიძგებს, რომლებიც გადაეცემათ უკუმიმართულებით ძარას და მასში მოთავსებულ ტვირთს. იდეალურ წარმოდგენაში ვაგონების სავალი ნაწილები უნდა წარმოადგენდნენ რთულ ავტომატიზირებულ სისტემის რეგულირებადი პარამეტრებით იმისათვის, რომ ლიანდაგის ზემოსხენებული კონსტრუქციული ნაკლოვანებების მიუხედავად მაღალი სიჩქარეების გათვალისწინებით უზრუნველყოს სატვირთო ეკიპაჟების მდოვრე სვლის საჭირო დონე. უნდა აღინიშნოს, რომ სატვირთო ვაგონების არსებული სავალი ნაწილების კონსტრუქციები მსოფლიოს მასშტაბით ჯერ კიდევ შორს არის სრულყოფილი სისტემისაგან, თუმცა სატვირთო ვაგონში, როგორც კონკრეტულად აღებული ერთიანი მექანიკური სისტემის ისეთი განუყოფელი ნაწილები, როგორებიც არიან სავალი ნაწილები წარმოადგენენ ერთ-ერთ შემადგენელ წამყვან ქვესისტემებს და მათი შემდგომი კონსტრუქციული დახვეწა და მოდერნიზაცია, რაც გარკვეულ ხარისხში მიაახლოვებს სრულყოფილ სისტემასთან სარკინიგზო ტრანსპორტზე ითვლება ერთობ აქტუალურ პრობლემად.

მთელი მსოფლიოს მასშტაბით XIX საუკუნიდან მოყოლებული XX საუკუნის 20-იან წლებამდე სარკინიგზო ტრანსპორტზე მოძრავ სატვირთო მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებულმა სავალმა ნაწილებმა განიცადა მნიშვნელოვანი ევოლუციური პროცესი. თავდაპირველი კონსტრუქციის ოთხდერძიან სატვირთო ვაგონებში გამოჩნდა ორდერძიანი ურიკები. ორივე წყვილთვალას ბუქსებზე ჭანჭიკების მეშვეობით მიერთებული ჰქონდა ფოლადის ზოლოვანი გვერდითი ძელები, ასეთი ურიკის ბაზა შეადგენდა 1228 მმ-ს. ბუქსის

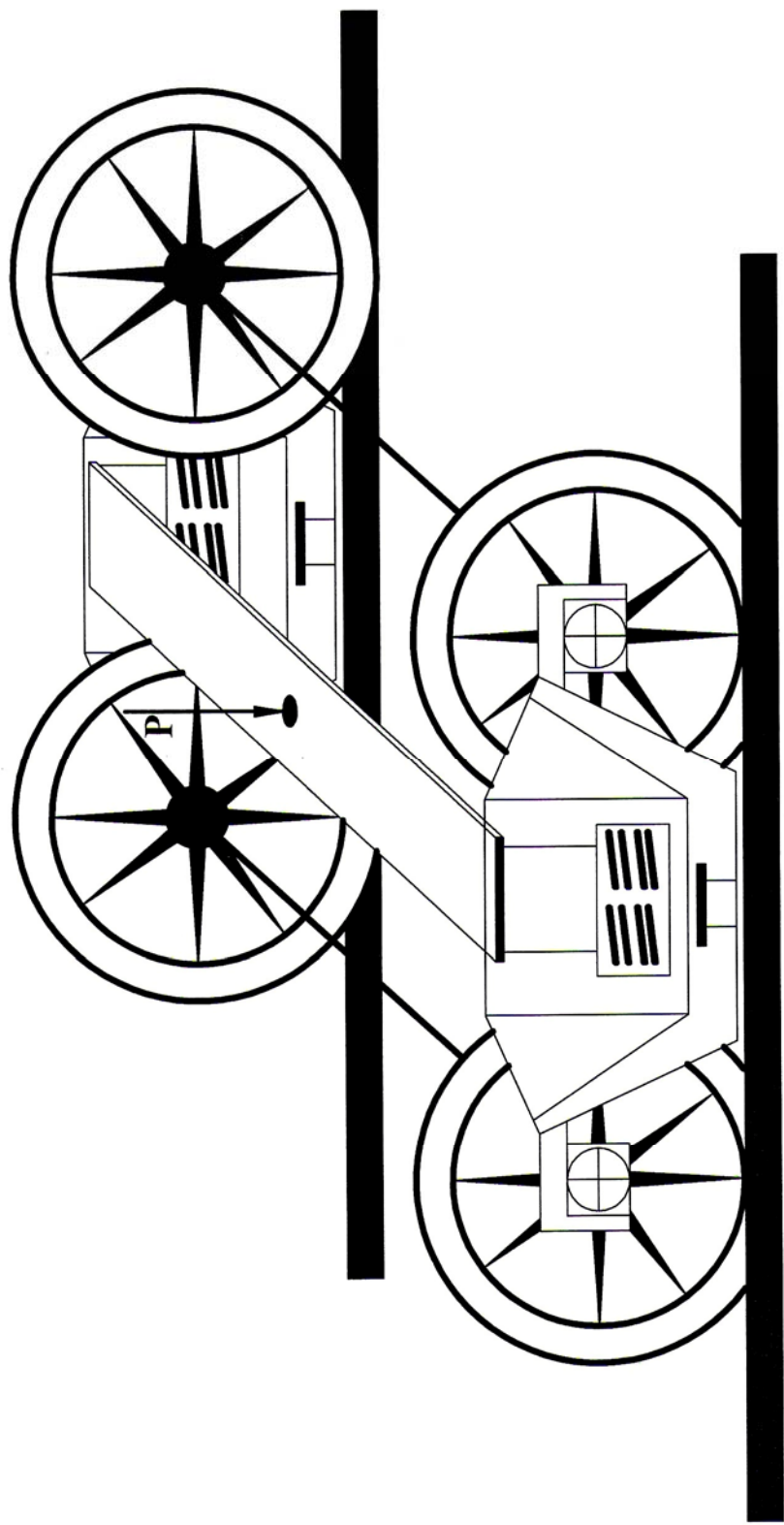
კორპუსების ზედა კედლებზე, რომელთაც ჰქონდათ ჩაღრმავებები, ეყრდნობოდნენ გრძივად განლაგებული და ზემოთ ამოღუნული რესორების ბოლოები. ამ რესორებზე ეყრდნობოდა განივი ხის რესორებზედა ძელი, რომელიც არმირებული იყო ფოლადის ფურცლებით. ძელის ბოლოები უკავშირდებოდნენ რესორების ცალულებს. რესორებზედა ძელს ცენტრში ჰქონდა ნახვრეტი ტაბიკის მოსათავსებლად, ხოლო ნაპირებზე ჰქონდათ სრიალები. ძელზე ეყრდნობოდა ვაგონის ძარა, რისთვისაც მას ჰქონდა სატაბიკე ძელი. ურიკა აღჭურვილი იყო თუჯის თვლებით გორვის წრის დიამეტრით 915 მმ. ბუქსებში გამოიყენებოდა სპილენძის საკისრები. XIX საუკუნის 60-იან წლებში ამ ურიკის კონსტრუქცია გაუმჯობესებულ იქნა და ნაცვლად ქვედა გვერდითი ძელებისა ბუქსებზე ზემოდან მიუერთდა ძელები ზემოთ აღუნული ბოლოებით, რომლებზეც საყურეებით ეკიდებოდნენ გრძივი რესორები, რომელთაც ბოლოებში ჰქონდათ ყურები. რესორებზედა ძელი დარჩა ცვლილების გარეშე. ასეთი რესორული ჩამოკიდება უზრუნველყოფდა ბიძგების უკეთეს შემსუბუქებას. XIX საუკუნის ბოლოსათვის 25 ტ. ტვირთამწეობის მქონე ცისტერნებში გამოყენებულ იქნა ურიკა, რომლის ჩარჩოსაც ჰქონდა დატვიფრული ფუცლოვანი გვერდითი ძელები გადაღუნული ბორტებით, რომლებიც ზრდიდა კონსტრუქციის სიხისტეს. გვერდითი ძელების შუა ნაწილებზე მიმაგრებულ იყო ყუთისებური კვეთის ორი განივი ძელი, რომლებიც ასევე დამზადებულნი იყვნენ დატვიფრით. განივ ძელებზე დამაგრებული იყო დატვიფრული საქუსლე, სრიალები და სამუხრუჭე ბერკეტული გადაცემის საკიდარები. გვერდითი ძელების ბოლოებში ჰქონდათ ამონადარები, რომლებიც არმირებული იყვნენ საბუქსე მიმართულებით და ეხებოდნენ ბუქსების კორპუსების გვერდით კედლებს. გვერდითი ძელები ბუქსებზე ეყრდნობოდნენ ცილინდრული ზამბარების დახმარებით, რომლებიც დატვირთვას გადასცემდნენ მოკლე ბალანსირების ბოლოებზე. ბალანსირების შუა ნაწილი განლაგდებოდა ბუქსების კორპუსის ზედა ნაწილზე. ურიკა იყო ერთმაგი რესორული ჩამოკიდების, დრეკად ელემენტებად ითვლებოდნენ ზამბარები და ჩამოკიდება იყო ბუქსებზე. ურიკაში გამოიყენებოდა ცალმხრივი დამუხრუჭების მუხრუჭები ხუნდების თვლებზე შიგნითა მხრიდან

დაწოლით. ამ სისტემით მუშაობდა რუსული და ფრანგული ფოკს-არბელის სისტემის სავალი ნაწილები. მის ძირითად ნაკლოვანებად ითვლება დატვირთვის ექსცენტრიული მოდება გვერდით ძელებზე, რაც იწვევდა მათ ხშირ დაზიანებას. შემდგომში XX საუკუნის დასაწყისში ნახევარვაგონებში იქნა გამოყენებული ანალოგიური კონსტრუქციის ურიკა იმ განსხვავებით, რომ ცილინდრული ზამბარები უშუალოდ ეყრდნობოდნენ ბუქსებზე. ამ ზამბარების ზედა ბოლოები კი ეყრდნობოდნენ კრონშტეინებზე, რომლებიც მიმაგრებულნი იყვნენ ურიკის ჩარჩოს გვერდით ძელებზე (ნახ. 1).

იმავე წლებში დახურული ვაგონებისათვის და ბაქნებისათვის შექმნილ იქნა ერთმაგი რესორული ჩამოკიდების მქონე ურიკა, რომელშიც დრეკადი ელემენტები განლაგდნენ მის ცენტრში – ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში. ამ ურიკაში (ნახ. 2) ბუქსებზე ეყრდნობოდა გრძელი მოღუნული ძელები (ბალანსირები). ორივე ბალანსირის შუა ნაწილები შეერთებულნი იყვნენ ქვედა განივი ძელით, რომელიც ეწინააღმდეგებოდა ურიკის ერთი მხარის გადაადგილებას მეორის მიმართ. ასეთი ძელი შედეგად იწვევდა ურიკის განივ შეკავშირებას. განივი კავშირის თითოეული ბოლოს გვერდებზე განლაგდებოდა ვერტიკალური დგარები ანუ სვეტები. ზედა სვეტის ბოლოები ზედა სარტყელების მეშვეობით ჭანჭიკებით უკავშირდებოდნენ ბუქსებს და ბალანსირების ბოლოებს. ბუქსებს ჰქონდათ გახსნილი კორპუსები. განივი კავშირის თითოეულ ბოლოზე განლაგებული იყო რესორული კომპლექტი, რომელიც შედგებოდა ოთხი ცილინდრული ზამბარისაგან, რომელზედაც ეყრდნობოდა რესორებზედა ძელი, რომელიც დამოკლონებული იყო ორი ყუთისებური ელემენტისაგან. დატვირთვა ძარიდან ურიკაზე გადაეცემოდა რესორებზედა ძელზე ჩვეულებრივი მეთოდით საქუსლიდან და შემდეგ გვერდითი სრიალებიდან. ამ ურიკის ნაკლოვანებად მიჩნეულ იქნა ბალანსირები, რომლებიც თავის მხრივ წარმოადგენდნენ შრომატევად და ძვირადღირებულ ნაჭედებს, ამიტომ ამ კონსტრუქციის ურიკამ მეტალის დიდი ხარჯის გამო ფართო გაგრძელება იმ პერიოდის რკინიგზებზე ვერ მოიპოვა.



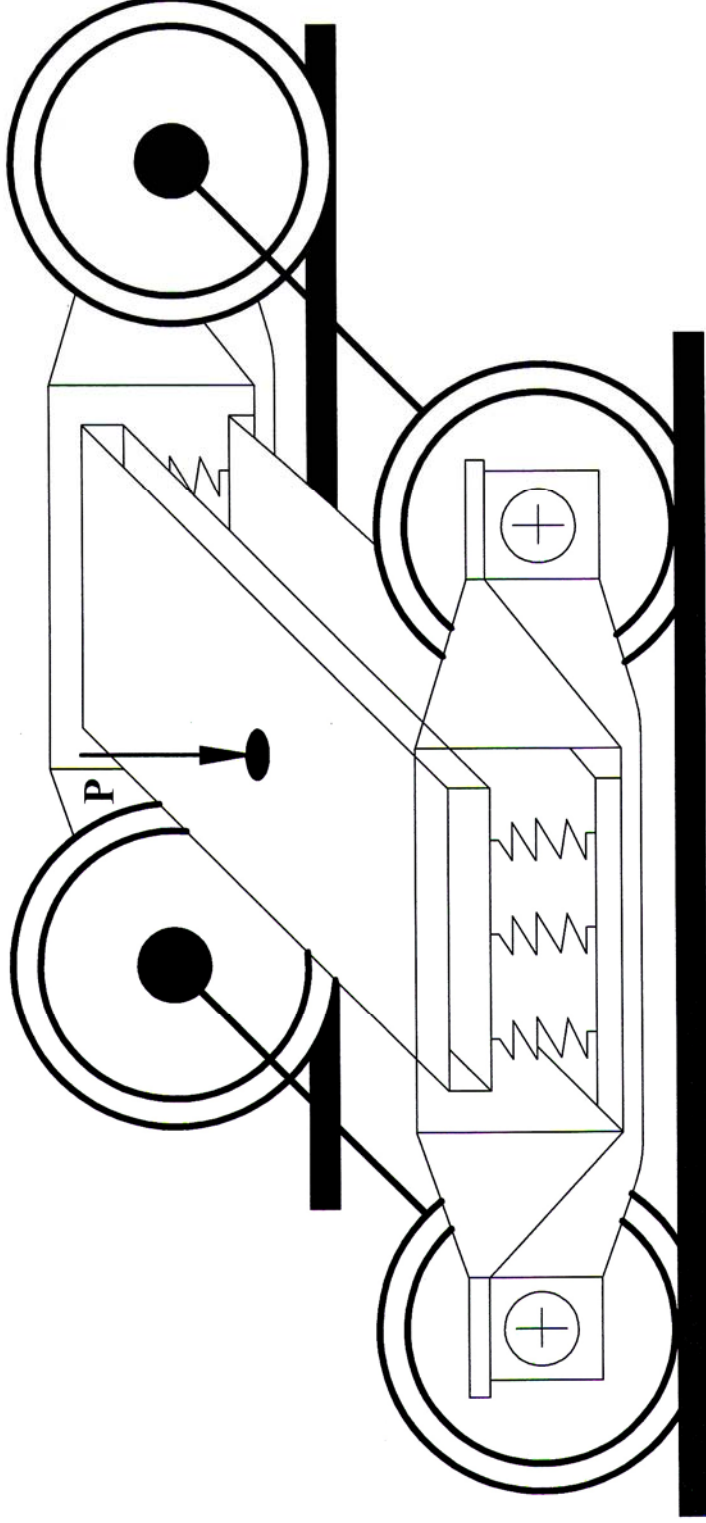
ნახ. 1. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი საგალი ნაწილის პრინციპული სქემა
 ბუქსზედა რესორული ჩამოკიდებით დაშტამბული კონსტრუქციის ჩარჩოთი



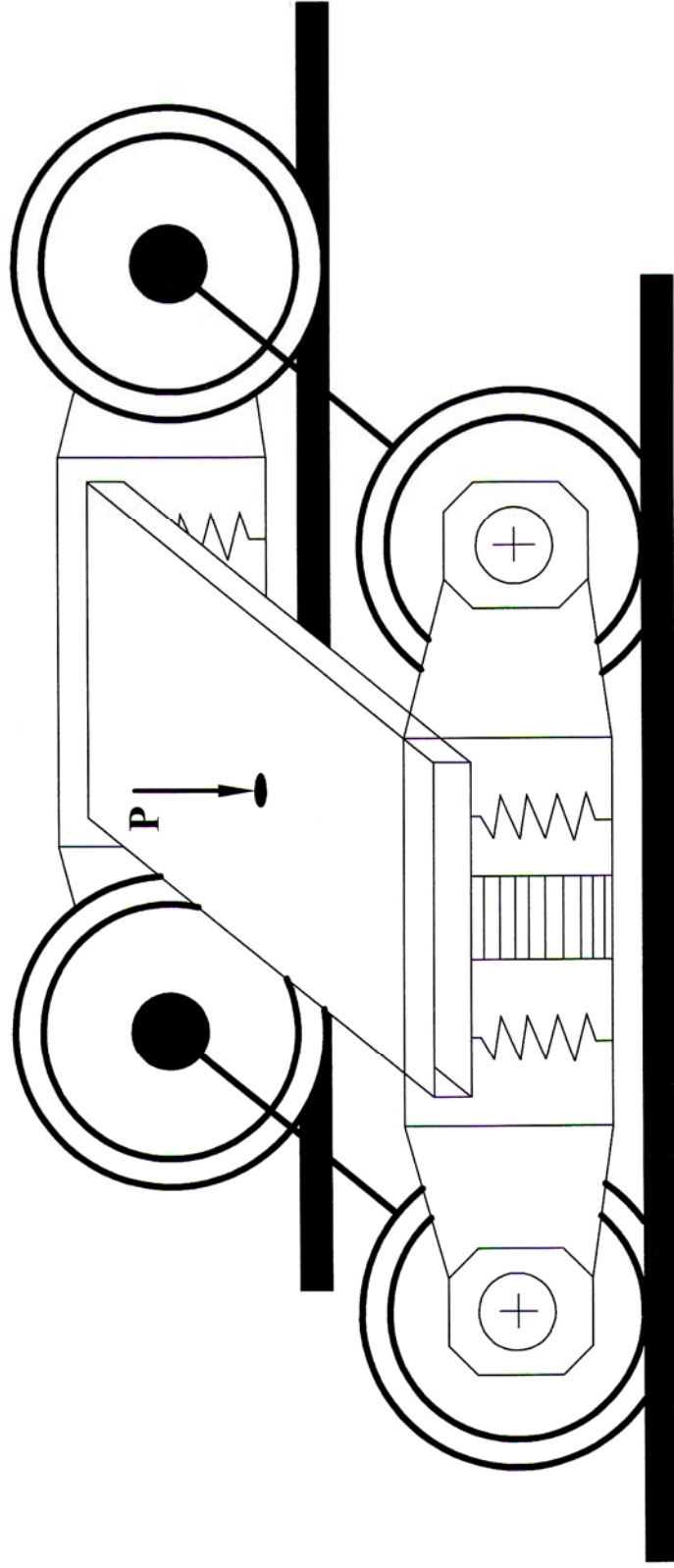
ნახ. 2. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპული სქემა
ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებით და ბალანსირებით

გამოცდებმა აჩვენა, რომ იმ პერიოდისათვის უპირატესობა ენიჭებოდათ სარტყელიანი კონსტრუქციის გვერდითი ჩარჩოების მქონე საგალ ნაწილებს. გვერდითი ჩარჩო აქ შედგებოდა სამი სარტყელისაგან (ზედა, დიაგონალური და ქვედა) და ოთხი სვეტისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულნი იყვნენ ჭანჭიკებით და ქანჩებით სარტყელებთან. ჭანჭიკური შეერთება ჰქონდათ გვერდით ჩარჩოებს ბუქსებთან. დანარჩენი ნაწილები ანალოგიური იყო წინა კონსტრუქციის. სარტყელიანი ურიკების მწარმოებლები იყვნენ ინგლისი, ამერიკის შეერთებული შტატები, რუსეთი, კანადა და გერმანია. აღსანიშნავია თავდაპირველი კონსტრუქციის ურიკა (ნახ. 3), რომელიც მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში გამოიყენებოდა და წარმოადგენდა სარტყელიანი ჩარჩოს მქონე კონსტრუქციის ურიკას, სადაც გამოყენებული იყო ზამბარული ჩამოკიდებანი რესორებზედა და რესორებქვედა ძელებით. ამ კონსტრუქციის ურიკები ექსპლუატაციაში იყვნენ საკმაოდ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, თუმცა ისინი გამოიყენებოდნენ მატარებელთა შედარებით დაბალი სიჩქარეებით მოძრაობის დროს, დაახლოებით 11 მ/წმ. სარტყელიანი ურიკები არსებობდნენ კომბინირებული რესორული ჩამოკიდებებით და აკვნური ჩამოკიდებებით, სადაც გამოიყენებოდა ელიფსური რესორები.

მოძრაობის სიჩქარის დაახლოებით 11÷17 მ/წმ-მდე გაზრდასთან ერთად დადგა საკითხი არსებული ურიკის ბაზაზე შექმნილიყო მისი მოდერნიზირებული ურიკა, რომელსაც გაუძლიერდა რესორებქვედა კავშირები იმ მიზეზით, რომ ხშირად ჰქონდა ადგილი მის გატეხვას და ასევე შეიქმნა ურიკის კონსტრუქცია, რომელსაც საერთოდ მოეხსნა ეს კვანძი და ამით პრაქტიკულად განთავისუფლდა რესორებქვედა კავშირისაგან. ასეთი კონსტრუქციის საგალ ნაწილებში ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებებში გამოყენებულ იქნა ელიფსური კონსტრუქციის ფურცლოვანი რესორები, რომლებიც ახდენდნენ ვაგონის ძარის ვერტიკალური რხევების ჩაქრობას (ნახ. 4).



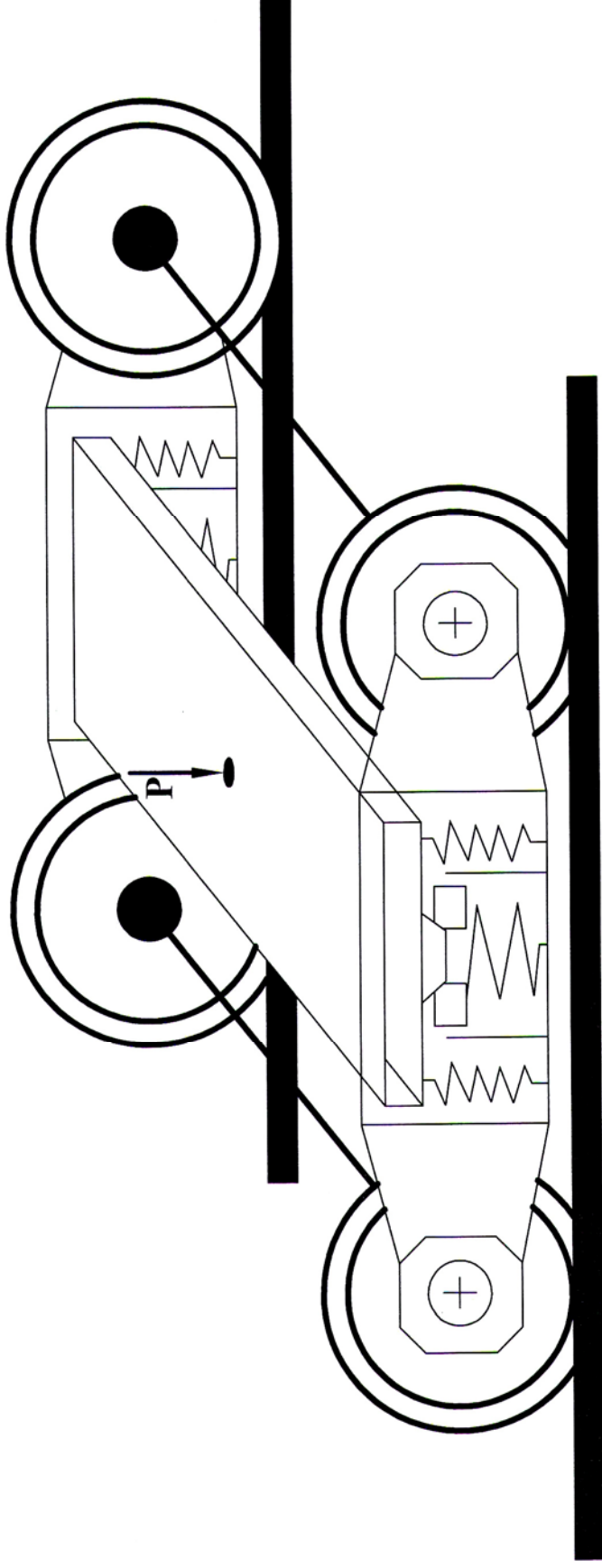
ნახ. 3. ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონების სარტყელებიანი ჩარჩოს მქონე ორღერძიანი საგალი ნაწილის პრინციპული სქემა



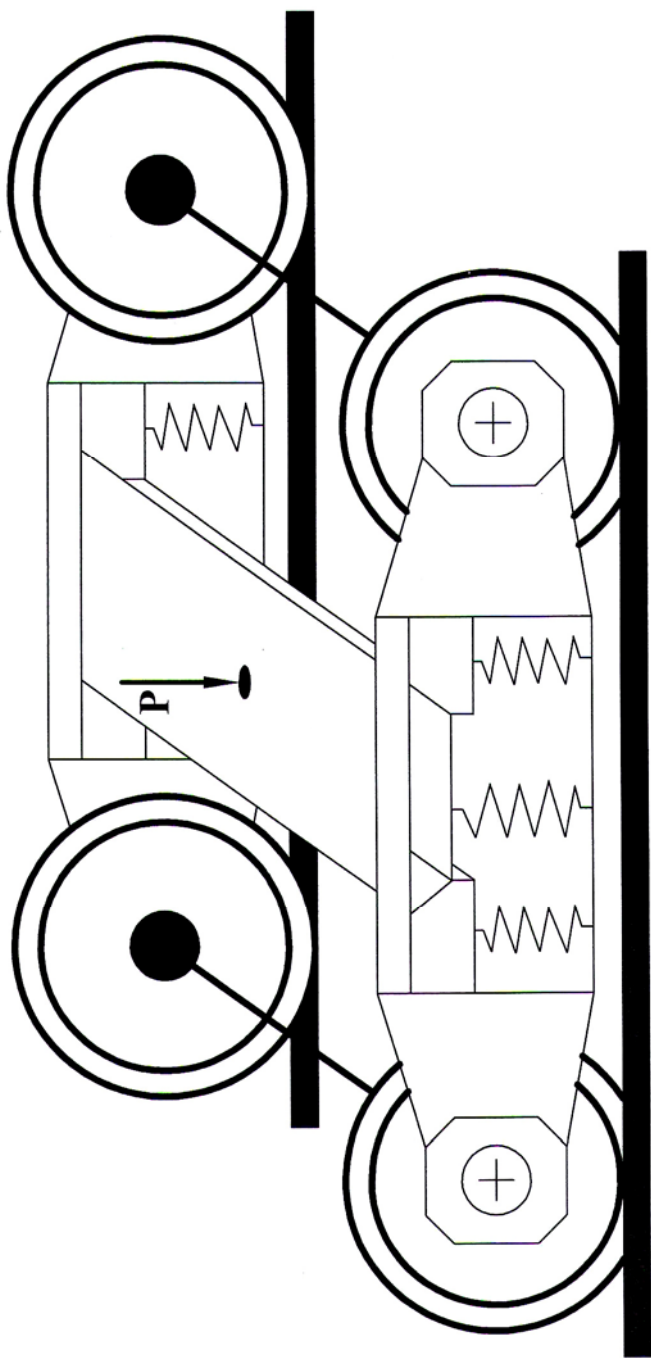
ნახ. 4. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპული სქემა ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული ელიფსური კონსტრუქციის ფურცლოვანი რესორებით და გაძლიერებული რესორბექვდა კავშირებით

ვერტიკალური რხევების ჩამქრობებად ელიფსური კონსტრუქციის ფურცლოვანი რესორების ცალკე გამოყენება სატვირთო მოძრავ შემადგენლობათა სავალი ნაწილების ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებებში არ აღმოჩნდა პრობლემის გადაჭრის გზა, ვინაიდან იგი ამჟღავნებდა მთელ რიგ უარყოფით თვისებებს და ნაკლოვანებებს მუშაობის პროცესში, ამიტომ იმ პერიოდის გამომგონებელთა მიერ მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება ურიკის ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში ჩართულიყო რხევების ფრიქციული შთანთქმელები ხაზობრივი მოქმედების დრეკად ელემენტებთან ერთად, რომელთა ურთიერთშესამებული მუშაობით მიღებულ იქნა იმ პერიოდისათვის სასურველი შედეგები და აღნიშნული კონსტრუქციის სავალმა ნაწილებმა კონკურენციას გაუძლეს ორი ათეული წლის განმავლობაში (ნახ. 5).

მიუხედავად იმისა, რომ უწყვეტად მიმდინარეობდა სატვირთო ეკიპაჟების სავალი ნაწილების კონსტრუქციული სრულყოფის და მოდერნიზაციის პროცესი მაინც ძირითადი ხარისხობრივი ნახტომი ურიკების კონსტრუირების საქმეში აღინიშნება XX საუკუნის შუა წლებში. ამ პერიოდისათვის მეცნიერები და გამომგონებლები დებულობენ მნიშვნელოვან და ერთობ საჭირო გადაწყვეტილებას, რომ სატვირთო მოძრავ შემადგენლობათა სავალ ნაწილებში რესორულ ჩამოკიდებათა კონსტრუირება იწყება იმ მოსახრებით, რომ გაითვალისწინება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადანაცვლებების და დარტყმების შესაძლო ამორტიზაციის პროცესი. აქ გაითვალისწინება გადანაცვლებანი და დარტყმები, რომლებიც მოძრავი შემადგენლობის სავალ ნაწილებზე და შესაბამისად ძარებზე მოდიოდა ლიანდაგის მიზეზით – რელსებს შორის მანძილის ადგილობრივი გაფართოებით, რელსების დრეკადი გაწვევით, შპალებისა და ქვესადებების გადახრებით და ცვეთებით, შპალებისა და ბალასტის დრეკადი დაჯდომით და სხვ. მნიშვნელოვანია, რომ აღნიშნული კონსტრუქციის სავალი ნაწილების სიხისტე შედარებით მცირდება, ხოლო რხევების ჩაქრობა ხორციელდება სიბრტყობრივი ან სივრცობრივი მოქმედების რხევების ფრიქციული შთანთქმელების საშუალებით, რომლებიც ჩამონტაჟებულნი (ჩადგმულნი) არიან სავალი



ნახ. 5. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი საკადი ნაწილის პრინციპული სქემა
(ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული რხევების ფრიკციული შთანთქმელებით და
წრფივი მოქმედების დრეკადი ელემენტებით)



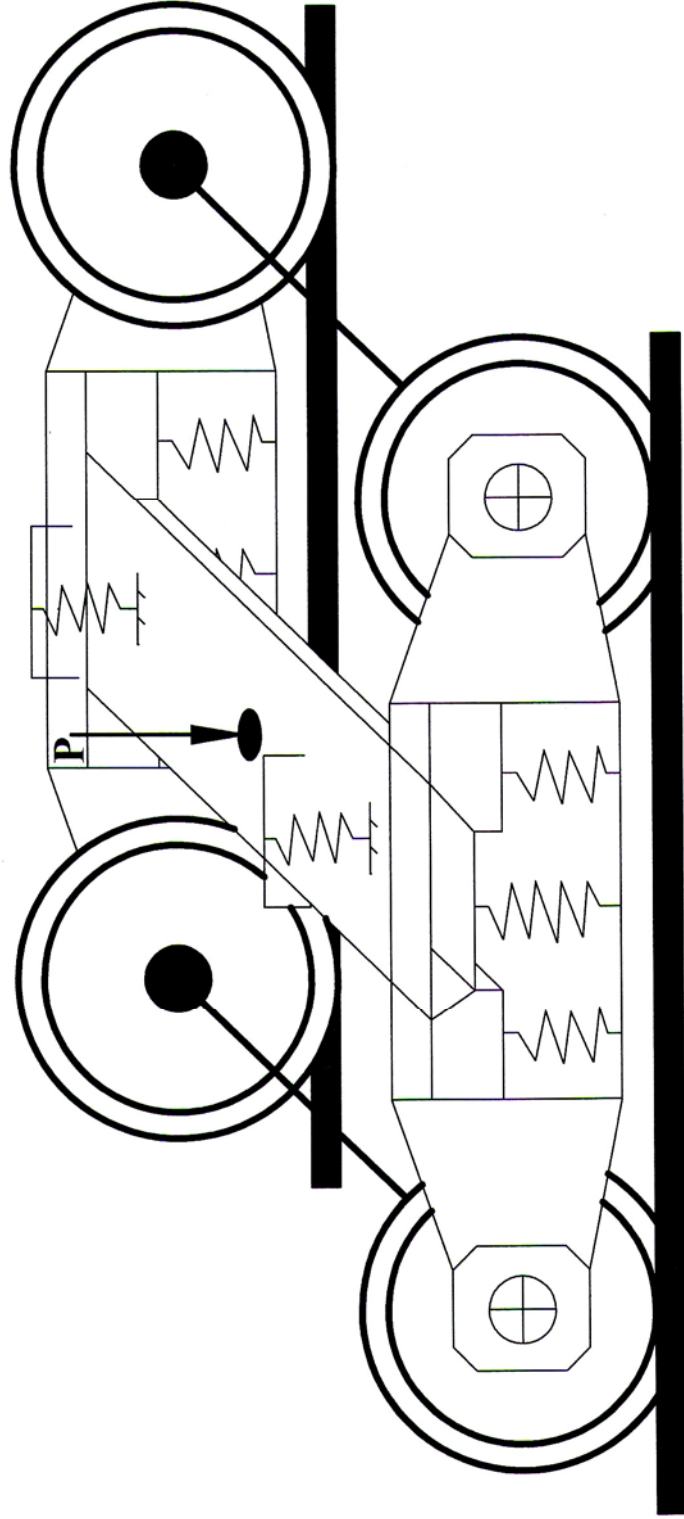
ნახ. 6. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი მოღერნიზირებული სავალი ნაწილის პრინციპული სქემა სობრტკობრივი (ან სოვრცობრივი) მოქმედების რხევების ფრიკციული

შთანთქმელებით

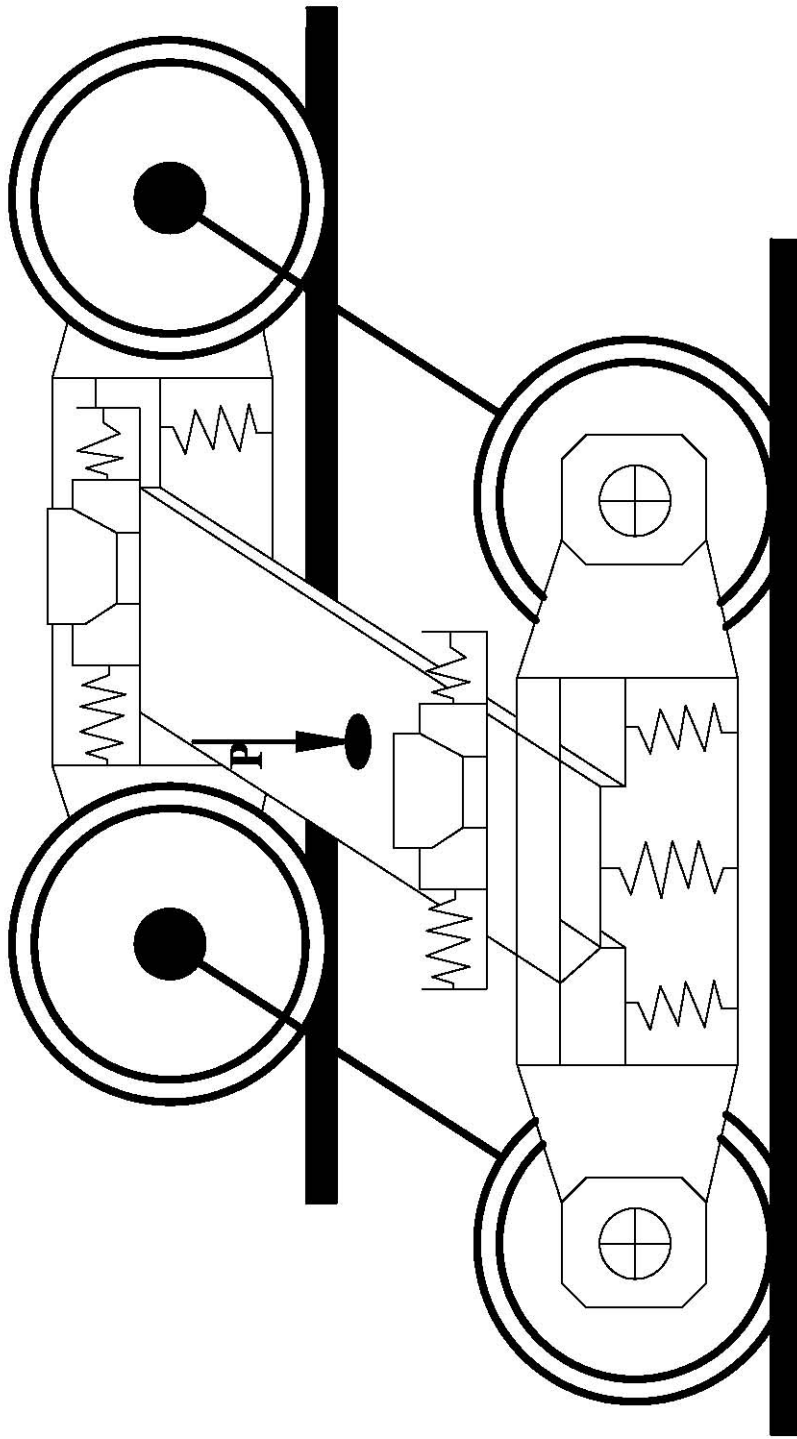
ნაწილის ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში (ნახ. 6).

აღნიშნული კონსტრუქციის სავალი ნაწილების ექსპლუატაცია რკინიგზაზე მოიცავს ერთ ათეულ წელს და იწყება შემდგომი მუშაობა მისი კონსტრუქციული მოდერნიზაციის მიმართულებით. ამ პერიოდის მეცნიერები ურიკაზე იყენებენ ორი სახის სრიალებს და შესაბამისად მიიღება ორი მოდერნიზებული ურიკა, რომელთაგან ერთ-ერთ მათგანს აქვს დრეკადი სრიალები (ნახ. 7), ხოლო მეორეს მადემპფირებელი სრიალები (ნახ. 8). თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნულმა მოდელებმა სავალი ნაწილების როლი დიდხანს ვერ შეასრულეს და მიმდინარეობს მეცნიერული კვლევები კიდევ უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციის სავალი ნაწილების შესაქმნელად სატვირთო მოძრავი შემადგენლობებისათვის.

მთლიანობაში სატვირთო სარკინიგზო ეკიპაჟები განიცდიან რა სწრაფ ევოლუციას და იზრდება მოთხოვნილებები ტვირთგადაზიდვებზე ავტომატურად დადგა საკითხი მოძრაობის სინქარეების ამაღლებაზე სარკინიგზო ტრანსპორტზე, რაც თავის მხრივ მოითხოვს განსაკუთრებულ ყურადღებას მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების თვალსაზრისით. ამიტომ მეცნიერთა წინაშეც დგება ამოცანა, რომ უსაფრთხოების ერთ-ერთი გარანტი ვაგონების სავალი ნაწილები იყოს რაც შეიძლება საიმედო, ხანგამძლე და მუშაობისუნარიანობის თვალსაზრისით აკმაყოფილებდეს ყველა საჭირო კრიტერიუმებს. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტალური კვლევების, დაკვირვებებისა და ჩატარებული ცდების საფუძველზე მეცნიერები ადასტურებენ, რომ სატვირთო ვაგონების მოძრაობისას $31 \div 33$ მ/წმ რხევების ფრიქციული შთანთქმელები 18-100 მოდელის სამელემენტო ურიკებში ვერ უზრუნველყოფენ გვერდითი ჩარჩოების საკმარის კავშირებს (ბმებს). ამის გამო ჩქაროსნული სატვირთო ვაგონებისათვის ურიკების აღჭურვა კვლავ იწყება სპეციალური დრეკადი კავშირებით და შუასადებებით საბუქსე კვანძებში, უფრო ზუსტად ე.წ. ადაპტერების გამოყენება (ნახ. 9).



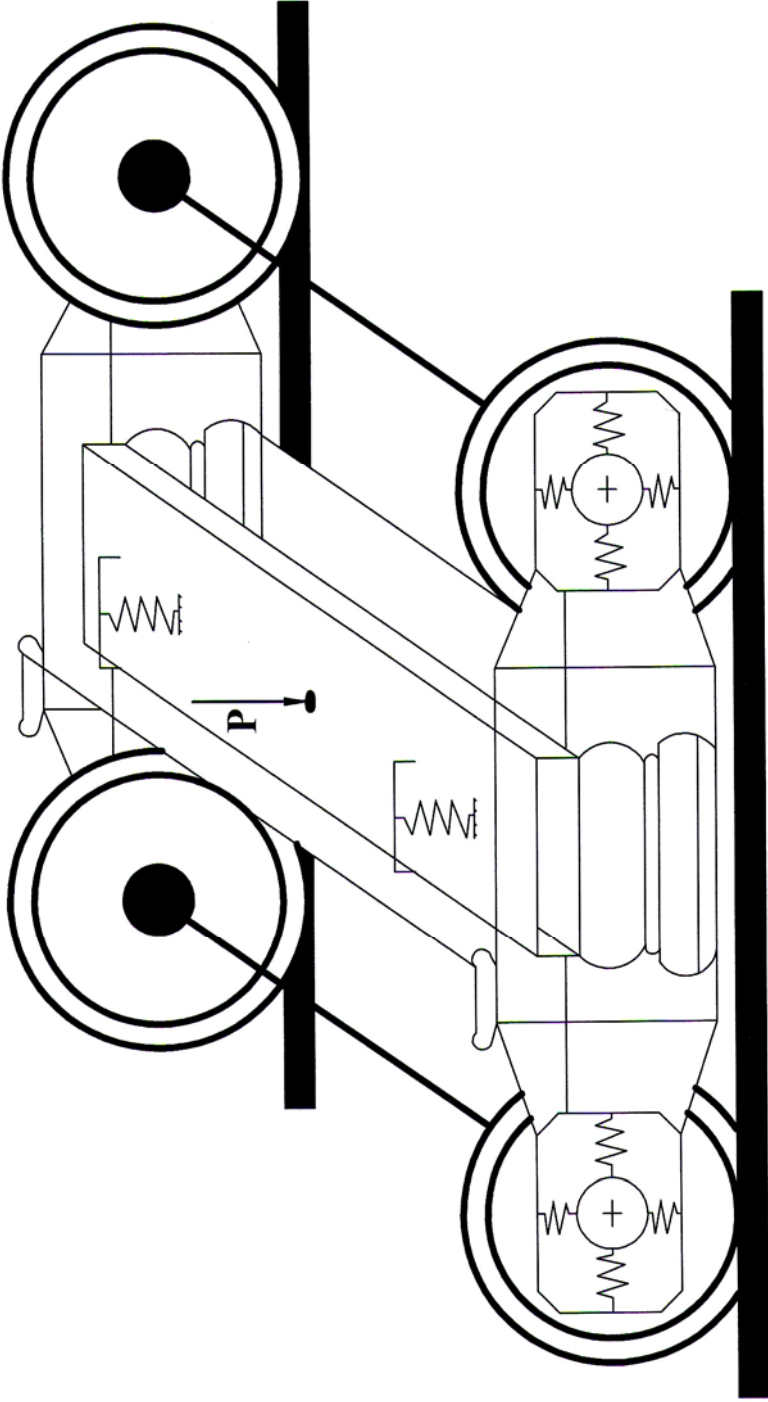
ნახ. 7. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი საგალი ნაწილის პრინციპული სკემა ფრიქციული შთანთქმელებით და დრეკადი სრიალებით



ნახ. 8. ოთხღერძიანი სატვირთო ვეგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის პრინციპული
სქემა მადემპირებელი სრიალებით

სარკინიგზო ტრანსპორტის განვითარების თვალსაზრისით მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების სატვირთო ვაგონების აღჭურვა ყველაზე უფრო სრულყოფილი და მოდერნიზირებული სავალი ნაწილებით კვლავაც აქტუალურია და მათი აღჭურვა იწყება ცენტრალურ-რესორსულ ჩამოკიდებაში რეგულირებადი პნევმატური ჩამოკიდებებით და სადავეებიანი კავშირებით, ისეთი მოწყობილობებით რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი ხდება ძარის გვერდითი ქანაობის (რხევის) შემცირება, რხევების ჰიდრაულიკური შთანთქმელებით და სხვ. მოწყობილობებით (ნახ. 10). თუმცა თანამედროვე პირობებში არც ბოლო მოდელის სავალი ნაწილები ითვლებიან სრულყოფილ და შეუცვლელ მოდელებად და დღესაც მიმდინარეობს მეცნიერთა დიდი მუშაობა სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების კონსტრუქციული სრულყოფის თვალსაზრისით, მათ შორის უნდა აღინიშნოს იაპონია, ამერიკის შეერთებული შტატები, კანადა, რუსეთი, გერმანია, საფრანგეთი, ინგლისი, სადაც ძირითად მიმართულებად მიღებულია ახალი ურიკების კონსტრუქციების დროს სწორად იქნეს შერჩეული პარამეტრები და ვაგონის ძარასა და ურიკის ელემენტების დაკავშირების მეთოდები და ასევე ძირითად მიმართულებად ითვლება რადიალური სავალი ნაწილების სქემების და კონსტრუქციების შექმნა, რა მიმართულებითაც მსოფლიო მასშტაბით გადადგმულია მნიშვნელოვანი ნაბიჯები.

როგორც სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილების ევოლუციური პროცესი აჩვენებს, უდიდესი მუშაობა იქნა გაწეული პრაქტიკოსთა, გამომგონებელთა და მეცნიერთა მიერ ურიკების კონსტრუქციული სრულყოფისა და მოდერნიზირების მიმართულებით, რამაც შექმნა ფუნდამენტალური ბაზა იმისათვის, რომ ექსპლუატაციის თანამედროვე პირობებში სარკინიგზო ტრანსპორტზე ასაშენებელ პერსპექტიულ სატვირთო მოძრავ შემადგენლობებზე გამოყენებულ იქნეს მოდერნიზირებული ან ახალი ისეთი მოდელების სავალი ნაწილები, რომლებიც მიახლოებულნი იქნებიან ე.წ. “იდეალურ” ვარიანტთან, რაც კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ კვლავაც წარმოადგენს ამ დარგში მომუშავე პრაქტიკოსთა, გამომგონებელთა და



ნახ. 10. ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი საგალი ნაწილის პრინციპული სქემა ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში გამოყენებული რეგულირებადი პნევმატური ჩამოკიდებებით და სხვადასხვა დამატებითი მოწყობილობებით

მეცნიერთა ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას, ვინაიდან სატვირთო ვაგონის სრულყოფილი სავალი ნაწილი არის ერთ-ერთი გარანტი იმისა, რომ შემცირდეს ცვეთების პროცესი, რომლებიც წარმოიშევიან ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობების ურთიერთქმედების დროს.

2.2. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების რკინიგზებზე მოძრავ თანამედროვე ოთხღერძიან სატვირთო ვაგონებში გამოყენებული სავალი ნაწილები და მათი ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები

თანამედროვე მსოფლიოში რკინიგზებმა განიცადეს უაღრესად მნიშვნელოვანი პროგრესი, განსაკუთრებით ეს ეხება სარკინიგზო საინჟინრო მიმართულებით მაღალგანვითარებულ ქვეყნებს – საფრანგეთი, გერმანია, იაპონია, ამერიკის შეერთებული შტატები, ინგლისი, ჩინეთი, კანადა, რუსეთი და სხვ. სადაც განსაკუთრებით მაღალია მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარეები და მასები, ხდება დიდი მოცულობის მგზავრგადაყვანები და ტვირთგადაზიდვები და შესაბამისად ამ ქვეყნებში რკინიგზები ხასიათდებიან უსაფრთხოების მაღალი ხარისხებით და მოძრავ შემადგენლობებს შეუძლიათ პრაქტიკულად დააკმაყოფილონ მათდამი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები, როგორც არსებულ პირობებში ასევე საკმაოდ გრძელვადიან პერსპექტივაშიც. შესაბამისად უკანასკნელ ხანებში მსოფლიოს მასშტაბით გამოჩნდა სრულიად ახალი ტიპის სარკინიგზო სატვირთო მოძრავი შემადგენლობანი, რომლებიც აღჭურვილნი არიან საკმაოდ სრულყოფილი კონსტრუქციის სავალი ნაწილებით, თუმცა ეს არ ნიშნავს იმას, რომ პრობლემა გადაწყვეტილია და ისინი არ საჭიროებენ შემდგომ მეცნიერულ კვლევებს. რაც შეეხება თვით სავალ ნაწილებს აღსანიშნავია შემდეგი ტიპის სავალი ნაწილები: “Barber”, “Xoland”, “Bakkei”, “Simington Gold”, “Y25”, “Glochester”, “Raidmaster”, “LF1”, “LF25”, “TF25”, “LTF25”, “daimond”, “18-100”, “18-115”, “18-131”, “18-477”, “18-194-1”, “Barber S-2HD” “Barber S-2-E”, “Barber S-2-R” (მოდელი 18-9810) “Barber S-2-R” (მოდელი 18-9855) და სხვ., რომლებიც თავიანთი პარამეტრებით ხასიათდებიან ურთიერთმიმართ მთელი რიგი დადებითი და უარყოფითი მხარეებით რაც მნიშვნელოვანია ჩვენი საკვლევი ობიექტის 18-100 მოდელის სავალ ნაწილთან შედარებისათვის, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს დამოუკიდებელი ქვეყნების თანამეგობრობის, ლიტვის, ლატვიის, ესტონეთის და საქართველოს რკინიგზაზე მოძრავ ოთხღერძიან სატვირთო ვაგონებზე გამოყენებულ

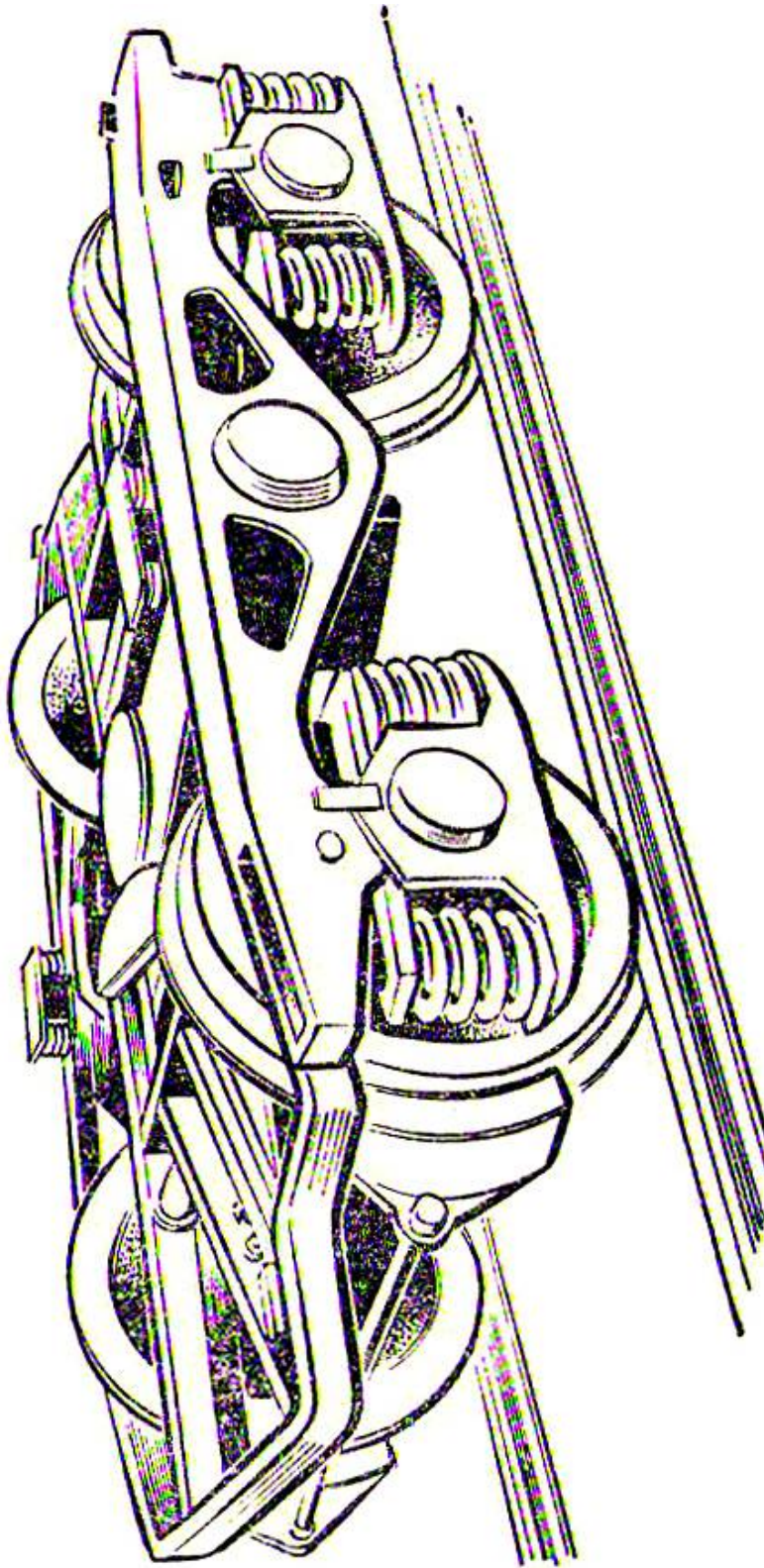
ყველაზე გაგრძელებულ ორდერძიან საგალ ნაწილს, რომელიც კონსტრუქციულად ითვლება სამ ელემენტთან ურიკად.

2.2.1. ფრანგული წარმოების სატვირთო ვაგონის “Y” სერიის საგალი ნაწილის ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები

ევროპული ქვეყნების რკინიგზების სატვირთო ვაგონების ორდერძიან ურიკებს შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს “Y” სერიის ფრანგული წარმოების საგალ ნაწილებს, რომელიც მოიცავს მოდელების დიდ სპექტრს და მასში გაერთიანებულია შემდეგი სერიები: Y25, Y21A, Y19, Y25C, Y25Cs, Y25C_{SS}, Y25C_{Si}, Y25C_{St}, Y25C_{SSi}, Y25Rs, Y25R_{SS}, Y25R_{Si}, Y25R_{SSi}, Y27C, Y31, Y33, Y35, Y25Lad1, Y25Lad-UiC, Y25Lad1-840, Y25L_{S(S)d1}-UiC, Y25XL_S, Y25L_S(f), Y25L_{S(S)}(f)-K, Y25L_S(f)-C, Y25Lsd, Y25Lsdi, Y25Lssd, რომელთაგან ერთ-ერთ გაგრძელებულ Y25C (ნახ. 11) ტიპის ურიკას აქვს საბუქსე რესორული ჩამოკიდება და H-სებური ფორმის ჩარჩო. რესორული კომპლექტები ევრდნობიან ბუქსას კორპუსის ფრთებს და ისინი შედგებიან ორი ცილინდრული ზამბარისაგან, რომელთაც აქვთ სხვადასხვა სიმაღლე, რაც ქმნის რესორული ჩამოკიდების სიხისტის ბიხაზურ მახასიათებელს. თითოეულ ბუქსაზე განლაგდება ცვალებადი ხახუნის მქონე რხევების ფრიქციული შთანმთქმელი, რომელიც ახდენს ვერტიკალური და გვერდითი რხევების დემპფირებას. ამ დროს იქმნება დამაბრუნებელი მომენტი, რომელიც ზღუდავს წყვილთვლის მიმოქნევას. ღრეჩოს სიდიდე განივი მიმართულებით ბუქსის კვანძში შეადგენს 10 მმ-ს. ურიკა აღიჭურვება დრეკადი სრიალებით. ურიკის მასა შეადგენს 4200-5000 კგ-ს. ამ ურიკის ექსპლუატაცია დასაშვებია 33 მ/წმ სიჩქარემდე, რაც დადებით შედეგს იძლევა, როგორც ცარიელი ასევე დატვირთული ვაგონების შემთხვევაში.

“Y” სერიის საგალი ნაწილები ფართოდ გამოიყენება ევროპის მრავალი ქვეყნის სატვირთო ვაგონებზე.

“Y” სერიის ურიკების ძირითადი ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცხრილ 1-ში.



ნახ. 11. Y25C ტიპის უძრავი

ევროპის რკინიგზებზე მოძრავი სატვირთო ვაგონების ფრანგული მოდელის “Y” ტიპის საგალი ნაწილების ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები
ცხრილი 1

ურიკის ტიპი	კონსტრუქციული სინქარგ, კმ/სთ. (მ/წმ.)	თვლის გორვის წრის დიამეტრი, მმ.	ღერძზე მოსული დატვირთვა, ტ.ა. (კნ.)	ურიკის მასა, ტ.	საგალი ნაწილის ბაზა, მმ.	რესორული კომპლექტის სისხტე, მ/მმ.	ნარჩოს ფორმა	რხევების შთანთქმელის ტიპი	ლიანდაგის სიგანე, მმ. ევროპული/ ფართელლიანდაგიანი	სამუხრუჭე ხუნდის ტიპი
Y-25	120 (33)	920	22,5 (220,5)	4,6	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სისხტის ფრიქციული შთანთქმელი (ღენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y-25 Lad I	120 (33)	920	22,5 (220,5)	5,5	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სისხტის ფრიქციული შთანთქმელი (ღენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y-25 C	120 (33)	920	22,5 (220,5)	4,2-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სისხტის ფრიქციული შთანთქმელი (ღენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y-31	120 (33)	840	16 (165,8)	4,0-4,5	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სისხტის ფრიქციული შთანთქმელი (ღენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-35	140 (39)	840	16 (165,8)	4,5-5,0	2200	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სისხტის ფრიქციული შთანთქმელი	1435/1520	კომპოზიციური

						ზამბარებით		(ლენუარის სისტემის)		
YL1A	140 (39)	840	22,5 (220,5)	4,5-5,0	2000	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (ლენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-19	140 (39)	840	22,5 (220,5)	4,5-5,0	2000	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (ლენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-27	140 (39)	840	22,5 (220,5)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (ლენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-33	140 (39)	840	16 (165,8)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (ლენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-25Cs	100 (28)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (ლენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y-25Css	120 (33)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული	1435/1520	კომპოზიციური

						სიმაღლის ზამპარებით		შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)		
Y-25Rs	100 (28)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამპარებით	H-სებური შედულებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y-25Rss	120 (33)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამპარებით	H-სებური შედულებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-25Rsi	100 (28)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამპარებით	H-სებური შედულებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	თუჯის
Y- 25Rssi	120 (33)	920	20 (196)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამპარებით	H-სებური შედულებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y-25Lsd	100 (28)	920	22,5 (220,5)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამპარებით	H-სებური შედულებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური
Y- 25Lsdi	100 (28)	920	22,5 (220,5)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი	H-სებური შედულებული	ცვალებადი სიხისტის	1435/1520	კომპოზიციური

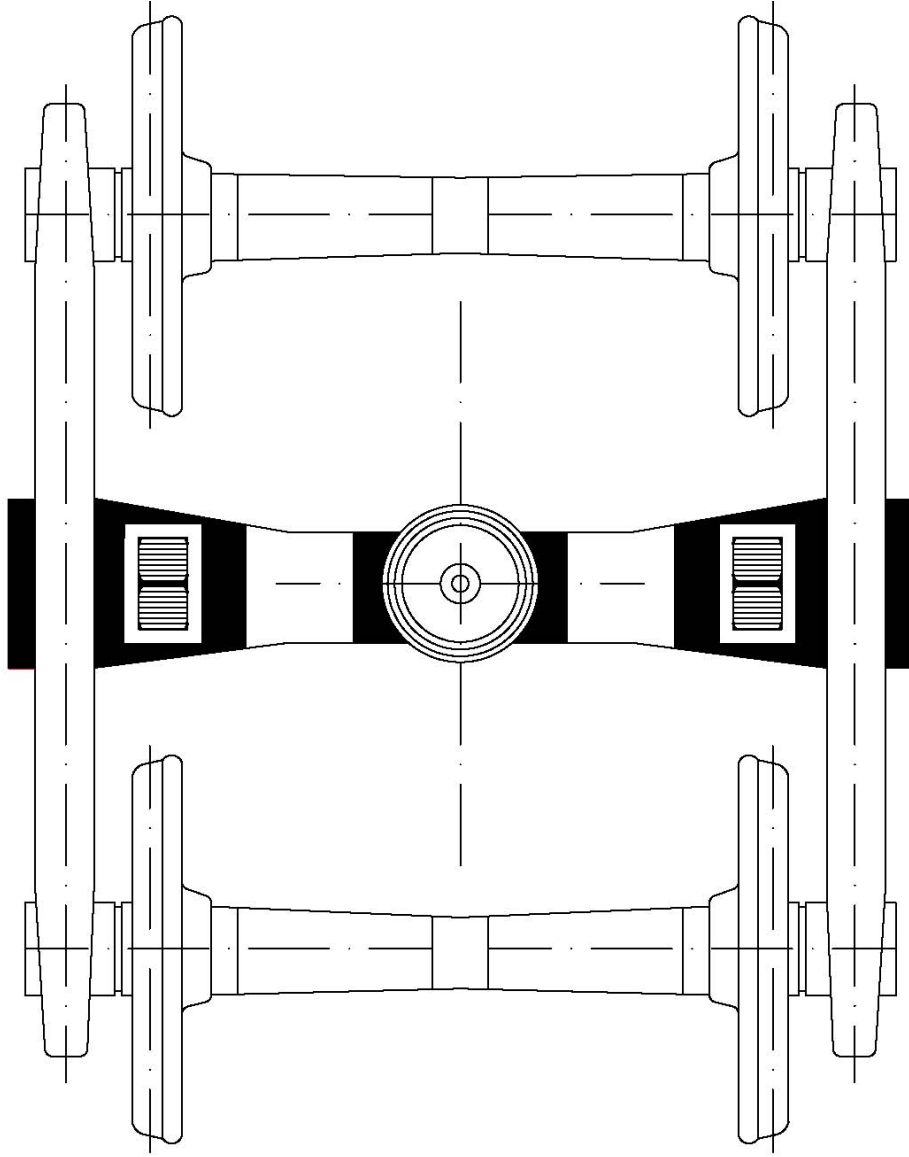
						სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	ან სხმული	ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)		
Y- 25Lssd	120 (33)	920	22,5 (220,5)	4,5-5,0	1800	ბიხაზური ორმაგი სხვადასხვა სიმაღლის ზამბარებით	H-სებური შედუღებული ან სხმული	ცვალებადი სიხისტის ფრიქციული შთანთქმელი (დენუარის სისტემის)	1435/1520	კომპოზიციური

უნდა აღინიშნოს, რომ ევროპის რკინიგზების ისეთი წამყვანი ქვეყნები როგორებიც არიან საფრანგეთი, გერმანია და ინგლისი უპირატესობას ანიჭებენ სატვირთო ვაგონების სავალ ნაწილებში საბუქსე რესორულ ჩამოკიდებებს. ხოლო სრიალების კონსტრუქციაში უპირატესობა ენიჭება დრეკად სრიალებს, რის გამოც ხისტი სრიალები ბოლო მოდელის ურიკებში შეიცვალა დრეკადით.

კვლევის ობიექტთან 18-100 მოდელის ურიკასთან შედარებით ფრანგული წარმოების Y25C ტიპის ურიკას აქვს გრეხვაზე მუშაობის თვალსაზრისით უფრო ხისტი ჩარჩო, რაც თავის მხრივ ამცირებს მის მდგრადობას მოძრაობის დროს და ასევე ხასიათდება მნიშვნელოვანი ცვეთებით საბუქსე კვანძებში, რაც ზრდის მის მიმოქნევით მოძრაობას სარელსო გზაზე. თუმცა მთლიანობაში უნდა აღინიშნოს მისი მთელი რიგი უპირატესობანი რუსული წარმოების 18-100 მოდელის სავალ ნაწილთან შედარებით.

2.2.2. ამერიკული წარმოების სატვირთო ვაგონების სავალი ნაწილი „Barber“–ი და მისი ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები

ამერიკის შეერთებულ შტატებში სატვირთო გადაზიდვებში გამოყენებული ოთხღერძიანი ვაგონების უდიდესი უმრავლესობა აღჭურვილია “Barber”-ის (ნახ. 12) ტიპის ორღერძიანი სავალი ნაწილებით, რომელიც გამოიყენება 1435 მმ სიგანის რკინიგზებისათვის, სადაც განსხვავებით ევროპული კონსტრუქციის ურიკებისა უპირატესობა ნაცვლად ბუქსებისა ენიჭება ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებას. სავალი ნაწილი ხასიათდება მთელი რიგი დადებითი თვისებებით რუსული წარმოების (18-100) მოდელის სავალ ნაწილებთან შედარებით, რომელიც გარბენებისა და რესურსის თვალსაზრისით იგი $2 \div 8$ ჯერ აღემატება მის მონაცემებს. “Barber”-ის ძირითადი ტექნიკური მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილ 2-ში.



ნახ. 12. ამერიკული წარმოების ორღერძიანი საკაღი ნაწილი "Barber"-ი

ამერიკული წარმოების ორდერძიანი საგალი ნაწილი “Barber”-ის ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები. ცხრილი 2

კონსტრუქციული სიჩქარე, მ/წმ	33
ურიკის ბაზა, მმ	1800
ურიკის მასა, ტ	4,7
მაქსიმალური ღერძული დატვირთვა, ტ.ძ.	23,5
ლიანდაგის სიგანე, მმ	1435
მუხრუჭის სახე	ხუნდებიანი, თვლების ფერსოების გორვის ზედაპირებზე ხუნდების შიგა მხრიდან დაწოლით
ურიკის გვერდითი ჩარჩოები	მთლიანად ჩამოსხმული ქვემოთ ჩამოწეული სიმძიმის ცენტრით, ძლიერი ბოლო ნაწილებით და რესორული კომპლექტის გაძლიერებული დრეკადობებით
გვერდითი ჩარჩოს მზიდუნარიანობა	ძირითადი მზიდი ელემენტი არის ქვედა სარტყელი
გრძივი ღრეხო ჩარჩოს გვერდითი ჩარჩოს კორძებსა და ადაპტერს შორის, მმ	2 ÷ 6
შეკეთებათშორისი გარბენი, კმ	500000
ვერტიკალური ღრეხო გვერდით ჩარჩოსა და საბუქსე კვანძებს შორის, მმ	2 ÷ 4
საბუქსე კვანძი	გამოყენებულია ადაპტერის სისტემა
საკისრის სახე	კასეტური
ღრეხოს სიდიდე შეერთების ნაწილებში	მკაცრად ნორმირებული და მინიმიზირებული, ექსპლუატაციაში კონტროლს დაქვემდებარებული
რესორული კომპლექტი	ცილინდრული ზამბარები გაზრდილი ჩაღუნვით. ორრიგა, თითოეულ მხარეს 9 კომპლექტი ფრიქციული დემპფერების გამოყენებით; ჩაღუნვა ბრუტოს ქვეშ 63-დან 110 მმ-დე
ფრიქციული შთანთქმელები	სოლისებური, გადაჭარბებული გრძივი და კუთხური დაცვრებებისაგან შედარებით განტვირთულია
რესორებზედა ძელი	ფერმის სახის ცილინდრული საქუსლით და დამატებითი დრეკადი შუალედური საყრდენით
სრიალები	გორგოლაჭებით, თითოეულ მხარეს თითო ან ორ-ორი ცალი

ცხრილი 2-ის გაგრძელება

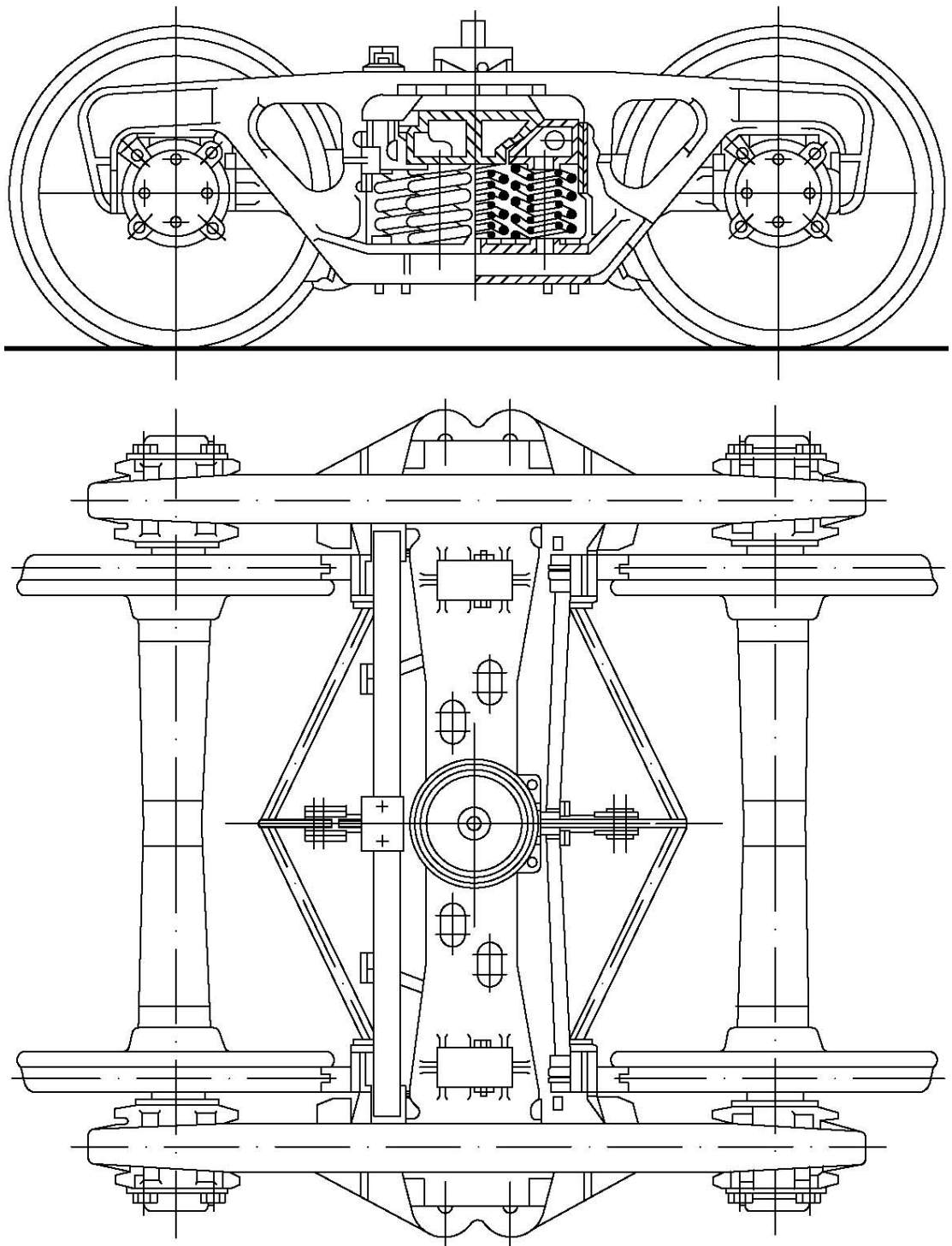
<p>რესორებზედა ძელის ბოლო ნაწილი</p>	<p>დახრილი ზედაპირებით ცვეთამედეგი ზესადებებით ფრიქციული სოლების მოსათავსებლად, სპეციალური მიმმართველებით, რომლებიც ურთიერთქმედებენ გვერდითი ჩარჩოების მიმმართველებთან და გარანტირებულად უზრუნველყოფენ გვერდითი ჩარჩოების გასწორებას და განტვირთავენ ფრიქციულ სოლებს მომატებული გრძივი და გვერდითი ძალების შემოქმედებისაგან</p>
<p>მთლიანობაში ურიკის გვერდითი ჩარჩოების წყვილთვლების ბუქსებთან შეკავშირების ხარისხი</p>	<p>მაღალი ხარისხის</p>

2.2.3. რუსეთის წარმოების ორდერძიანი 18–100 მოდელის სავალი ნაწილის (კვლევის ობიექტი) ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები

ინჟინერ ხანინის კონსტრუქციის 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით არის აღჭურვილი პოსტ საბჭოური სივრცის ოთხდერძიანი სატვირთო ვაგონების უდიდესი უმრავლესობა, ხოლო საქართველოში პრაქტიკულად 100% აღჭურვილია ამ ტიპის ურიკებით (ნახ. 13). მის ძირითად კვანძებში ერთიანდებიან ორი წყვილთვალა გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსებით, ორი ყუთისებური სხმული კონსტრუქციის ჩარჩო, ცენტრალური რესორული ჩამოკიდება, რესორებზედა ძელი საქუსლით და სრიალებით, ბერკეტულ სამუხრუჭე გადაცემაში გამოყენებულია ცალმხრივი დამუხრუჭების მქონე ხუნდებიანი მუხრუჭი, როდესაც ხუნდები თვლების გორვის ზედაპირებს აწვებიან შიგნიდან.

18-100 მოდელის სავალი ნაწილების გვერდითი ჩარჩოები წარმოადგენენ სხმულ კონსტრუქციას, რომლებიც უკანასკნელ ხანებში მზადდებიან 20ГЛ, 20ФЛ და 20ГФЛ მარკის ფოლადებისაგან ნაცვლად ნახშირბადიანი 20Л მარკის ფოლადისა, რომლებიც შეიცავენ მანგანუმს (Г) და ვანადიუმს (Ф). აღნიშნული ფოლადები ხასიათდებიან გაზრდილი დინამიკური სიმტკიცით. 20ГЛ და 20ФЛ მარკის ფოლადისაგან დამზადებული დეტალების ხანგამძლეობა 30-50%-ით, ხოლო 20ГФЛ მარკის ფოლადისაგან დამზადებულისა კი თითქმის 2-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე ნახშირბადიანი ფოლადისაგან დამზადებული დეტალების ხანგამძლეობა.

ურიკის ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები წარმოდგენილია ცხრილ 3-ში.



ნახ. 13. რუსული წარმოების ორდერდიანი სავალი ნაწილი
მოდელი 18-100

ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის ორღერძიანი საგალი ნაწილის ძირითადი ტექნიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები. ცხრილი 3

კონსტრუქციული სიჩქარე, მ/წმ	33
ურიკის ბაზა, მმ	1850
ურიკის მასა, ტ	4,9
მაქსიმალური დერძული დატვირთვა, ტ.ძ.	23,25
ლიანდაგის სიგანე, მმ	1520 ⁺⁴ ₋₆ /1435
მუხრუჭის სახე	ხუნდებიანი, თვლების ფერსობის გორვის ზედაპირებზე ხუნდების შიგა მხრიდან დაწოლით
ურიკის გვერდითი ჩარჩოები	მთლიანად ჩამოსხმული, ბოლო ნაწილებში განლაგებული საბუქსე ღიობებით და მიმართველებით შუა ნაწილში განლაგებული ღიობით ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებისათვის
გვერდითი ჩარჩოს მზიდუნარიანობა	დატვირთვის განაწილება ხდება ჩარჩოს ქვედა და ზედა სარტყელებისა ვერტიკალურ სვეტებს შორის
გრძივი ღრეჩო ჩარჩოს გვერდითი ჩარჩოს კორძებსა და ბუქსას ყბებს შორის, მმ.	35
შეკეთებათშორისი გარბენი, კმ.	210000
ვერტიკალური ღრეჩო გვერდით ჩარჩოსა და საბუქსე კვანძებს შორის, მმ.	ნულოვანი
საბუქსე კვანძი	თავისუფალი კავშირით ჩარჩოსთან, ადაპტერის გარეშე
საკისრის სახე	გორგოლაჭიანი, ორი ცილინდრულგორგოლაჭიანი საკისრის ცხლად ფორმირებით
ღრეჩოს სიდიდე შეერთების ნაწილებში	არ არის მკაცრად ნორმირებული
რესორული კომპლექტი	ორრიგა ზამბარების შვიდკომპლექტიანი განლაგებით თითოეულ მხარეს (შესაძლებელია 6 და 5 კომპლექტიანი სქემის გამოყენება) ჩალუნვა ბრუტო მასის ქვეშ 49 მმ.
ფრიქციული შთანთქმელები	სოლისებური
რესორებზედა ძელი	ტოლი წინაღობის კოჭის სახის, ცილინდრული კონსტრუქციის საქუსლით

ცხრილი 3-ის გაგრძელება

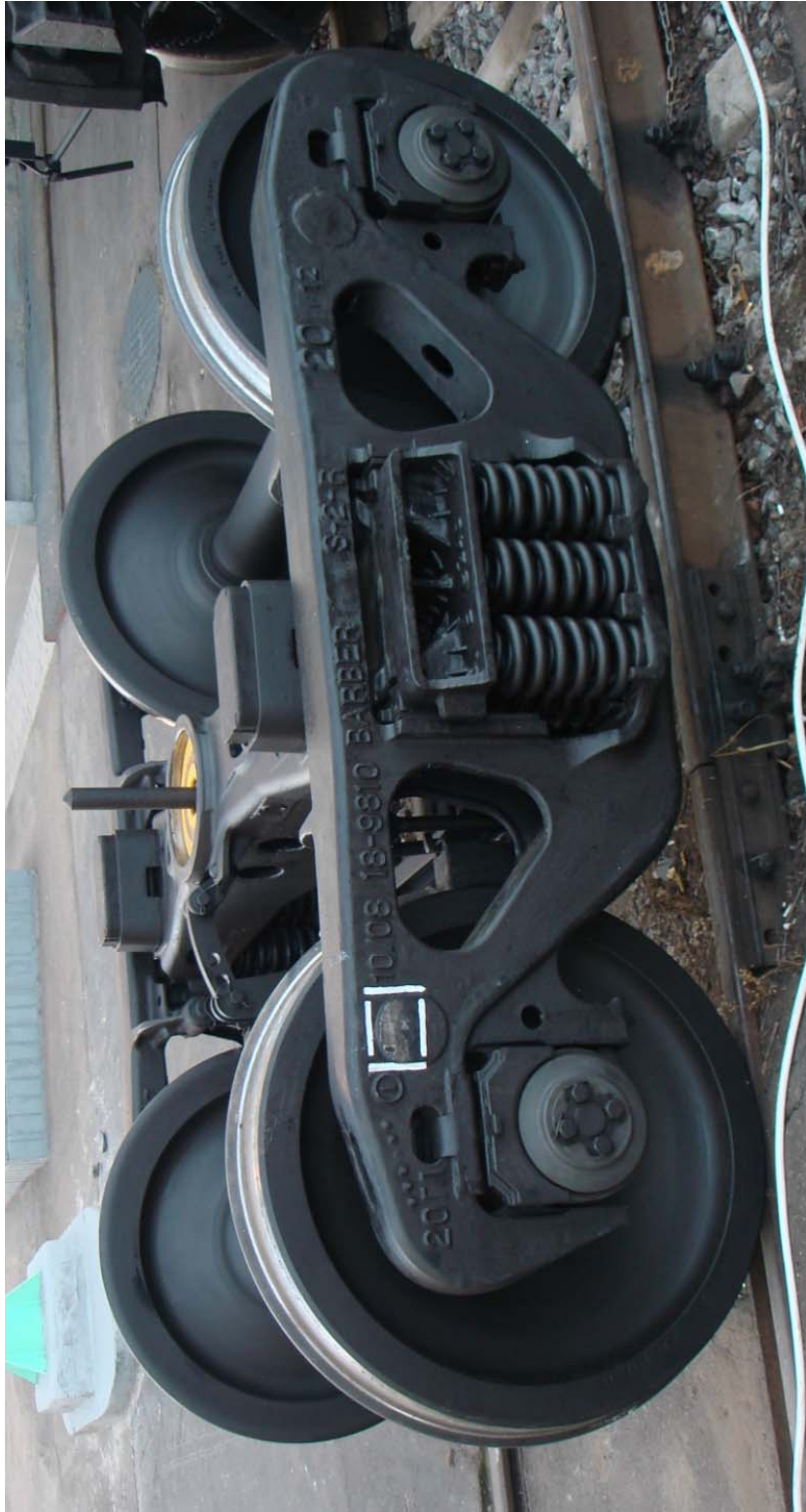
სრიალები	ხისტი, ყუთისებური
რესორებზედა ძელის ბოლო ნაწილი	დახრილი ზედაპირებით ბოლო ნაწილებში რესორული ჩამოკიდებების ფრიქციული სოლების მოსათავსებლად, რომლებიც ზამბარულ კომპლექტებთან ერთად განსაზღვრავენ მის მდგომარეობას გვერდითი ჩარჩოების მიმართ
მთლიანობაში ურიკის გვერდითი ჩარჩოების წყვილთვლების ბუქსებთან შეკავშირების ხარისხი	არასაკმარისი, დაბალი ხარისხის
გაბარიტი	02 – BM

2.2.4. ამერიკული წარმოების ორღერძიანი ინოვაციური სავალი ნაწილი Barber S-2-R

ორღერძიანი სავალი ნაწილი Barber S-2-R მოდელი 18-9810 წარმოადგენს უახლესი კონსტრუქციის ურიკას, რომლის გამოცდაც მოხდა 2010 წელს და გათვლილია ღერძულ დატვირთვაზე 23,5 ტმ, ხოლო მოდელი 18-9855 კი ღერძულ დატვირთვაზე 25 ტმ. ურიკა Barber S-2-R დამუშავებულია ამერიკის შეერთებული შტატების ქ. ჩიკაგოში Standard Car Truck (SCTCO, Wabtec Corporation, г. Чикаго, США) კომპანიის საკონსტრუქტორო ბიუროს ბაზაზე.

Barber S-2-R (ნახ. 14) ურიკა დამზადდა რუსული ბაზრისათვის და აღნიშნულ ამერიკულ კომპანიასთან ერთობლივი გამოცდა ჩატარდა ტიხვინის ვაგონმშენებელი ქარხნის წარმომადგენლობასთან ერთად ქარხნის მიერ ახალი ტექნიკის ათვისების მიზნით. ურიკა წარმოადგენს Barber-ის ოჯახის ერთ-ერთ საუკეთესო მოდელს, რომელსაც როგორც ცნობილია მსოფლიო პარკში იგი სამ მილიონზე მეტია და ჩრდილოეთ ამერიკაში მისი წილი აჭარბებს 80%-ს.

ახალი ურიკის ძირითად საექსპლუატაციო უპირატესობად ითვლება შეკეთებათშორისო გარბენის გაზრდა 500 ათას კილომეტრამდე. ცვეთამედები ელემენტების სამსახურის ვადა 1 მილიონ კილომეტრამდე, ასევე 18-100 მოდელის ურიკასთან შედარებით გაზრდილია ცარიელი ვაგონის თვლების რელსებიდან გადასვლის მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტი 30%-მდე. გამოყენებულია რა ურიკაში პროექტირების თანამედროვე ტექნოლოგიები და მაღალხარისხოვანი კომპონენტები უზრუნველყოფენ ურიკის კონსტრუქციის მნიშვნელოვნად დიდ რესურსს. ურიკა Barber-ის არსებით განსხვავებად ითვლება მისი დაბალი ღირებულება. როგორც ეკონომიკური გათვლები ადასტურებენ არსებობის სრული ციკლის განმავლობაში ურიკა Barber S-2-R-ის ღირებულება ურიკის მომსახურებასა და რემონტზე 77%-ით უფრო ნაკლებია 18-100 მოდელის ურიკასთან შედარებით, რაც მთლიანობაში რკინიგზას აძლევს უაღრესად მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს.



ՆսՖ. 14. Մրօյձ Barber S-2-R

Barber S-2-R ამერიკული ინოვაციური ურიკის (მოდელი 18-19810) და საკვლევი ობიექტის 18-100 მოდელის ურიკის ტექნიკური მახასიათებლების ურთიერთშედარება წარმოდგენილია ცხრილ 4-ში.

18-100 და 18-9810 მოდელის საგალი ნაწილების ტექნიკური მახასიათებლები.

ცხრილი 4

ტექნიკური მახასიათებლები	ურიკის მოდელი და პარამეტრების მნიშვნელობები	
	18-100	18-9810
ურიკის მასა, კგ.	4900	4800
ურიკის ბაზა (ნომინალის მიხედვით), მმ.	1850	1850
წვეილთვიდან რელსებზე გადაცემული მაქსიმალური საანგარიშო სტატიკური დატვირთვა, ტპ. (კნ)	23,5 (230,5)	23,5 (230,5)
ვაგონის მოძრაობის კონსტრუქციული სიჩქარე, კმ/სთ. (მ/წმ)	120 (33)	120 (33)
მანძილი წვეილთვლის ღერძის ყელვების ცენტრებს შორის	2036	2036
მანძილი გვერდითი სრიალების გრძივ ღერძებს შორის, მმ.	1524	1524
თვლის დიამეტრი გორვის წრის მიხედვით, მმ.	957	957
მანძილი რელსების თავების დონიდან საქუსლის საყრდენ ზედაპირამდე, მმ.	806	816
– თავისუფალ მდგომარეობაში	795	795
– ცარიელი ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ტარა 21 ტ).		
ჩაღუნვის სხვაობა ცარიელ და დატვირთულ ვაგონებს შორის, მმ.	42	51
რესორული ჩამოკიდების საანგარიშო სტატიკური ჩაღუნვა, მმ.		
– ცარიელი ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ტარა 21 ტ.)	7	25
– დატვირთული ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ბრუტო 100 ტ.)	49	48
გვერდითი სრიალები	ხისტი, ღრეჩოთი	ზამბარული ღრეკადი
გვერდითი ჩარჩოს საყრდენი ზედაპირი	მოსახსნელი ცვეთამედები კავი	მოსახსნელი ცვეთამედები კავი

ცხრილი 4-ის გაგრძელება

კასეტური საკისრის ადაპტერი	ბუქსა	ცვეთამდედგი თუჯის ადაპტერი
რესორული ჩამოკიდებანი	წრფივი მახასიათებლით	ნაწილობრივ წრფივი მახასიათებლით
ფრიქციული სოლი	ბრტყელი ფორმის, ფოლადის მასალის	სივრცობრივი, შედგენილი B4-120 მარკის თუჯისაგან
ფრიქციული თამასა	შედგენილი 30X7CA ფოლადის მასალისაგან	მთლიანი Y9, Y10 ფოლადისაგან
სამსახურის ვადა, წელი	30	32
შეკეთებათაშორისი გარბენი, ათასი კმ.	110	500

ამერიკული ურიკა Barber S-2-R მოდელი 18-9855 (ნახ. 15) და რუსული წარმოების ურიკა 18-194-1-ის ტექნიკური მახასიათებლების ურთიერშედარება წარმოდგენილია ცხრილ 5-ში.

18-194-1 და Barber S-2-R მოდელი 18-9855 ურიკების ძირითადი პარამეტრები. ცხრილი 5

ტექნიკური მახასიათებლები	ურიკის მოდელი და პარამეტრების მნიშვნელობები	
	18-194-1	18-9855
ურიკის მასა, კგ.	4960	5000
ურიკის ბაზა (ნომინალის მიხედვით), მმ.	1850	1850
წყვილთვიდან რელსებზე გადაცემული მაქსიმალური საანგარიშო სტატიკური დატვირთვა, ტმ. (კნ)	25 (245,2)	25 (245,2)
ვაგონის მოძრაობის კონსტრუქციული სიჩქარე, კმ/სთ. (მ/წმ)	120 (33)	120 (33)
მანძილი წყვილთვლის ღერძის ყელვების ცენტრებს შორის	2036	2036
მანძილი გვერდითი სრიალების გრძივ ღერძებს შორის, მმ.	1524	1524
თვლის დიამეტრი გორვის წრის მიხედვით, მმ.	957	957

ცხრილი 5-ის გაგრძელება

მანძილი რელსების თავების ლონიდან საქუსლის საყრდენ ზედაპირამდე, მმ. – თავისუფალ მდგომარეობაში – ცარიელი ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ტარა 21 ტ).	816 800	830 795
ჩალუნვის სხვაობა ცარიელ და დატვირთულ ვაგონებს შორის, მმ.	63	55
რესორული ჩამოკიდების საანგარიშო სტატიკური ჩალუნვა, მმ. – ცარიელი ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ტარა 21 ტ.) – დატვირთული ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ბრუტო 100 ტ.)	12 51	25 51
რესორული ჩამოკიდების ხვედრითი ცვეთის კოეფიციენტი, მმ. – ცარიელი ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ტარა 21 ტ.) – დატვირთული ვაგონის ქვეშ (ვაგონის ბრუტო 100 ტ.)	0,08 0,11	0,10-0,40 0,08-0,15
გვერდითი სრიალები	დრეკადი პოლიურეთანის დრეკადი ელემენტებით	ზამბარული დრეკადი
გვერდითი ჩარჩოს საყრდენი ზედაპირი	მოსახსნელი ცვეთამდეგი კავი	მოსახსნელი ცვეთამდეგი კავი
კასეტური საკისრის ადაპტერი	ადაპტერი პოლიურეთანის სადებით	ცვეთამდეგი თუჯის ადაპტერი
რესორული ჩამოკიდებანი	ბიხაზური მახასიათებლით	ნაწილობრივ წრფივი მახასიათებლით
ფრიქციული სოლი	ბრტყელი ფორმის, B4-120 მარკის თუჯისაგან პოლიმელური ზესადებით	სივრცობრივი, შედგენილი B4-120 მარკის თუჯისაგან
ფრიქციული თამასა	შედგენილი 30XΓCA ფოლადის მასალისაგან	მთლიანი Y9, Y10 ფოლადისაგან
სამსახურის ვადა, წელი	32	32
შეკეთებათაშორისი გარბენი, ათასი კმ.	150	500

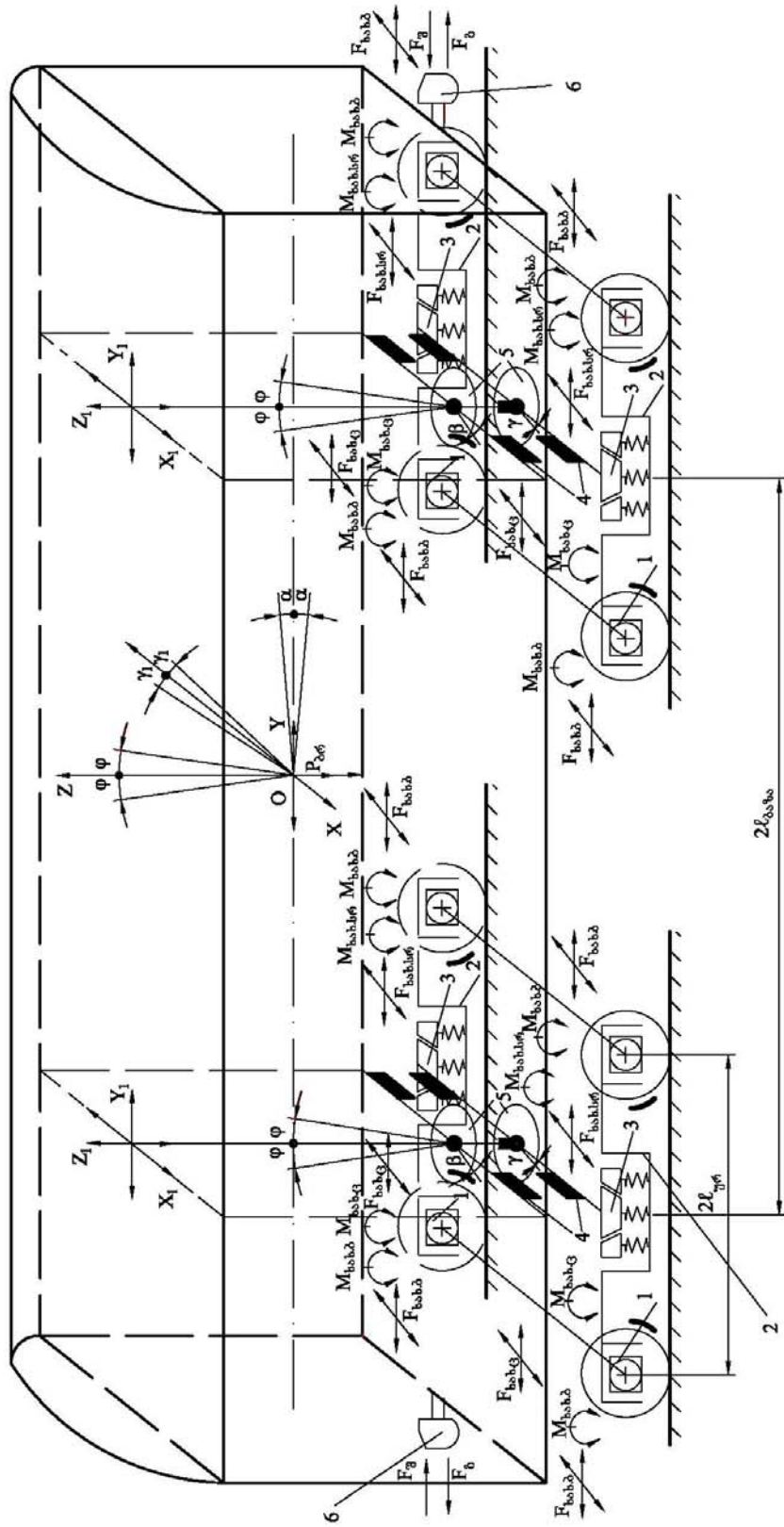


ნახ. 15. ამერიკული ურიკა Barber S-2-R მოდელი 18-9855

როგორც ტექნიკური პარამეტრების ურთიერთშედარება ადასტურებს 18-100 და 18-194-1 მოდელის რუსული წარმოების სავალი ნაწილების ტექნიკური პარამეტრები მნიშვნელოვნად ჩამორჩებიან შესაბამისად Barber S-2-R (მოდელი 18-9810) და Barber S-2-R (მოდელი 18-9855) მოდელის სავალი ნაწილების ტექნიკურ პარამეტრებს.

2.3. ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონის ძარის სავალ ნაწილებთან შეერთების ერთიანი დინამიკური სქემის შედგენა და 18-100 მოდელის სავალი ნაწილის სრიალების კონსტრუქციული მოღღერნიზაციის აუცილებლობის დასაბუთება

რკინიგზაზე სატვირთო გადაზიდვების განხორციელების ყველაზე მოსახერხებელ საშუალებას წარმოადგენენ ოთღერძიანი სატვირთო ვაგონები, საკითხის უფრო ნათლად წარმოდგენის მიზნით სქემატურად შემოთავაზებულია სატვირთო ვაგონის ყველაზე უნივერსალური ტიპის - დახურული სატვირთო ვაგონის ძარის 18-100 მოდელის სავალ ნაწილებთან შეერთების ერთიანი დინამიკური სისტემა (ნახ. 16), რადგანაც დინამიკურ ზემოქმედებათა უდიდესი ნაწილი, რომელიც მოქმედებს ოთღერძიან სატვირთო ვაგონებზე წარმოიშეებიან 18-100 მოდელის ორღერძიანი სავალი ნაწილებიდან. აღნიშნული მოდელის ურიკა გამოირჩევა კონსტრუქციული სიმარტივით, რომელიც შედგება გვერდითი ჩარჩოებისაგან, წყვილთვლებისაგან ბუქსებთან ერთად, ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებისაგან და ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემისაგან. მათ შორის მზიდ ელემენტებად ითვლებიან გვერდითი ჩარჩოები, წყვილთვლები ბუქსებით და რესორებზედა ძელი. სატვირთო ვაგონის ძარა ურიკებს ყოველთვის ეყრდნობა სატაბიკე ძელის ქუსლით რესორებზედა ძელის საქუსლეში, ე.ი. სრული დატვირთვის გადაცემა ძარიდან ხორციელდება უშუალოდ თითოეული ურიკის რესორებზედა ძელის საქუსლეში. სქემის მიხედვით ძარის ურიკებთან შეერთებისას დინამიკაში ძარამ შეიძლება შეასრულოს რხევითი მოძრაობები სივრცითი კოორდინატების X, Y, Z მიმართულებით და კუთხური გადაადგილებანი ვერტიკალურ სიბრტყეში φ , β და γ კუთხეებით. ამასთან ერთად ვაგონის ძარის სიმძიმის O ცენტრი დინამიკაში X, Y, Z ღერძების მიმართ ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებებით ვირტუალურად გადანაცვლდება გარკვეული ცვალებადი ექსცენტრისიტეტებით, რომელთა სიდიდეებიც განისაზღვრება ურიკის ტაბიკის ძარასთან შეერთებისას წარმოშობილი ღრეხოთი (რომელიც ცვეთების გამო ექსპლუატაციაში იცვლება),



ნახ. 16. დახურული სატვირთო ვაგონის ძარის 18-100 მოდელის სავალ ნაწილებთან შეერთების ერთიანი დინამიკური სისტემა

რესორებზედა ძელის განივი გადახრით (გადანაცვლებით) ზამბარებზე და ძარის ხტუნვითი მოძრაობის სიდიდით ურიკის მიმართ, რაც დამოკიდებულია რესორული ჩამოკიდების ჩაღუნვაზე. ამ დროს ადგილი ექნება სიმძიმის ცენტრის რხევებს ვერტიკალურ სიბრტყეში θ_1 კუთხით და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში X დერძის მიმართ γ_1 კუთხით, ხოლო Y დერძის მიმართ β_1 კუთხით. შეერთების იმ ადგილში, სადაც ძარა ქუსლით ეყრდნობა რესორებზედა ძელის საქუსლეს წარმოიშვება ხახუნის მომენტი $M_{\text{ხ.ხ.}}$ და ხახუნის ძალები $F_{\text{ხ.ხ.}}$. ძარის სატაბიკე ძელის და რესორებზედა ძელის სრიალების კონტაქტისას წარმოიშვება ხახუნის მომენტი $M_{\text{ხ.ხ.სრ.}}$ და ხახუნის ძალები $F_{\text{ხ.ხ.სრ.}}$. რაც შეეხება ურიკის გვერდითი ჩარჩოების ბუქსების კორპუსებთან შეერთების ადგილებში მოძრაობის პროცესში წარმოიშვება ხახუნის მომენტი $M_{\text{ხ.ხ.ბ.}}$ და ხახუნის ძალები $F_{\text{ხ.ხ.ბ.}}$. უშუალოდ ცენტრალურ რესორულ ჩამოკიდებაში კი რეალიზდება ხახუნის მომენტი $M_{\text{ხ.ხ.ც.}}$ და ხახუნის ძალები $F_{\text{ხ.ხ.ც.}}$. ძარის და ურიკის საყრდენი ელემენტების ურთიერთქმედება ლიანდაგის მარჯვენა მოგეზულობის მრუდში წარმოშობილი ვაგონის ბრუტო მასით წარმოდგენილია **ნახ. 17-ზე**, სადაც 1 - არის ვაგონის ძარა; 2 – ურიკის რესორებზედა ძელი; 3 – ძარის სატაბიკე ძელის ქუსლი; 4 – ურიკის რესორებზედა ძელის საქუსლე; 5 – ძარის სატაბიკე სრიალები; 6 – ურიკის რესორებზედა ძელის სრიალები. როგორც სქემიდან ჩანს ვაგონის მოძრაობისას ლიანდაგის მრუდ უბანზე ადგილი აქვს ძარის გადახრას საქუსლეში, რის გამოც იგი ეყრდნობა თავისი სრიალებით ურიკის სრიალებს და გადასცემს მათ დატვირთვის გარკვეულ ნაწილს, რის გამოც სრიალების კონტაქტის ადგილებში რეალიზდება ხახუნის მომენტი და ხახუნის ძალები. დატვირთვის გადაცემის ასეთი სახე წარმოადგენს ქუსლი-საქუსლე-სრიალების საყრდენ სისტემას.

სატვირთო ვაგონის უმნიშვნელოვანეს დინამიკურ ქვესისტემად ითვლება ძარის ურიკებთან დაყრდნობის ქვესისტემა, რომელიც ჩვეულებრივად შესრულებულია **ქუსლი-საქუსლე-სრიალები** ქვესისტემის სახით.

სარკინიგზო ტრანსპორტის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემა, რომელიც ეხება გზის მცირე რადიუსიან უბნებზე სატვირთო ვაგონის და ლიანდაგის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოშობილი თვლების ქიმებისა და რელსების თავების გვერდითი ცვეთების შემცირებას. გამოჩენილ მეცნიერთა ექსპერიმენტალური კვლევებით დადგენილია, რომ ამ სახის ცვეთების უმთავრეს წყაროებად ითვლებიან თვლების ქიმების რელსების თავებთან კონტაქტის მიმართველი ძალები, გვერდითი დატვირთვები, რომლებიც გამოწვეულია მრუდში ცენტრიდანული და ქარის დაწოლის ძალებით, ურიკის ჩარჩოს ძალები, წყვილთვლების მიერ რელსები-შპალების ერთიან მესერზე გადაცემული ძალები, მრუდში დამუხრუჭების (უარეს შემთხვევაში ჩასოლვის წარმოშობის) ძალები, დამუხრუჭების შედეგად წარმოქმნილი ინერციის ძალები, თვლების ქიმების რელსების თავებზე გაქანების კუთხვების სიდიდე და სხვ. აღნიშნულ ძალთა ზემოქმედება განსაკუთრებით დიდია მატარებლის შემადგენლობაში მყოფი ცალკეული ვაგონების მაქსიმალური ბრუტო მასების დროს, ანუ მთლიანობაში მატარებლის მაქსიმალური ბრუტო მასის დროს. ამ ცვეთების წარმოშობის ერთ-ერთ წყაროს ასევე წარმოადგენს ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის 18-100 მოდელის ორღერძიანი ურიკის რესორებზედა ძელზე განლაგებული მოძველებული და არასრულყოფილი ყუთისებური კონსტრუქციის სრიალები. აღნიშნული კონსტრუქციის სრიალები წარმოადგენენ ცვეთების გამომწვევ ერთ-ერთ მიზეზს, რომელიც ვაგონების ექსპლუატაციის პროცესში ხშირად იქცევენ ყურადღებას უარყოფითი გამოვლინებების კუთხით, რის გამოც მისი მოდერნიზაცია-შეცვლა უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციით კვლავაც აქტუალურია და მოითხოვს შემდგომ კვლევებს. მიუხედავად გორგოლაჭიანი სრიალების სხვადასხვა კონსტრუქციებისა, რომლებიც გამოყენებულია ევროპისა და ამერიკის ქვეყნების სატვირთო ვაგონების ურიკებზე, კვლავაც რჩება ამ კვანძების შემდგომი კონსტრუქციული მოდერნიზაციისა და სრულყოფის ამოცანა.

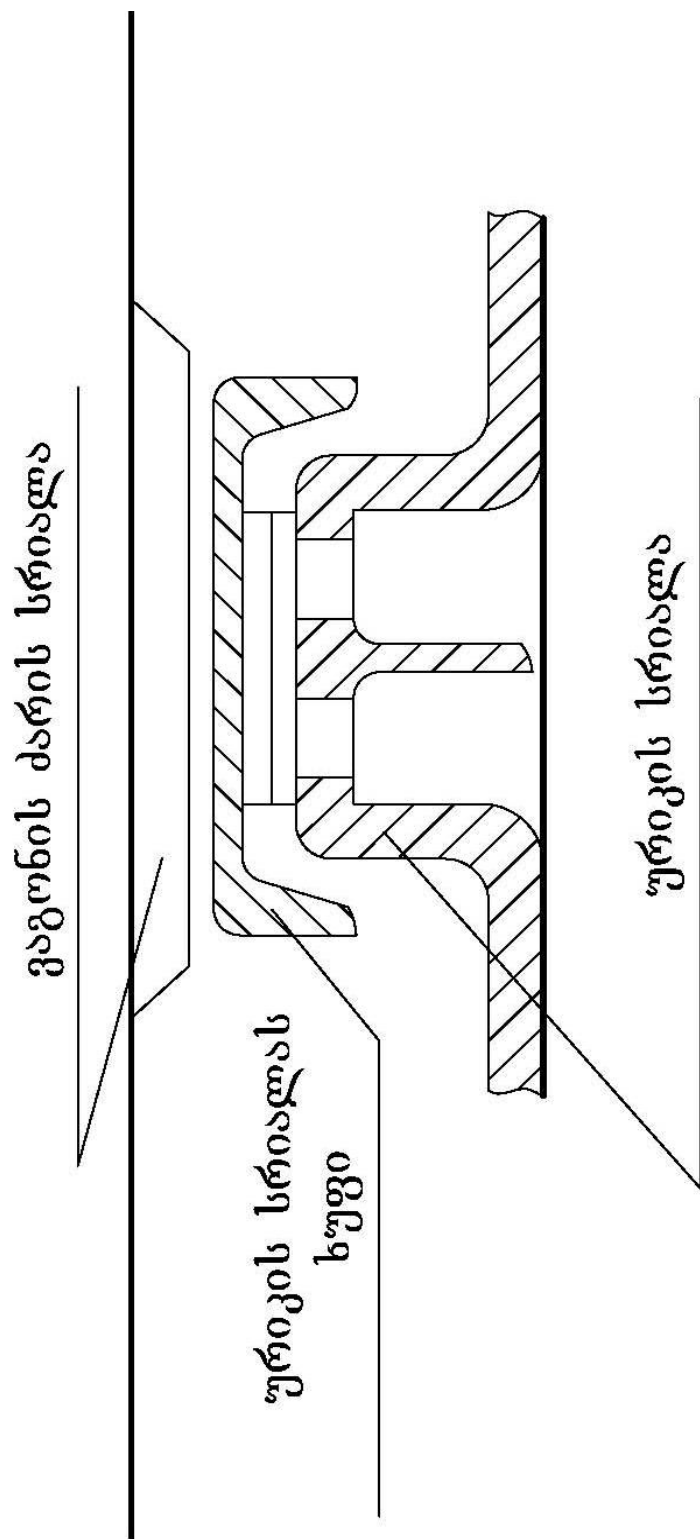
მრავალმხრივი თეორიული და ექსპერიმენტალური დაკვირვებებით დამტკიცებულია, რომ 18-100 მოდელის ურიკაში გამოიყენებული არსებული პრიმიტიული ყუთისებრი კონსტრუქციის

სრიალები (ნახ. 18), რომლებიც სწრაფად ცვეთადია და წარმოადგენენ თვლების ქიმების და რელსების თავების გვერდითი ცვეთების წარმოშობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს. (სრიალას ძირითადი ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცხრილ 6-ში).

18-100 მოდელის სავალი ნაწილის სრიალას ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები.
ცხრილი 6

პარამეტრები	ძირითადი ზომები, მასა და დასამზადებელი მასალა
სრიალას ხუფის სიგრძე, მმ.	234 ⁺³ ₋₂
სრიალას ხუფის სიგანე, მმ.	108 ⁺³ ₋₂
სრიალას ხუფის სიმაღლე, მმ.	76 ⁺³ ₋₂
სრიალას მასა, კგ.	4,48
სრიალას ხუფის დასამზადებელი მასალა	ფოლადი 3

ექსპლუატაციისას სრიალებს შორის არსებული სახეთი მასალის სწრაფად მოცილებით წარმოიქმნება მშრალი ტრიბოტექნიკური პროცესი და ვაგონის ღიანდაგის მრუდ უბანზე მოძრაობისას შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს ჩასოლვის მოვლენას სრიალებს შორის, რამაც უკონტროლოდ შეიძლება გაზარდოს მიმმართველი და გვერდითი ძალები, რომლებსაც ღებულობენ გარე რელსები (გარე ძაფები). გარდა აღნიშნულისა არის შემთხვევები როდესაც ძარისა და სავალი ნაწილების ჰორიზონტალური სრიალების ჩასოლვის გამო მაშინ, როდესაც სატვირთო ვაგონის ძარის სრიალებსა და ორ სავალ ნაწილში განლაგებულ სრიალებს შორის ღრეჩო დიაგონალზე ხდება ნულოვანი ე.ი. როდესაც ვაგონის ძარის ჰორიზონტალური დიაგონალური სრიალები მთლიანად დაეყრდნობა სავალი ნაწილების რესორებზედა ძელებზე განლაგებულ ჰორიზონტალურ დიაგონალურ სრიალებს, მაშინ შეიძლება ვაგონი საერთოდ გადავიდეს (ამოვარდეს) რელსებიდან. აქედან გამომდინარე შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს თვლების და რელსების მწყობრიდან გამოსვლას. აღნიშნული მოვლენა განსაკუთრებით ხშირია გზის მცირე რადიუსიან და არასტანდარტულ მრუდებში.

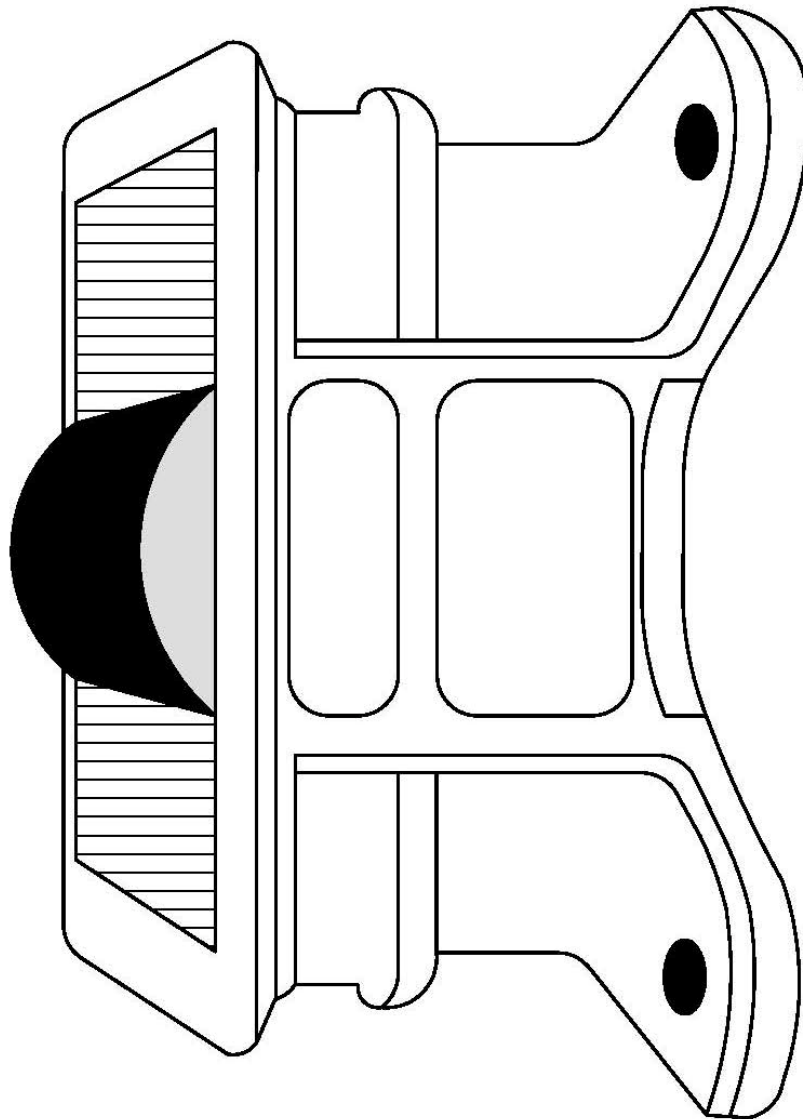


ნახ. 18. 18-100 მოდელის ურიკაში გამოყენებული ყუთისებრი კონსტრუქციის სრიალა

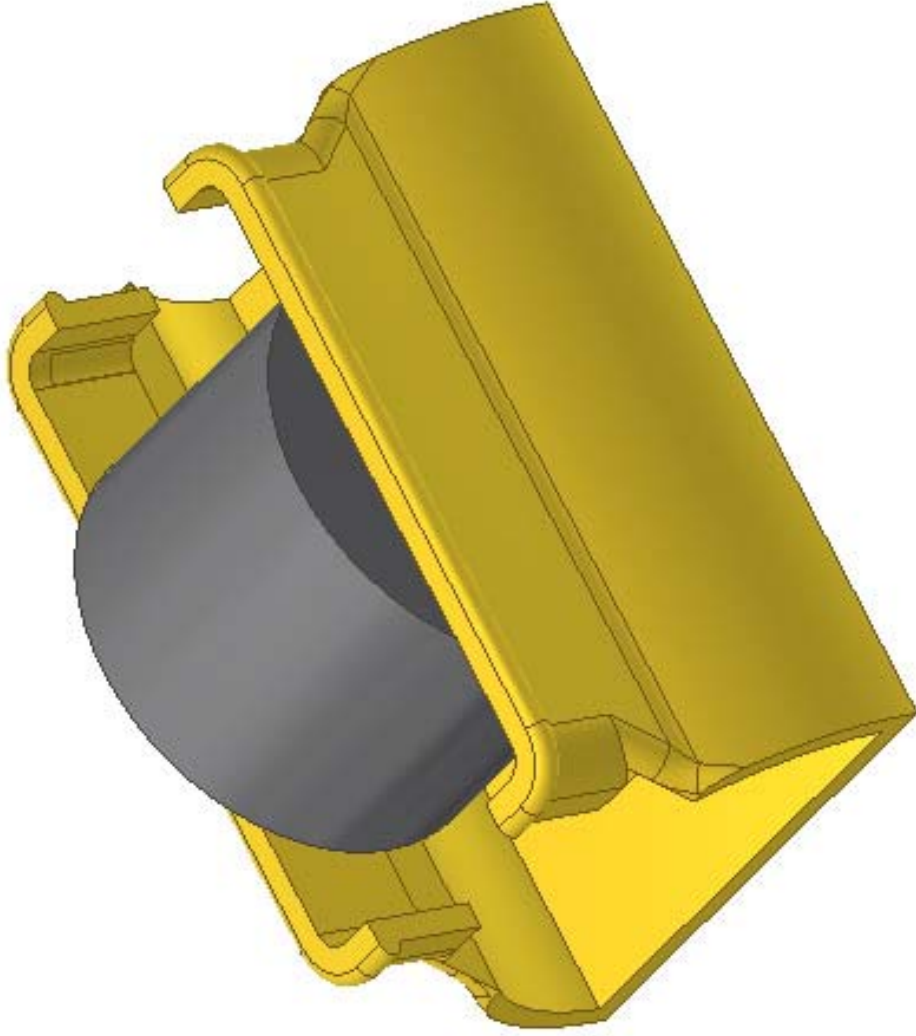
ევროპისა და ამერიკის შეერთებული შტატების სატვირთო მოძრავი შემადგენლობებისათვის გამოყენებულ სავალ ნაწილებში (Y-25, Y-31, Y-33, TF-25, LTF-25, Barber, Swing motion II და სხვ.) მთლიანად აღმოფხვრილია 18-100 მოდელის ურიკისათვის მახასიათებელი სრიალები და მათში ძირითადად გამოყენებულია ცილინდრული გორგოლაჭებიანი ან დრეკად-ფრიქციული სრიალები.

ძირითადი საზღვარგარეთული ფირმები, რომლებიც ამუშავებენ და უშვებენ სატვირთო ვაგონების სრიალებს ინტერნეტის მონაცემებზე დაყრდნობით წარმოადგენენ სტაკი, ბარბერი, სიმინგტონ-გოლდი და მაიერი.

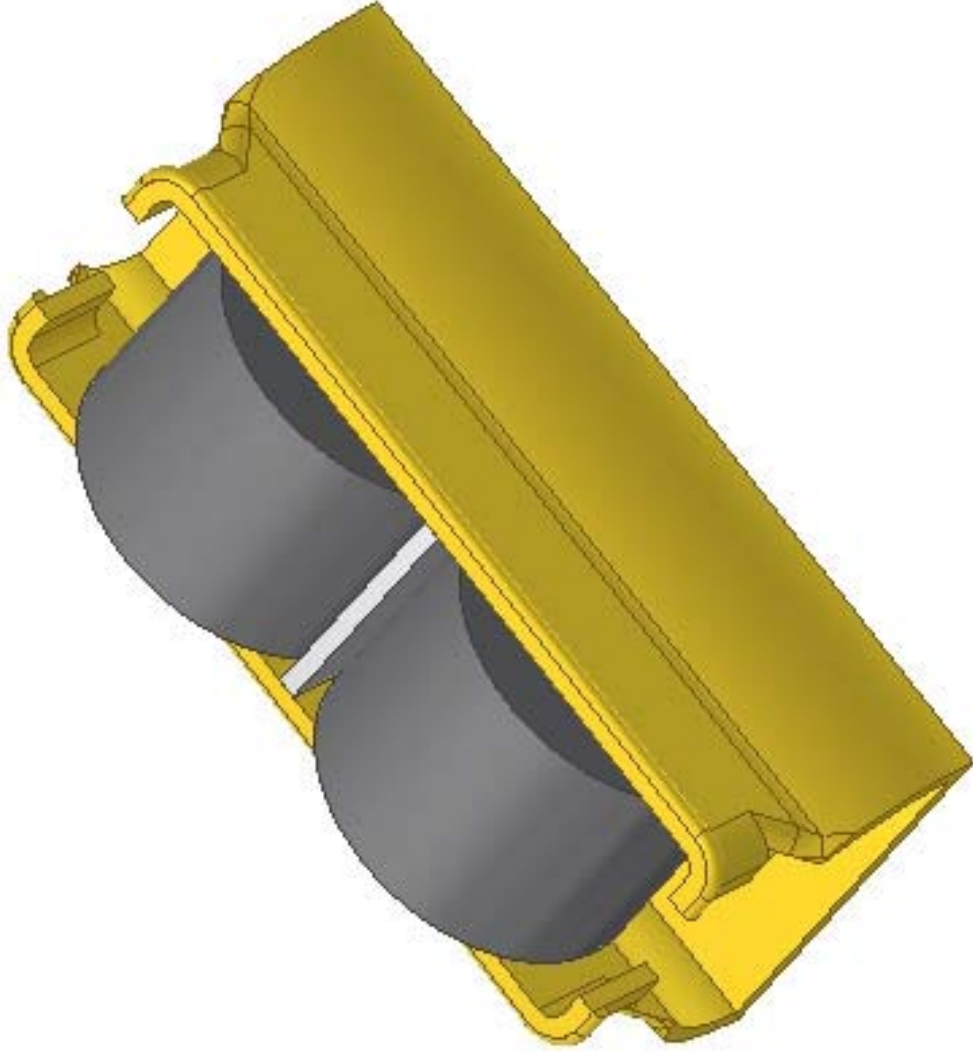
სტაკის ფირმის სრიალების გაანალიზების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ისინი წარმოადგენენ ყუთისებური ფორმის კონსტრუქციებს (ნახ. 19), (ნახ. 20), (ნახ. 21), სადაც ჩვეულებრივი ცილინდრული გორგოლაჭები განთავსებულნი არიან თავისუფალ მდგომარეობაში, რომელთაც ყუთში შეუძლიათ განახორციელონ მხოლოდ წინსვლითი ან უკუსვლითი მოძრაობა. მათი მთავარი ამოცანაა შეზღუდონ სატვირთო ვაგონის ძარის გადახრის კუთხე რესორებზედა ძელის მიმართ და უზრუნველყონ ურიკის მობრუნება მისი ჩაწერის დროს ლიანდაგის მრუდ უბანზე გორგოლაჭებიანი საყრდენების ხარჯზე. იმავე ფირმის მიერ შემდგომში დამუშავებული და წარმოებაში გაშვებულ იქნა შედარებით რთული კონსტრუქციის სრიალა (ნახ. 22), რომლის ძირითად კონსტრუქციულ შემადგენელ ელემენტებს წარმოადგენენ ყუთი, რომელშიც განთავსდება სამი ელასტომერული სადები და ორი ხისტი ჩანადგამი. ამ შემთხვევაში სატვირთო ვაგონის ძარის სრიალები მუდმივად ეხებიან ელასტომერულ სადებებს და გარკვეულწილად კუმშავს მათ და ამით სრიალას შეძენილი აქვს დრეკადი ფუნქცია. ვინაიდან ელასტომერს აქვს ხახუნის დაბალი კოეფიციენტი სრიალა უმნიშვნელოდ ზრდის ხახუნის მომენტს, რომელიც ეწინააღმდეგება ურიკების მობრუნებას ლიანდაგის მრუდ უბნებზე. ხისტი ჩანადგამების არსებობა, რომელნიც გარკვეული ღრეჩოთი არიან დაცილებულნი ვაგონის ძარის სრიალებთან უზრუნველყოფენ ძარის კუთხური გადანაცვლების ამპლიტუდას რესორებზედა ძელის მიმართ. გარდა ამისა იმავე ფირმის მიერ



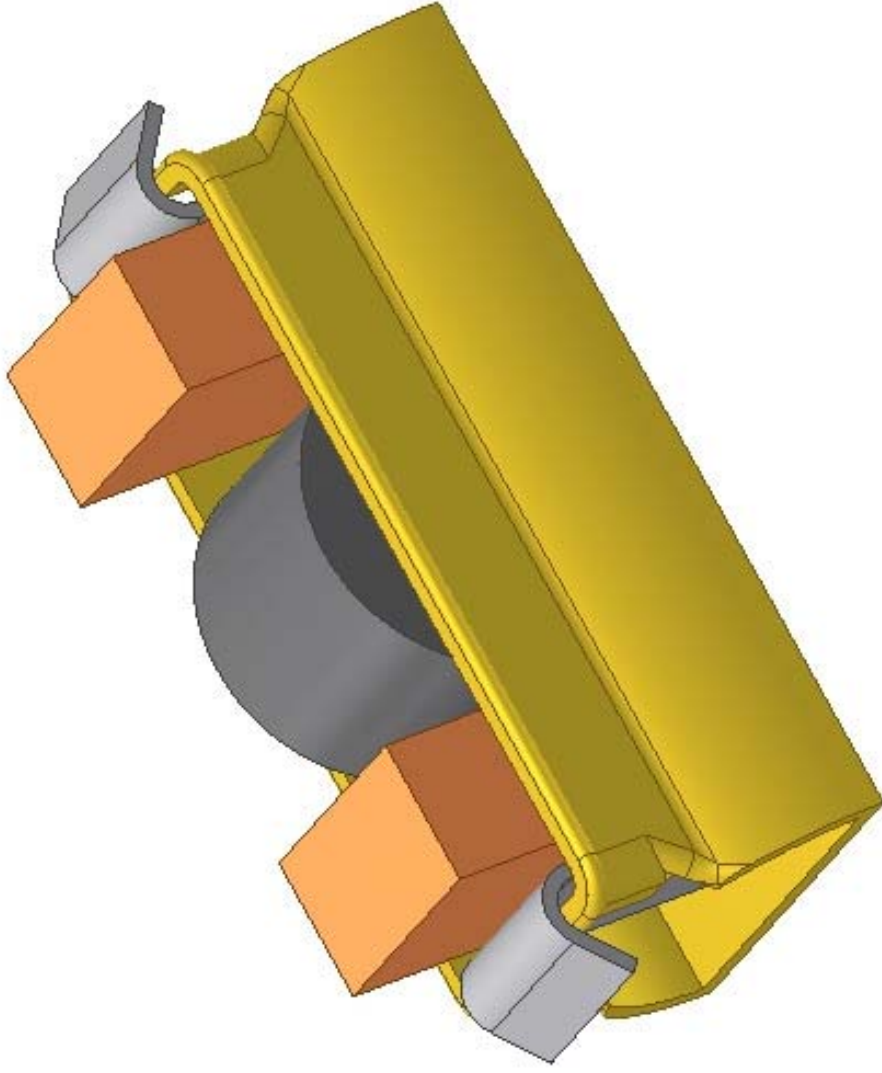
ნახ. 19. ფორმა “სტაკი”-ის სხმულ ყუთში განლაგებული ერთოვრეოვლაჰიანი
კონსტრუქციის სრიალა



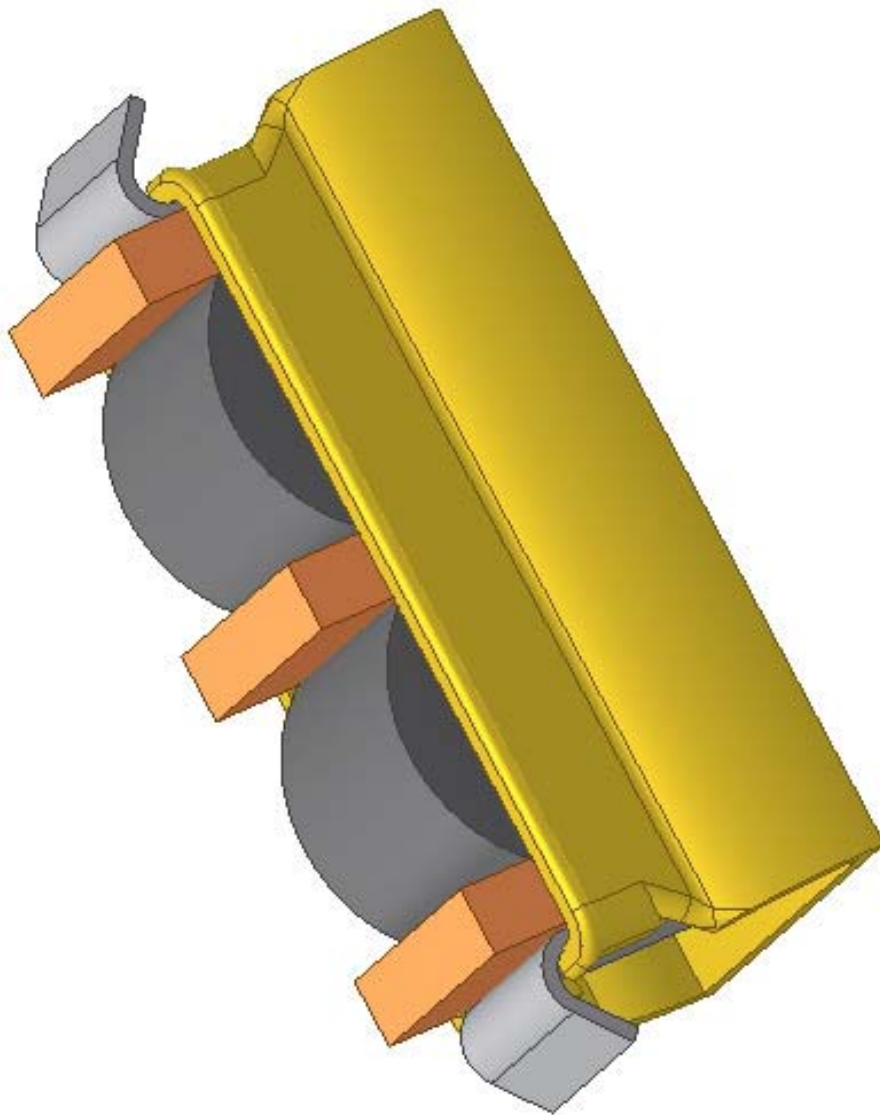
ნახ. 20. ფორმა “სტაკო“-ის ღია ყუთში განლაგებული ერთგორგოლაქიანი
კონსტრუქციის სრიალა



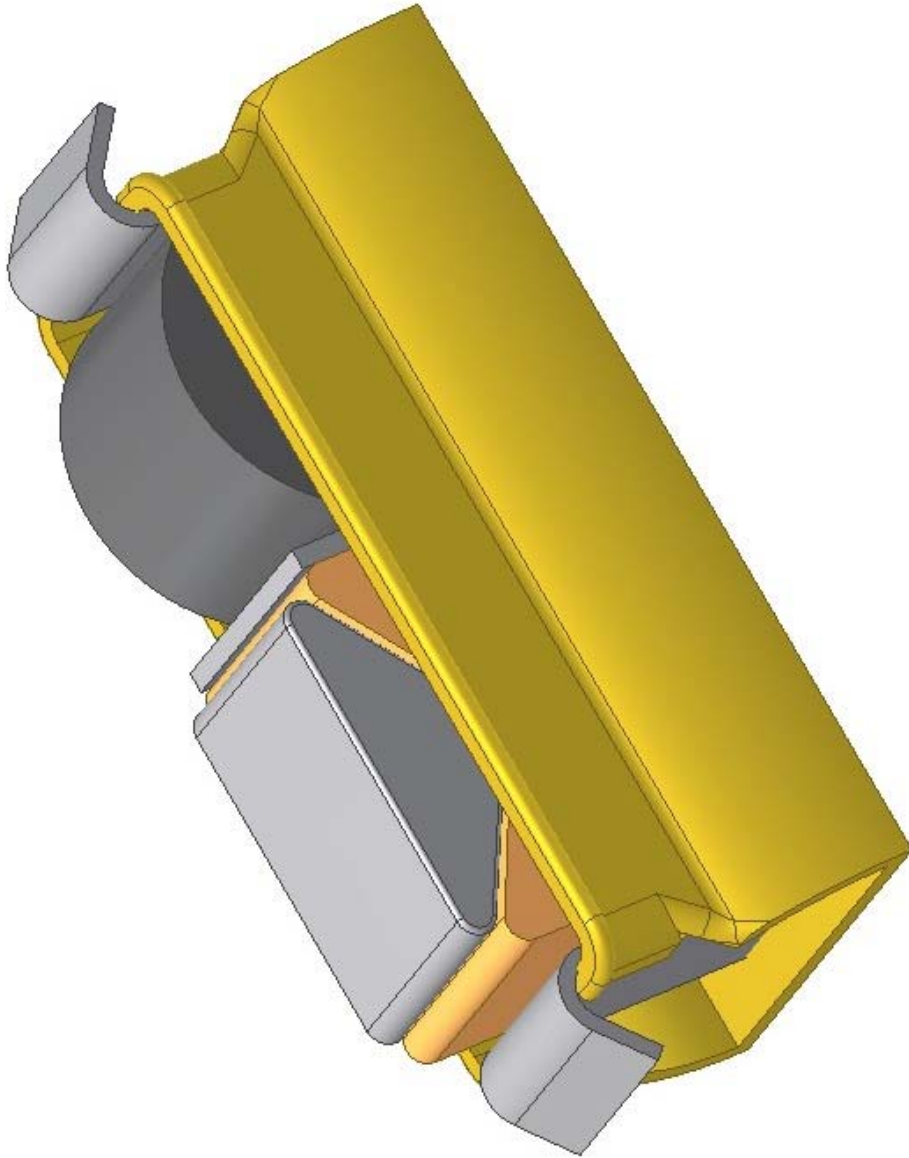
ნახ. 21. ფირმა “სტაკო“-ის ღია ყუთში განლაგებული ორგორგოლაქიანი კონსტრუქციის სრიალა



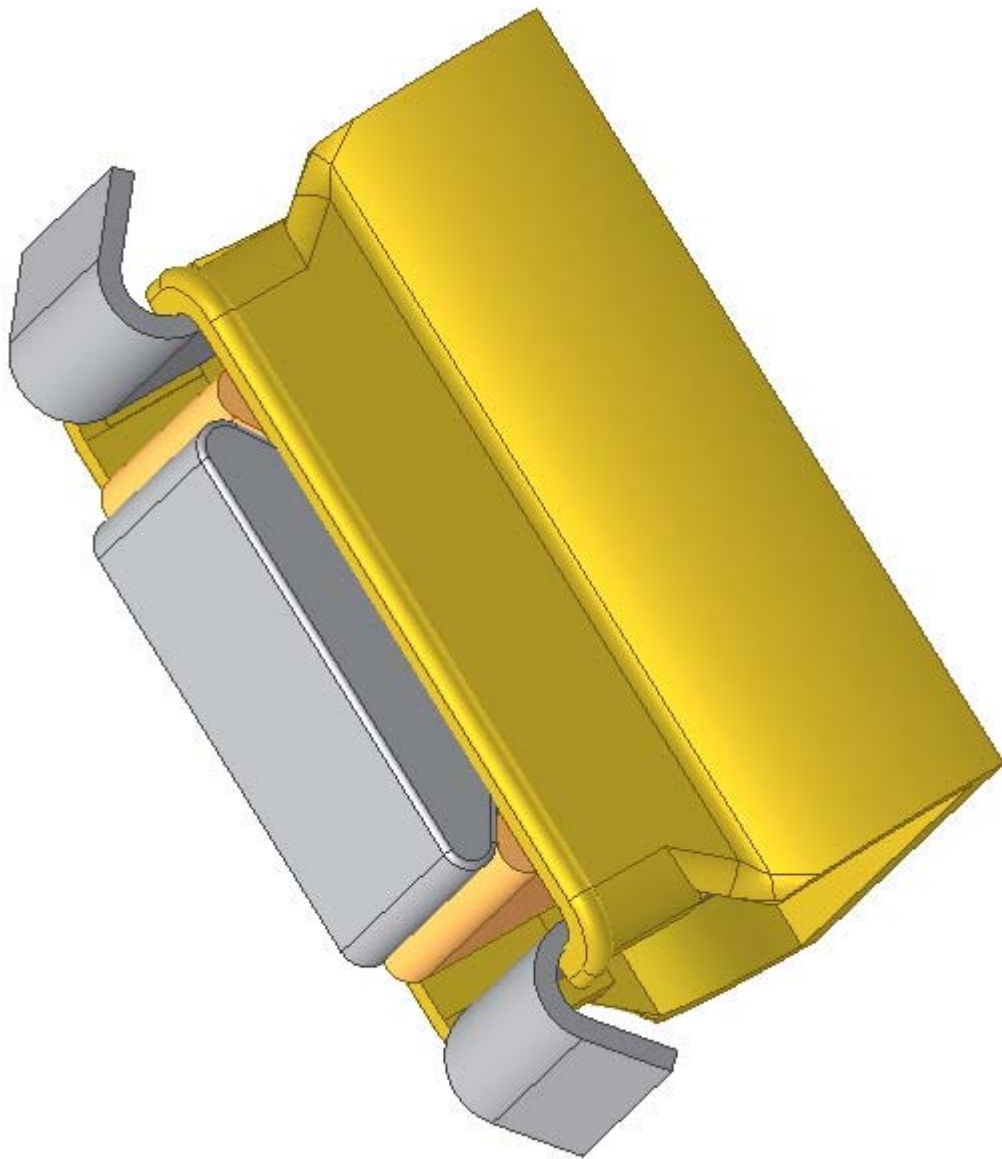
ნახ. 22. სტაკის ფორმის ერთგორგოლაჭიანი სრიალა ელასტომერებით



ნახ. 23. სტაკის ფორმის ორგორგულაციანი სრიალა ელასტომერებით



ნახ. 24. სტაკის ფორმის კომბინირებული სრიალა გორგოლაჭით და
ელასტომერით

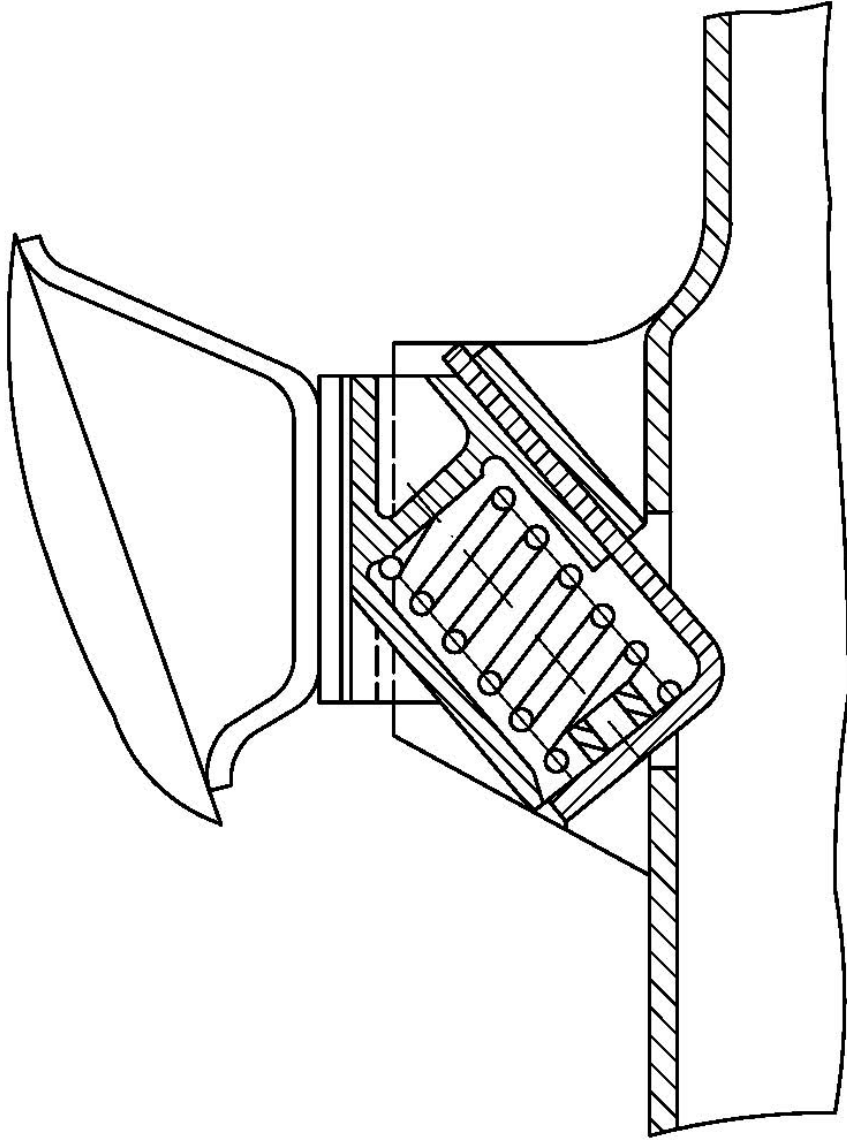


ნახ. 25. სტაკის ფორმის სრიალა ელასტომერით.

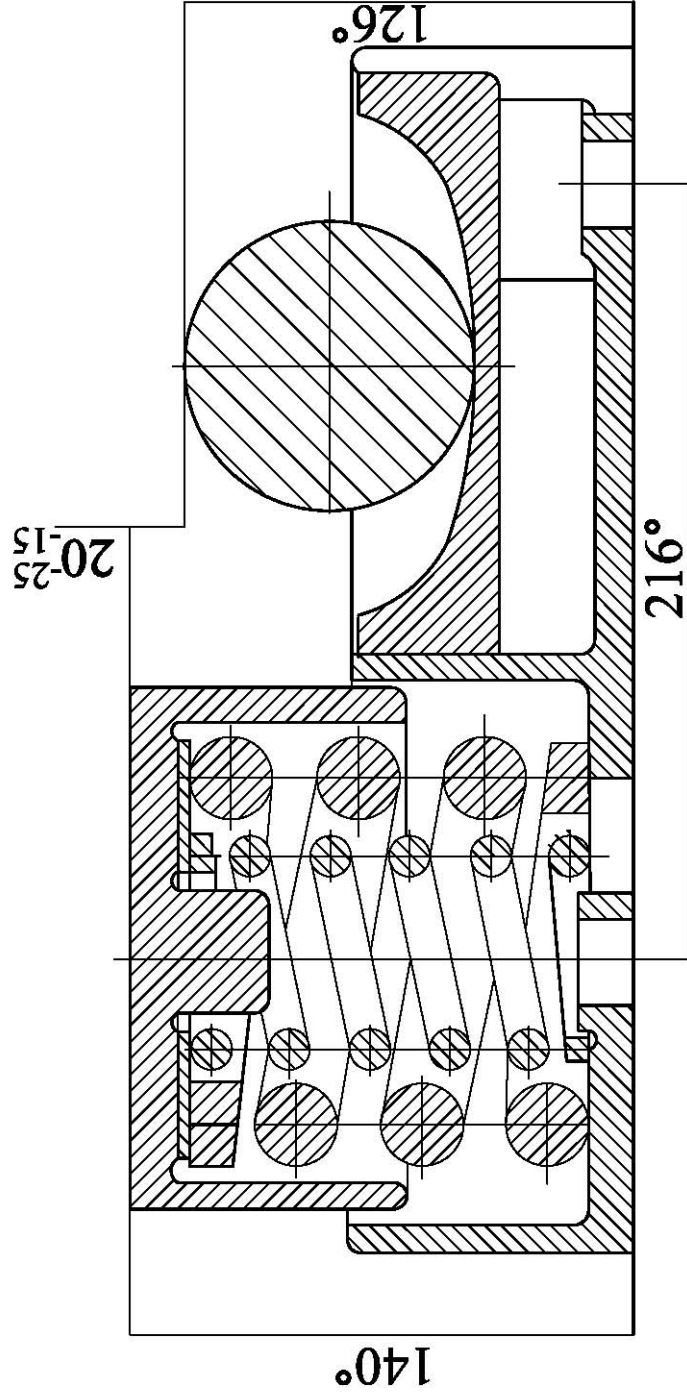
წარმოდგენილია სრიალა გორგოლაჭიანი შემზღუდველით და დრეკად-მადემფირებელი მექანიზმით (ნახ. 23), (ნახ. 24), (ნახ. 25), რომელიც შედგება სოლისებური ჩანადგამისაგან, ელასტომერული სადებებით, რომელიც უზრუნველყოფს დრეკად-მადემფირებელ მოქმედებას ვაგონის ძარის გადახრაზე და ზრდის ხახუნის მომენტს, ურიკის მიმოქნევითი რხევების ჩასაქრობად. აღნიშნული სრიალას დრეკად-მადემფირებელი მექანიზმი მოითხოვს ზუსტ ჩასმას და რეგულირებას, რაც დამოკიდებულია მის განლაგებაზე ამა თუ იმ ტიპის ვაგონზე და არსებითად არის დამოკიდებული საექსპლუატაციო პირობებზე, ვინაიდან ამ სრიალაში რეალიზდება რხევების ფრიქციული შთანთქმელის განსაკუთრებული სახე. მისი პარამეტრები ჩვეულებრივად შეირჩევა სინქარის ვიწრო დიაპაზონში მიღებული ეფექტური მუშაობის გაანგარიშების მეთოდიკით, ასევე დატვირთვებისა და გზის მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით, სადაც გაითვალისწინება არამარტო ვაგონის მახასიათებლები ასევე ურიკის რესორულ ჩამოკიდებათა პარამეტრებიც.

ფირმა ბარბერის წარმოების სრიალები ითვლებიან გორგოლაჭიან სრიალებად და სტაკის ფირმის მსგავსი კონსტრუქციის სრიალებისაგან განსხვავდებიან ყუთის კონსტრუქციით, გორგოლაჭებით, საყრდენი შუასადებებით და სხვ. ისინი განეკუთვნებიან ხისტ სრიალებს, რომლებიც ზღუდავენ ძარის კუთხურ გადახრებს და ხელს უწყობს ურიკის ჩაწერას ლიანდაგის მრუდ უბანზე. ყურადღებას იქცევს ფირმა სიმინგტონ-გოლდ-ის სრიალები, რომელთა თავისებურად ითვლება მისი საყრდენი ზედაპირების მუდმივი შეკუმშვა ვაგონის ძარის სრიალასთან რეზინული ჩანადგების მეშვეობით. როგორც ჩვეულებრივი დრეკადი სრიალა ის უზრუნველყოფს ძარის გარკვეულ დამაბრუნებელ მომენტს და ხახუნის გაზრდილ მომენტს ურიკის მიმოქნევითი რხევების ჩაქრობის მიზნით.

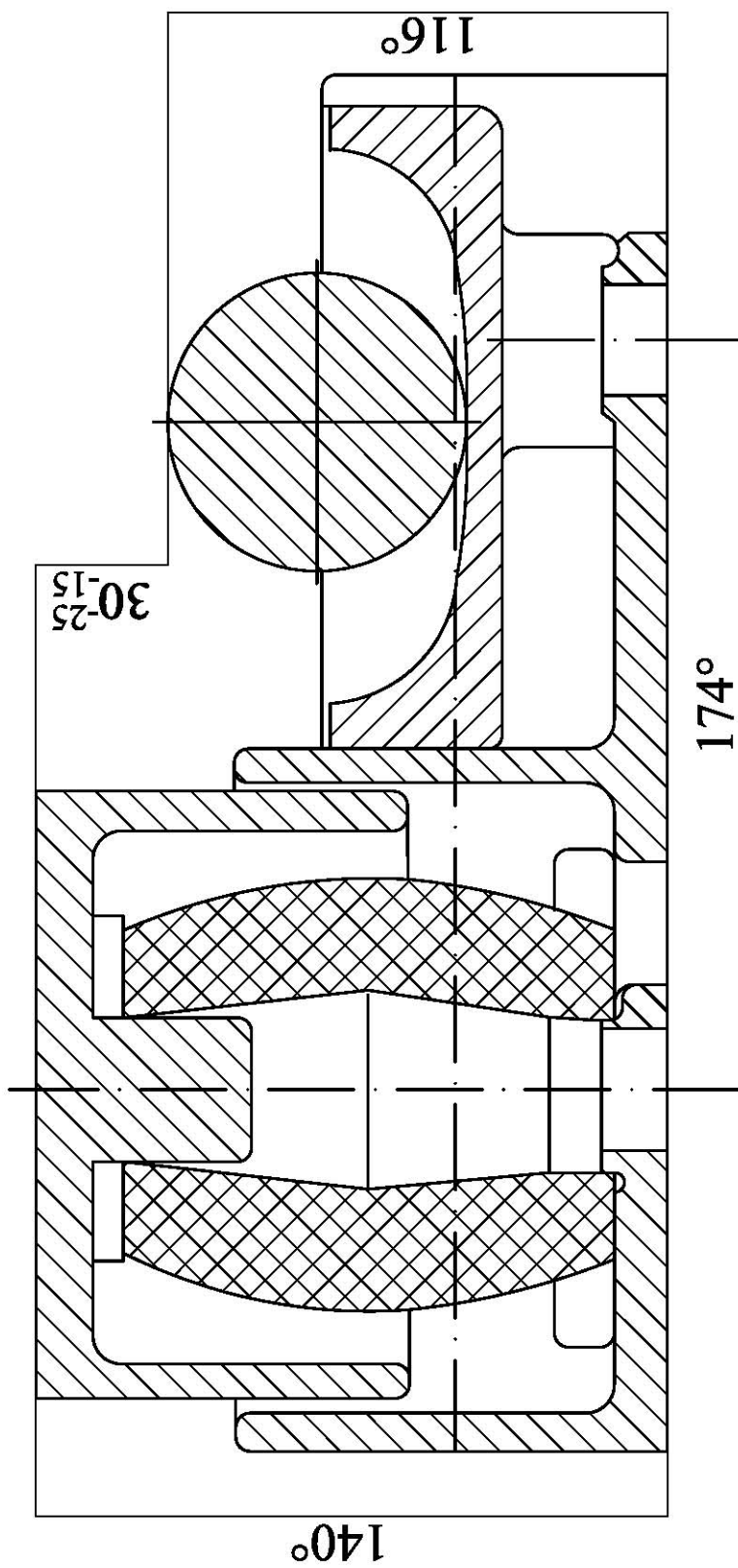
რუსული წარმოების 18-131 მოდელში გამოყენებულია დრეკად-ფრიქციული (ნახ. 26), ხოლო 18-194-1-ში და 18-578-ში დრეკად-ფრიქციული (ნახ. 27) ან კომბინირებული დრეკად-გორგოლაჭიანი (ნახ. 28) კონსტრუქცია. გორგოლაჭი წარმოადგენს ძარის გვერდითი



ნახ. 26. დრეკად-ფრეკციული სრიალა



ნახ. 27. კომბინირებული კონსტრუქციის სრიალა ზამზარული დრეკადი საქრდეწით და გორგოლაჭით



ნახ. 28. კომბინირებული კონსტრუქციის სრიალა ელასტომერით და გორგოლაჟით

გადახრის საბოლოო შემზღუდველს. მოლიანობაში კი სრიალების კონსტრუქციული ევოლუცია მოიცავს სრიალებს ჩამოსხმულ დახურულ ან ღია ყუთში განლაგებული ერთი ან ორი ცილინდრული გორგოლაჭით, მეტალური საყრდენებით პოლიურეთანის ჩანართებთან ერთად, ელასტომერული, კომბინირებული კონსტრუქცია გორგოლაჭით და ელასტომერით და სხვ.

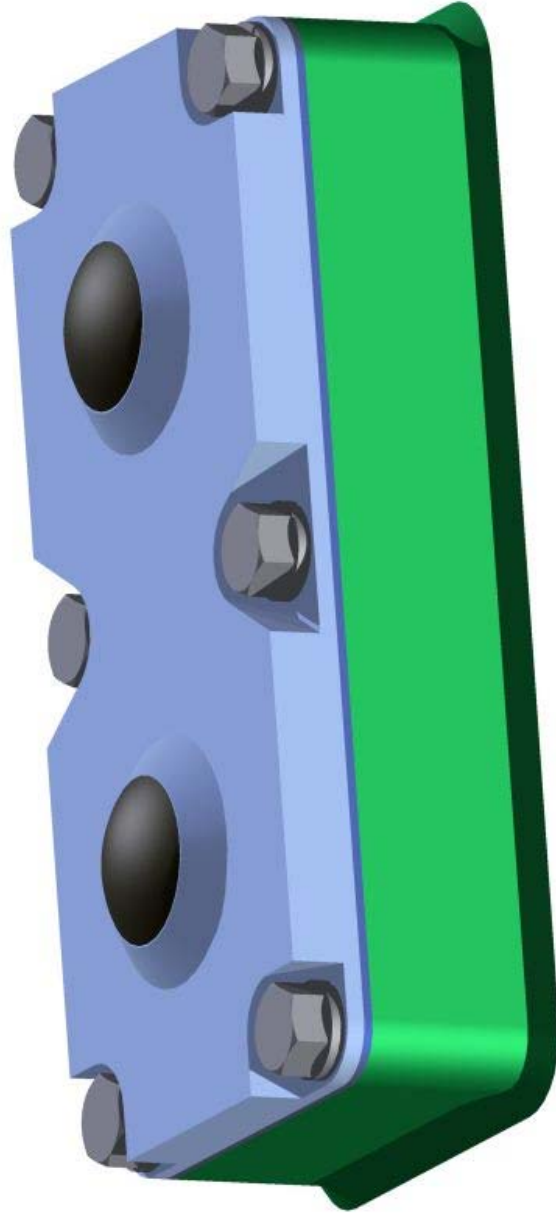
2.4. სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის ახალი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური სრიალა და ვაგონის ძარის სრიალებსა და ურიკის სრიალებს შორის მიმდინარე ტრიბოტექნიკური პროცესის დადგენა

ჩატარებული კვლევები პრაქტიკულად ადასტურებს, რომ სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი სატვირთო ვაგონის ორღერძიანი სავალი ნაწილის სრიალა კონსტრუქციულად წარმოადგენს სრულიად განსხვავებულ კონსტრუქციას და მისი ანალოგი არცერთ სალიტერატურო ან ინტერნეტ წყაროებში არ მოიპოვება. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ამერიკული წარმოების Barber-ის ტიპის ყველაზე გავრცელებული ურიკის მოდელში სრიალებში გამოყენებულია ორ-ორი შეწყვილებული ცილინდრული გორგოლაჭი. ამ შემთხვევაში ძარის დაყრდნობისას სრიალაზე მისი წინსვლითი მოძრაობის დროს სრულდება გორვითი ხახუნი, ხოლო განივი გადანაცვლებისას, რომლებიც წარმოიშებიან ვაგონების განივი რხევების დროს სწარმოებს სრიალის ხახუნს. ე.ი. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ორი სახის ტრიბოტექნიკურ პროცესს – გორვით და სრიალის ხახუნებს. მაშასადამე თვითონ გორგოლაჭს ამ შემთხვევაში შეუძლია განახორციელოს მხოლოდ ბრუნვითი მოძრაობა X ღერძის მიმართ.

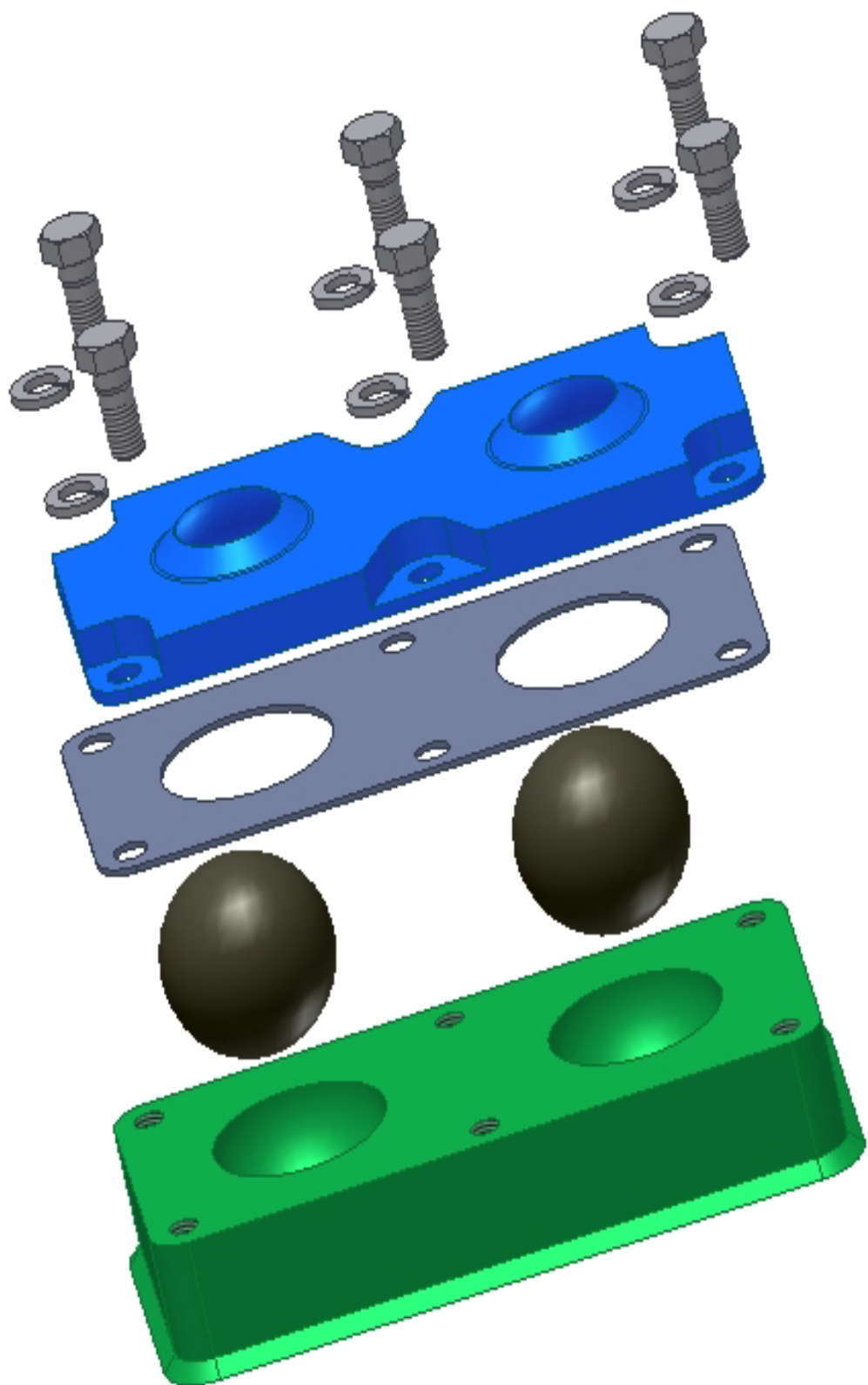
საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ნებისმიერ სხეულს სივრცეში OXYZ კოორდინატთა სისტემაში შეუძლია ჰქონდეს ექვსი თავისუფლების ხარისხი და შესაბამისად განახორციელოს X, Y და Z ღერძების მიმართ სამი წინსვლითი და სამი ბრუნვითი მოძრაობა.

შემოთავაზებულ ახალი კონსტრუქციის სრიალაში ბურთულას შეუძლია განახორციელოს სამი სახის ბრუნვითი მოძრაობა X, Y და Z ღერძების მიმართ და შესაბამისად მას სივრცით კოორდინატთა სისტემაში ექნება სამი თავისუფლების ხარისხი და სამივე მხოლოდ ბრუნვითი (ყველა წინსვლითი მოძრაობა მისთვის შეზღუდულია).

სრიალას წარმოდგენილი კონსტრუქცია აწყობილ (ნახ. 29) და დაშლილ (ნახ. 30) მდგომარეობაში ითვალისწინებს სპეციალურ ყუთს,



ნახ. 29. ახალი კონსტრუქციის სრიალა



ნახ. 30. ახალი კონსტრუქციის სრიალა დაშლილ მდგომარეობაში

რომელიც შედგება ორი ნაწილისაგან – ქვედა ნაწილი ანუ სრიალას ძირი, სადაც სპეციალურ ღარებში ჩაეწყო ბურთულები და ზედა ნაწილი, რომელიც ასრულებს ხუფის მოვალეობას და მაგრდება 6 ჭანჭიკით ზომით M12 სრიალას ძირზე მოჭრილ M12×20 მმ. კუთხვილებში.

სახურავის ზემოთ ბურთულები ამოწეულია დაახლოებით 1/3-ზე მეტი ნაწილით იმ მიზნით, რომ ისინი არ ამოვარდნენ თავიანთი ბუდეებიდან. ბურთულები წარმოადგენენ ძარის ბოლო შემზღუდეველ ელემენტებს, რომლის ქვემოთაც იგი ვეღარ გადაადგილდება, ე.ი. ბურთულები გაურესორბელია. სრიალას ძირითადი გაბარიტული ზომები ემთხვევა არსებული ყუთისებური მოდელის სრიალას ზომების კერძოდ: სიგრძე 234_{-2}^{+3} მმ.; სიგანე 108_{-2}^{+3} მმ. და სიმაღლე სრიალას ძირიდან ბუდეებიდან ამოსული ბურთულების ზედა წერტილებამდე 76_{-2}^{+3} მმ. ბუდეებში განთავსდება საზეთი მასალა ცვეთების და ხმაურის შემცირების მიზნით. წარმოდგენილი სრიალა არსებითად შეამცირებს ცვეთებს არამარტო უშუალოდ სრიალებში არამედ ნებისმიერ სხვა ზემოხსენებულ სრიალას კონსტრუქციასთან შედარებით იგი შეამცირებს მიმმართველი და გვერდითი ძალების ზემოქმედებას თვლების ქიმებისა და რელსების თავების შიგა წახნაგებს შორის, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს შესაბამისად ცვეთების შედეგებს, რომლებიც გამოწვეულია 18-100 მოდელის სავალი ნაწილებით. წარმოდგენილი სრიალა შესაძლებელია ასევე შესრულდეს კომბინირებულ ვარიანტში ელასტომერთან ერთად, რაც მეტ სიმდოვრეს შესძენს ვაგონის სვლას და შეამცირებს ურიკების ზიგზაგურ მოძრაობას ძარის განივი გადანაცვლებების შემცირების გამო.

სრიალას ძირითად დადებით თვისებად სხვა კონსტრუქციებთან შედარებით უნდა ჩაითვალოს ის თვისება, რომ მასში ნაცვლად ორი სახის ხახუნისა – გორვის და სრიალის, ხორციელდება ერთი სახის ხახუნი – გორვითი ხახუნი. ე.ი. ამ შემთხვევაში გამარტივებულია ტრიბოტექნიკური პროცესი და ცვეთები მნიშვნელოვნად შემცირდება სრიალას კონსტრუქციაში. ამასთანავე კონსტრუქციის მთავარ ღირსებად უნდა იქნეს მიჩნეული, რომ ძარისა და ურიკის სრიალებს

შორის არსებული ნომინალური ღრეჩოს მინიმუმამდე შემცირებისას, მაშინ, როდესაც ორი ურიკის დიაგონალზე ძარა დაჯდება სრიალებზე არ მოხდება ძარის გაჭედვა სრიალებზე და ვაგონის ჩაგარდნა ლიანდაგის მრუდ უბნებში, რაც ამჟამად არსებული ყუთისებური კონსტრუქციის სრიალების შემთხვევაში ხანდახან ხდება განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მოხახუნე ზედაპირებს შორის მთლიანად მოცილებულია სახეთი მასალის ფენა და ხორციელდება მშრალი ხახუნი, რაც ერთ-ერთ პრობლემად ითვლება რკინიგზაზე.

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი სრიალას ახალი კონსტრუქცია ცხადყოფს, რომ სატვირთო ვაგონის ძარის სატაბიკე ძელზე განლაგებულ ჰორიზონტალურ სრიალებსა და ურიკის ჰორიზონტალურ სრიალებს შორის ვაგონების მოძრაობისას ლიანდაგის მრუდ უბნებზე სწარმოებს გორვითი ხასიათის ტრიბოტექნიკური პროცესი.

კონკრეტული შემთხვევისათვის ვაგონის ძარის სრიალადან ურიკის სრიალაზე მოსული დატვირთვა და მათ შორის განვითარებული პროცესი სქემატურად შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ნახ. 31-ის შესაბამისად. როგორც სქემიდან ჩანს ვაგონის ძარის სრიალადან ურიკის სრიალაზე მოქმედებს ნორმალური ძალა $F_{6.ა}$, რომელიც ნაწილდება ორ ბურთულაზე

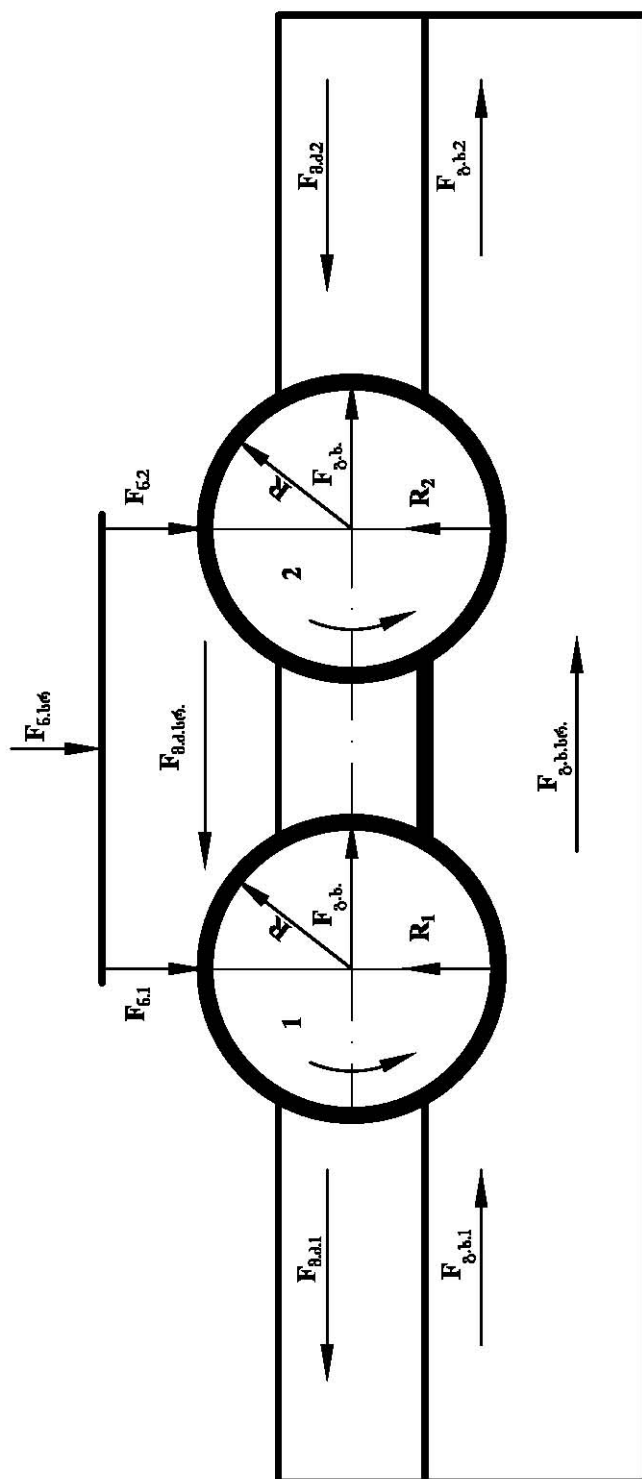
$$F_{6.სრ.} = F_{6.1} + F_{6.2} \quad (1)$$

სრიალას ცალკეულ ბურთულაზე მოქმედებენ გორვის ხახუნის ძალა $F_{გ.ხ.სრ.}$, რომელიც თავის მხრივ ნაწილდება თითოეულ ბურთულაზე $F_{გ.ხ.1}$ და $F_{გ.ხ.2}$ შესაბამისად მთლიანად სრიალაზე

$$F_{გ.ხ.სრ.} = F_{გ.ხ.1} + F_{გ.ხ.2} \quad (2)$$

ანალოგიურად იქნება ბურთულების მამოძრავებელი ძალების შემთხვევაში მთლიანობაში სრიალას ბურთულების მამოძრავებელი ძალა აღენიშნოთ $F_{ა.ა.სრ.}$ და შესაბამისად პირველ ბურთულაზე $F_{ა.ა.1}$ და $F_{ა.ა.2}$, მაშასადამე

$$F_{ა.ა.სრ.} = F_{ა.ა.1} + F_{ა.ა.2} \quad (3)$$



ნახ. 31. ურეკის ბურთუკლებიან პორიზონტალურ სრიალაში გორეის ხახუნის წარმოშობის სქემა სრიალას დინამიკური დატვირთვის დროს ლიანდაგის მრუდ უბანზე

წონასწორობის პირობა მოითხოვს, რომ ვაგონის ძარიდან ბურთულებზე მოსულ ნორმალური ძალების ტოლქმედი და მამოძრავებელი ძალების ტოლქმედი იყოს ერთმანეთის ტოლი. ე.ი.

$$F_{g.b.n.r.} = F_{a.d.n.r.} \quad (4)$$

არსებითად ამ შემთხვევაში განსაკუთრებული როლი ენიჭება სრიალას ბურთულების მამოძრავებელ მომენტებს, კერძოდ თითოეული ბურთულისათვის იგი ტოლი იქნება მამოძრავებელი ძალის ნამრავლისა ბურთულის რადიუსზე, ხოლო მთლიანად სრიალებისათვის მამოძრავებელი მომენტი ტოლი იქნება:

$$M_{n.r.} = F_{a.d.1}R + F_{a.d.2}R = R(F_{a.d.1} + F_{a.d.2}) = R(F_{g.b.1} + F_{g.b.2}) \quad (5)$$

სრიალას მამოძრავებელი მომენტის გაწონასწორება მოხდება გორვის ხახუნის ძალით, რომელიც განისაზღვრება ხახუნის კოეფიციენტის ნამრავლით ძარის სრიალაზე მოსულ ნორმალურ ძალაზე:

$$F_{g.b.n.r.} = f_{g.b.} \cdot F_{n.r.} \quad (6)$$

პირობითად მივიჩნით, რომ სრიალას როგორც პირველ ასევე მეორე ბურთულაშიც გორვის ხახუნის კოეფიციენტების მნიშვნელობები ნებისმიერ კონკრეტულ შემთხვევაში ერთმანეთის ტოლია. აქედან გამომდინარე გორვის ხახუნის კოეფიციენტი წარმოადგენს მამოძრავებელი მომენტების ჯამის ფარდობას სრიალაზე მოქმედ ნორმალურ ძალასთან:

$$f_{g.} = \frac{R(F_{a.d.1} + F_{a.d.2})}{F_{n.r.}} = \frac{R(F_{g.b.1} + F_{g.x.2})}{F_{n.r.}} \quad (7)$$

საიდანაც მთლიანად სრიალის გორვის ხახუნის ძალა ტოლი იქნება

$$F_{g.b.n.r.} = \frac{f_{g.} \cdot (F_{n.1} + F_{n.2})}{R} \quad (8)$$

ვინაიდან კონსტრუქციაში გამოყენებულია საზეთი მასალა ბურთულების ბრუნვის დროს ხახუნის კოეფიციენტი თავისთავად დამოკიდებული იქნება ზეთის ფენებს შორის წარმოშობილი წინააღმდეგობის ძალების დაძლევაზე, ამიტომ სრიალაში უნდა შეირჩეს

ისეთი სიბლანტის სახეთი მასალა, რომ ბურთულებს თავისთავად შეეძლოთ მასში ბრუნვა.

“ძარის სრიალა-ურიკის სრიალა” სისტემის მუშაობისას მოხახუნე ზედაპირების მცირე შეხების დროს ადგილი აქვს ადჰეზიურ მოვლენას, ე.ი. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ზედაპირულ ზემოქმედებებს, ხოლო მაშინ, როდესაც დიდია ვაგონის ძარის დაწოლა სრიალას ბურთულებზე შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს უფრო რთულ მოვლენებს, რომელიც აისახება კოჰეზიურ პროცესში, ე.ი. ადგილი ექნება ბურთულას შიგნით მოვლენებს, თუმცა კოჰეზიური ძალები ამ შემთხვევაში ეწინააღმდეგებიან შიგა დეფორმაციებს და შესაძლებელია მოხდეს ბურთულების ზედაპირების აგლეჯა, რაც განსაკუთრებულ პირობას უყენებენ ბურთულების დასამზადებელ მასალებს. შესაბამისად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოყენებული იქნეს მაღალი სიმტკიცის სასაკისრე ფოლადები, რომელთა ჯამური შემადგენლობაც მოცემულია ცრილ 7-ში.

ფოლადების ქიმიური შემადგენლობა ცხრილი 7

ფოლადის მარკა	ელემენტების შემცველობა, % არა უმეტესი						
	ნახშირბადი C	მანგანუმი Mn	სილიციუმი Si	ქრომი Cr	გოგირდი და ფოსფორი S და P	ნიკელი Ni	სპილენძი Cu
IIIХ15	0,95...1,10	0,20...0,40	0,17...0,37	1,30...1,65	0,02...0,027	0,30	0,25
IIIХ15CF	0,95...1,10	0,90...1,20	0,40...0,65	1,30...1,65	0,02...0,027	0,30	0,25
IIIХ15CF III	1,01	1,10	0,52	1,50	0,008...0,0007	0,21	0,20
IIIХ4	0,95...1,05	0,15...0,30	0,15...0,30	0,35...0,50	0,02...0,027	0,30	0,25

ფოლადის სასაკისრე მასალების შესწავლის საფუძველზე ვარჩევთ IIIХ4 მარკას, რომელიც საშუალებას იძლევა გაიზარდოს ბურთულების მუშაობის საიმედოობა და ხანგამძლეობა. ამ შემთხვევაში ვსარგებლობთ თერმული დამუშავების ახალი მეთოდით, რაც გულისხმობს ზედაპირული წრთობის მეთოდს ფოლადის სიღრმისეული ინდუქციური გახურებით, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ ბურთულას რეგლამინტირებულ სიღრმეში მთლიან კვეთებში წრთობისათვის საკმარისი ხარისხი. ბურთულები ასეთი თერმული დამუშავების შედეგად მიიღებენ მტკიცე ცვეთამედებ ზედაპირულ ფენას განივი კვეთის მთელ პერიმეტრზე, რომელსაც ექნება სისაღე $58 \div 62HRC$ $2,5 \div 3$ მმ. სიღრმეზე და ასევე ისინი იქნებიან

განმტკიცებულნი, ოღონდ ექნებათ სიბლანტის საკმარისი მარაგი შუაგულში სისალით 35÷40HRC. შერჩეული ფოლადი, რომელსაც ვიყენებთ სრიალას კონსტრუქციაში ბურთულების დასამზადებლად დიამეტრით $\varnothing 60$ მმ. ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში დაზიანებათა გარეშე გაუძლებს ძარის სრიალებიდან გადაცემულ მაქსიმალურ დატვირთვებს, რაც შეიძლება მოვიდეს ვაგონის მოძრაობისას ლიანდაგის მრუდ უბნებზე.

3. დასკვნა

- შესრულებული სამუშაოს საფუძველზე დაბეჯებით შეიძლება ითქვას, რომ სადისერტაციო ნაშრომში დასმული საკითხი აქტუალურია და სატვირთო ვაგონების 18-100 მოდელის ორდერდიანი საგალი ნაწილების სრიალების არსებული კონსტრუქციები საჭიროებენ აუცილებელ მოდერნიზაციას;
- ბურთულებიანი კონსტრუქციის წარმოდგენილ სრიალაში გამარტივებულია ტრიბოტექნიკური პროცესი ვაგონის ძარის ჰორიზონტალურ სრიალებსა და ურიკის ჰორიზონტალურ სრიალებს შორის, კერძოდ ამ შემთხვევაში ხორციელდება მხოლოდ გორვითი ხახუნი და ბურთულებს მოძრაობა შეუძლიათ OXYZ სივრცითი საკოორდინატო ღერძების X, Y და Z ღერძების მიმართ განახორციელონ მხოლოდ ბრუნვითი მოძრაობები, რის გამოც სისტემა დახასიათდება სამი თავისუფლების ხარისხით (წინსვლითი მოძრაობები არ ხორციელდება);
- ვინაიდან ბურთულებს შეუძლიათ სივრცით კოორდინატებში ყველა ღერძის მიმართ ბრუნვითი მოძრაობების განხორციელება პრაქტიკულად გამორიცხულია ძარის სრიალებზე დიაგონალურად დაჯდომის შემთხვევაში ადგილი ჰქონდეს ძარის ურიკის სრიალაზე გაჭექვას (ჩასოღვას), რასაც ადგილი აქვს არსებული კონსტრუქციის ურიკის სრიალების ურთიერთქმედებისას ძარის სრიალებთან და რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ვაგონის რელსებიდან ამოვარდნა ლიანდაგის მცირე რადიუსიან მრუდ უბნებზე მოძრაობის დროს;
- ნაშრომში წარმოდგენილი სრიალას კონსტრუქცია წარმოადგენს სიახლეს და მისი ანალოგი არცერთ სალიტერატურო და ინტერნეტ მონაცემებში არ მოიპოვება;
- სამუშაოს პრაქტიკულ ღირებულებად უნდა ჩაითვალოს, რომ მისი წარმოებაში დანერგვის შემთხვევაში, სრიალების არსებულ სხვა კონსტრუქციებთან შედარებით გარკვეულწილად ხელს შეუწყობს შემცირდეს ცვეთების პროცესები თვლების ქიმებსა და

რელსების თავების შიგა წახნაგებს შორის მიმმართველი და თვლებიდან გარე რელსზე გადაცემული ძალების ზემოქმედების შემცირების გამო განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ვაგონები მოძრაობენ ლიანდაგის მცირე რადიუსიან უბნებზე;

- მნიშვნელოვნად შემცირდება ცვეთები თვითონ სრიალას კონსტრუქციაში, ვინაიდან პრაქტიკულად გამორიცხულია სრიალის ხახუნი და შესაბამისად გაიზრდება მისი საიმედოობა, ხანგამძლეობა და მუშაობისუნარიანობა, შემცირდება მომსახურების ვადები, რაც დადებითად აისახება საწარმოსათვის და მთლიანად რკინიგზისათვის ეკონომიკური ეფექტიანობის თვალსაზრისით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Вериго М.Ф., Крепкогорский С.С. Основные требования к подвижному составу по воздействию на путь. Тр. ВНИИЖТа – 1962. – Вып. 248. – с. 210-300.
2. Голубенко А.Л., Коваль В.А. О математической модели для исследования взаимодействия экипажа и пути при высокоскоростном движении. Тр. ВНИИЖТ. – 1975. – Вып. 542. – с. 172-183.
3. Грачева Л.О. Взаимодействие вагонов и железнодорожного пути. Тр. ВНИИЖТ. – 1967. – Вып. 356. – 207 с.
4. Гребенюк П.Т. Динамика торможения тяжеловесных поездов. - Тр. ВНИИЖТ, 1977, Вып. 585. 152 с.
5. Данович В.Д. Исследование взаимодействия пути и подвижного состава. Тр. ДИИТ, Вып. 148, 1974. 140 с.
6. Динамика подвижного состава железных дорог. Под ред. Камаева А.А., Тр. БИТМ. – 1974. – Вып.25. – 210 с.
7. Динамика и прочность перспективных вагонов (под ред. С.В. Вершинского). М., Транспорт, 1976, 184 с. Труды ВНИИЖТ, вып. 548).
8. Ершков О.П., Ромен Ю.С., Николаев В.Е., Зак М.Г. Влияние последовательностей и сочетаний неровностей рельсовой колеи на динамическое воздействие грузовых вагонов и пути. Вестн. ВНИИЖТ. – 1978. - №8. – с. 35-39.
9. Кальницкий Л.А., Яшкин А.Г. Ходовые качества пассажирского вагона при различных вариантах распределения нелинейных упругих элементов по ступеням подвешивания. – Тр. ЛИИЖТ., Ленинград, 1973, Вып. 363, с. 71-78.
10. Коротенко М.Л. К определению сил взаимодействия колес и рельсов. Тр. Днепропетровск ин-та ж/д тр-та, Вып. 128, 1972, с. 72-76.
11. Лазарян В.А., Коротенко М.Л. Устойчивость движения железнодорожных экипажей с двойным рессорным подвешиванием. Тр. ДИИТ., Вып. 50, М., Транспорт, 1963, с. 41-44.
12. Львов А.А., Грачева Л.О. Современные методы исследования динамики вагонов. Тр. ВНИИЖТ., Вып. 457, 1972, с. 40-56.

13. Никольский Л.Н. Вопросы исследования надежности и динамики элементов транспортных машин и подвижного состава. Тр. БИИТМ. 1978. с. 88-89.
14. Хусидов В.Д. Об использовании численных методов в решении задач нелинейных колебаний. – Тр. МИИТ, Вып. 368, 1971, с. 3-17.
15. Коротенко М.Л., Демин Ю.В., Ковтун В.Н. К определению рациональных значений параметров ходовых частей грузовых вагонов при наличии сил сухого трения. В сб.: Проблемы динамики и прочности железнодорожного подвижного состава. Днепропетровск. Вып. 210/27, 1980, с. 32-37.
16. Коротенко М.Л. Устойчивость движения рельсовых экипажей. Киев: - Наука думка, 1972, с. 74-82.
17. Лазарян В.А. Некоторые современные проблемы динамики транспортных средств. Нагруженность, прочность, устойчивость движения механических систем. Киев. Наука думка, 1980. – с. 3-43.
18. Лазарян В.А. и др. Влияние параметров пути и тележки на силы взаимодействия. Тр. ДИИТ. Вып. 68, 1968. с. 22-38.
19. Лазарян В.А., Другач А.А., Коротенко М.Л. Устойчивость движения рельсовых экипажей. Киев: Наука думка, 1972, 196 с.
20. Вериго М.Ф. Некоторые результаты исследования по динамическому воздействию подвижного состава на путь высоких скоростях. Бюл. ОСЖД. – 1973. - №5. – с. 6-9.
21. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. – М.; Транспорт, 1986, - 559 с.
22. Голубенко А.Л., Коваль Б.А. О математической модели для исследования взаимодействия экипажа и пути при высокоскоростном движении. Тр. ВНИИЖТ. – 1975. – Вып. 542. – с. 172-183.
23. Данович В.Д. Исследование взаимодействия пути и подвижного состава. Тр. ДИИТ. Вып. 148, 1974. 140 с.
24. Морчиладзе И.Г., Соколов М.М. Тележки грузовых вагонов: Учебное пособие.- СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004.- 32 с.

25. Морчиладзе И.Г., Соколов М.М. Конструкции грузовых вагонов: Учебное пособие.- СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004. - 56 с.
26. Соколов М.М., Третьяков А.В., Морчиладзе И.Г. Архитектоника грузовых вагонов. Учебное пособие для работников железнодорожного транспорта. – М.: ИБС – холдинг, 2006. – 394 с.
27. Шадур Л.А., Челноков И.И., Никольский Л.Н., Никольский Е.Н., Котуранов В.Н., Проскурнев П.Г., Казанский Г.А., Спиваковский А.Л., Девятков В.Ф.; под ред. Шадура Л.А. - 3-е изд., перераб. и доп. учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1980.- 439 с.
28. Морчиладзе И.Г., Додонов А.В. Методика контроля размеров элементов тележки 18-100 при ремонте и эксплуатации, для широкого круга работников вагонного хозяйства. Санкт-Петербург. 2003 – 44 с.
29. Лукин В.В. и др. Конструирование и расчет вагонов. М. изд. Транспорт, 2000 г, 576 с.
30. Вериго М.Ф., Каменский В.Б. Прогнозирование типажа и структуры перспективного парка грузовых вагонов. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №6, 1995, с. 29-34.
31. შარაშენიძე გ., შარვაშიძე ა. მძიმეწონიანი მოძრავი შემადგენლობის მყისი დაზუსტებების პროცესში სამუხრუჭე გადაცემის საიმედოობის უზრუნველყოფის შესახებ: სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული “რკინიგზის ტრანსპორტის გამტარობის უნარის ზრდა” №7 (363) თბილისი, 1990, გვ. 69-72.
32. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение. 1977. 525 с.
33. Морчиладзе И.Г. Ходовые части подвижного состава для международных перевозок грузов: Монография. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения.: издательство „ОМ-Пресс“, 2004.- 128 с.

34. Вериго М.Ф. О взаимодействии пути и подвижного состава. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №5, 2001, с. 71-74.
35. Вериго М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней колёс. Бюлетень ОСЖД №4, 1998, с. 10-14.
36. Галиев И.И., Нехаев В.А., Николаев В.А., Давидов Г.И. Параметры тележки грузового вагона и безопасность движения. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №3, 2003, с. 36-40.
37. შარვაშიძე ა. რკინიგზაზე მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლება ვაგონების ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის დინამიკური პარამეტრების ოპტიმიზაციით. დისერტაცია ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი სტუ. 1999 წ. 147 გვ.
38. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарвашидзе А.М. Динамика шарнирно-рычажной системы, предназначенной для торможения вагона с односторонним нажатием колодок: Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №1 (2). 2001. с. 17-27.
39. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарвашидзе А.М. Динамический анализ шарнирно-рычажной системы с односторонним нажатием колодок с учетом трения в кинематических парах. Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №1 (6). 2002. с. 21-27.
40. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарвашидзе А.М. Кинематическая точность шарнирно-рычажной системы, предназначенной для торможения вагона с односторонним нажатием колодок: Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №2 (7). 2002. с. 24-32.
41. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарвашидзе А.М. Исследование динамической системы для торможения вагона с односторонним нажатием колодок: Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №3 (8). 2002. с. 26-43.

42. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарашенидзе Г.С., Шарвашидзе А.М. Динамика рычажной системы торможения с односторонним нажатием колодок с зазорами в кинематических парах с учетом добавочных и основных движений системы (на английском языке): Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №1 (10). 2003. с. 36-48.
43. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарашенидзе Г.С., Шарвашидзе А.М. Динамический анализ системы торможения вагона с учетом зазоров в кинематических звеньях (на английском языке): Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №2 (11). 2003. с. 18-31.
44. Давиташвили Н.С., Чхаидзе А.В., Шарашенидзе Г.С., Шарвашидзе А.М. Динамическая точность шарнирно-рычажной системы для торможения вагона (на английском языке): Проблемы прикладной механики – (международный журнал) ISSN 1512-0740 №3 (12). 2003. с. 19-27.
45. Давиташвили Н.С., Шарашенидзе Г.С. Основы динамического анализа рычажной системы торможения вагонов: Монография. Тбилиси: комитет ИФТоММа Грузии, 2004.- 264 с.
46. შარაშენიძე გ., მოისწრაფიშვილი ე., შარაშენიძე ს. ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედება: სახელმძღვანელო, საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2008. – 244გვ.
47. შარაშენიძე გ. ვაგონების დინამიკური დატვირთვები და მოძრაობის უსაფრთხოება: სახელმძღვანელო, საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2007. – 191 გვ.
48. შარაშენიძე გ. ვაგონების დინამიკა: სახელმძღვანელო, “გამომცემლობა განათლება”, 2001 – 544 გვ.
49. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона: учебник для вузов ж.- д транспорта. под ред. Вершинского С.В. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991.- 360 с.
50. Морчиладзе И.Г. Генезис сцепного и тормозного оборудования грузовых вагонов: Монография. – СПб.: ООО издательство „ОМ-Пресс“, Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004. – 112 с.

51. Морчиладзе И.Г., Соколов М.М. Развитие сцепного оборудования грузовых вагонов: Учебное пособие. – СПб.: ООО издательство „ОМ-Пресс“, Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004. – 31 с.
52. შარაშენიძე გ., შარვაშიძე ა. ცალმხრივი დამუხრუჭების მქონე ვაგონის ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის დინამიკური მოდელის შექმნა: სტუ. სამეცნიერო შრომების კრებული. 2001. №3 (436). გვ. 92-94.
53. ა. შარვაშიძე, გ. შარაშენიძე, ზ. მესხიძე. ვაგონის ბერკეტული სამუხრუჭე გადაცემის სახსრულ შეერთებებში ღრეხოს სიდიდის სამუხრუჭე მანძილზე გავლენის ოპტიმიზაცია: სტუ. სამეცნიერო შრომების კრებული. 2001. №5 (438). გვ. 88-91.
54. Шарашенидзе Г.С., Балиашвили А.Я., Шарвашидзе А.М. О некоторых параметрах рычажной передачи, при увеличенных скоростях движения поездов: Научные труды ГПИ Сб. “Рост пропускной способности ж/д транспорта” №5 (317) Тбилиси, 1987, с. 38-40.
55. Bock B. Wich “Horse” For Your “Course”? IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 17-30.
56. Bogdanov V. M. Wheel / Rail Interaction, Train Safety and Cost of Traffic. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 31-34.
57. Морчиладзе И.Г. Вагоны для смешанных международных перевозок грузов: Монография. – СПб.: ООО издательство „ОМ-Пресс“, Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004. – 112 с.
58. Морчиладзе И.Г. Метод ситуационной адаптации вагонов к международным перевозкам грузов: Монография. – СПб.: ООО издательство „ОМ-Пресс“, Петербургский государственный университет путей сообщения, 2005. – 216 с.

59. Морчиладзе И.Г. Модернизация вагонов для международных перевозок грузов: Монография. - СПб., ООО издательство „ОМ-Пресс“, Петербургский государственный университет путей сообщения, 2005 – ил. 106, Табл 8, Библиогр.: 179 назв.
60. რურუა ნ., შველიძე მ. გარე რელსის ჭარბი შემადლების გავლენა მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოებაზე: სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა ISSN 1512-3537, №3. 2007(გვ. 83 ÷ 88).
61. ე. მოისწრაფიშვილი, ნ. რურუა. მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოების გაზრდისა და რელსების ცვეთის შემცირების ღონისძიებები საუღელტეხილო უბნებზე. “მეცნიერება და ტექნოლოგიები”, თბილისი. 2003, №4-6. გვ. 57-58.
62. ნ. რურუა. რელსების გვერდით ცვეთაზე გარე რელსის შემადლების გავლენის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. “ინტელექტი”, თბილისი. 2004, №3(20). ვ. 29-30.
63. Лысюк В.С. Причины и механизм схода колеса с рельса. Проблема износа колёс и рельсов. М.: Транспорт, 1997. 189 с.
64. Le Roux A.S. Definition of the Wheel and Rail Interaction Problem. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 35-38.
65. Tournay H.M. Rail/Wheel Interaction from A Track and Vehicle Design Perspective. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 41-58.
66. Kogan A.Y. Modelling of Rolling Stock – Track Interaction: Analytical Approach. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 59-66.
67. Ushkalov V.f. Effect of the Wheel Profile on Dynamics of Rail Vehicle and Wear of the Wheel/Rail Contact Pair. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 87-94.

68. Kondrashov V., Maksimov I., Galperin V. Development of the Wheel Profiles of Cars and Locomotives for the Existing Railways for Reduction of Wear of Wheel Flanges and Lateral Surfaces of Rail. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 95-102.
69. Blokhin E.P., Lashko A.D., Pshinko A.N. Influence of the Design and State of Wagon's Running Gear and Track on the Wear of Wheels and Rails. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p.103-110.
70. Zakharov S., Zharov I., Komarovskiy I. Tribological Aspects of Rail/Wheel Interface. IHHA / 99, International Heavy Haul Association, STS – CONFERENCE, “Wheel / Rail Interface”, Conference Proceedings, VOLUME 1, 1999, Moscow, Russia, p. 221-228.
71. Ромен Ю.С., Богданов В.М., Заверталоук А.В. О техническом состоянии устройств опирания тележки 18-100. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №3, 2003, с. 41-43.
72. Савчук О.М., Шатунов А.В., Гричаный Н.А. Об интенсивном влиянии тележек. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №3, 2003, с. 44-45.
73. Калетин С.В. Грузовые вагоны нового поколения. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №8, 2007, с. 10-12.
74. Коссов В.С., Чаркин В.А., Добрынин А.К., Мещерин Ю.В., Оганьян Э.С., Огуенко В.Н., Березин В.В., Сорочкин Э.М., Панин Ю.А., Ткаченко В.Н., Красюков Н.Ф., Шевченко В.Г., Ставрова Е.К. Тележка с осевой нагрузкой 25 тс для грузового вагона нового поколения. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №7, 2008, с. 55-62.
75. Бороненко Ю.П., Орлова А.М. Тележки с повышенной осевой нагрузкой. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №10, 2008, с. 50-53.

76. Морчиладзе И.Г., Соколов М.М., Додонов А.В. Совершенствовать контроль элементов тележек грузовых вагонов. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №11, 2004, с. 63-66.
77. Галиев И.И., Нехаев В.А., Николаев В.А., Калинина Е.С. О продольной динамике тележек. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №5, 2009, с. 38-40.
78. Ефимов В.П., Пранов А.А., Баранов А.Н., Белоусов К.А. Тележка для грузовых вагонов нового поколения с повышенными осевыми нагрузками. Железнодорожный транспорт. Ежемесячный научно-теоритический технико-экономический журнал ISSN 0044 4448. №6, 2009, с. 58-61.
79. ა. შარვაშიძე, დ. გოგიშვილი, კ. შარვაშიძე, გ. ფანჯავიძე, ა. ხაჩიძე. სატვირთო ვაგონების 18-100 მოდელის სავალი ნაწილების სრიალებზე ძარიდან მოსული დატვირთვები და მათი კონსტრუქციული სრულყოფის აუცილებლობა. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა. ISSN 1512-3537. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი №2 (14) 2009. გვ. 27-33.
80. Шарвашидзе А.М., Гогишвили Д.Л., Шарвашидзе К.А. Влияние тележки грузового вагона (модель 18-100) на износ системы «колесо-рельс» в кривых малого радиуса пути и необходимость модернизации их скользунов. (на английском языке). Проблемы механики (Международный журнал). ISSN 1512-0740 . № 1(38) / 2010. с. 71-75.